

BOLETIN
DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

II / 2-2-1

BOLETIN

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO

DE

ESPAÑA

Publicado por el Instituto Geológico de España, en virtud de la Real Orden de 10 de Mayo de 1909, que declara de utilidad pública el estudio de los recursos minerales de España, y de la Real Orden de 10 de Mayo de 1910, que declara de utilidad pública el estudio de los recursos geológicos de España.

TOMO XXXI



TOMO XI

SEGUNDA SERIE

(1910)

MADRID

IMPRESA DE ANTONIO MARZO

San Hermenegildo, 32 dup.

Teléfono 1.977.

1911

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

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

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

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

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

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

(Decreto de 28 de Junio de 1910.)

PERSONAL

DE LA

COMISIÓN PERMANENTE DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Sr. D. Luis de Adaro (*Director*).
Excmo. Sr. D. Juan García del Castillo.
Sr. D. Horacio Bentabol.
Ilmo. Sr. D. Rafael Sánchez Lozano.
Sr. D. Mariano Alvarez Aravaca.
Sr. D. César Rubio y Muñoz.
Sr. D. Máximo de Arozarena (*Secretario*).
Excmo. Sr. D. Enrique Villate.
Sr. D. Luis Santa María.
Sr. D. Agustín Marín y Beltrán de Lis.
Sr. D. Augusto de Gálvez Cañero.

Profesores de la Escuela de Minas agregados al Instituto.

Sr. D. Juan López Coca.
Sr. D. Florentino Azpeitia.
Sr. D. Pablo Fábrega.
Sr. D. Enrique Pineda.

BOLETIN

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO DE ESPAÑA

CONGRESOS INTERNACIONALES

DE

GEOLOGIA Y MINERIA

DE 1910

CONGRESO INTERNACIONAL DE GEOLOGIA

Celebrado en Estocolmo en 1910

MEMORIA

ACERCA DEL MISMO

POR

DON RAMÓN ADÁN DE YARZA Y DON CÉSAR RUBIO

INGENIEROS DEL CUERPO DE MINAS



MADRID 1911

Est. tipográfico de A. Marzo.—San Hermenegildo, 32 dupdo.

Teléfono 1977.

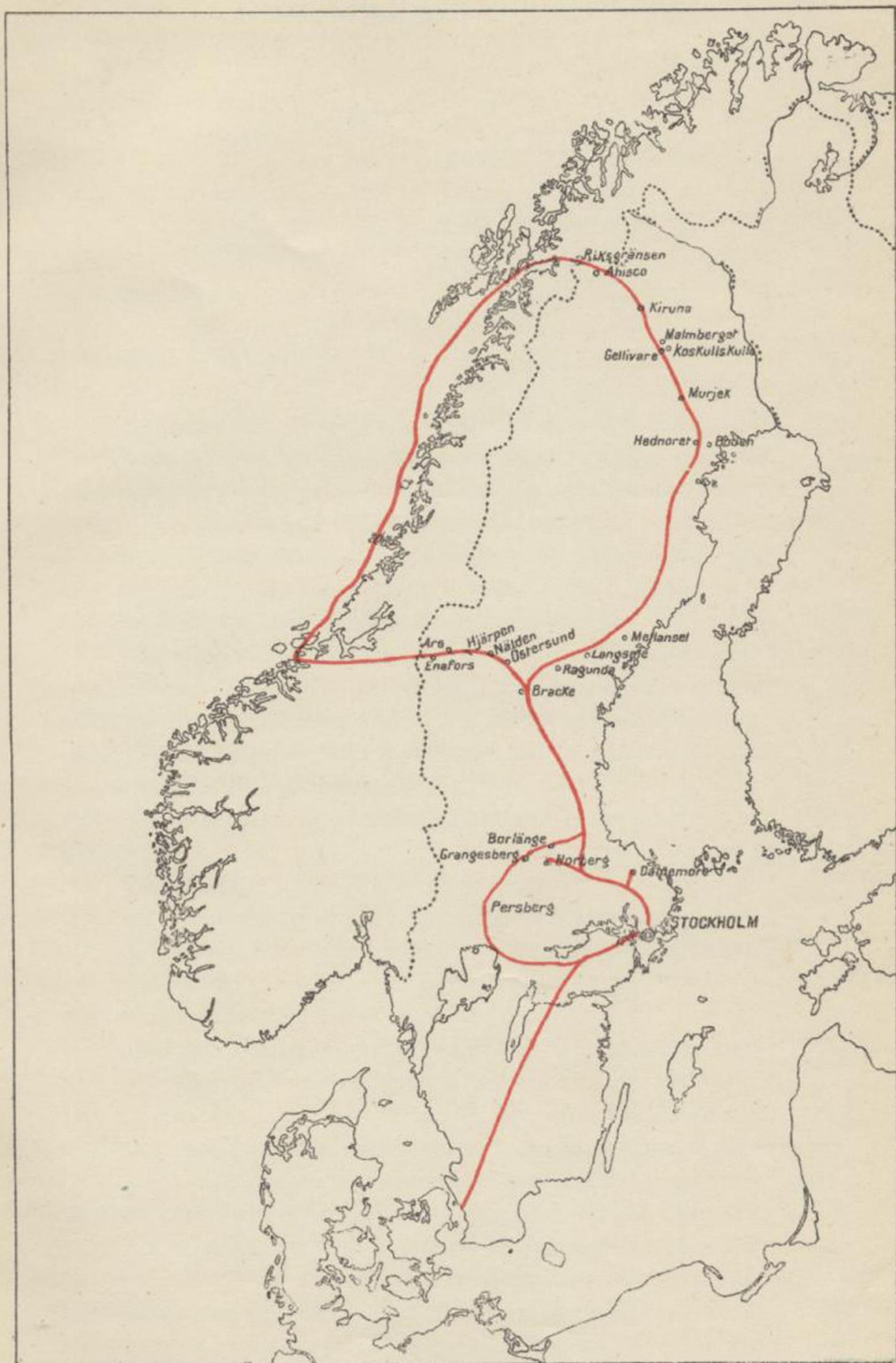
PARTE PRIMERA

Geología, Excursiones y Colecciones.

CAPITULO PRIMERO

GENERALIDADES

Desde que en el año 1878 se reunió por primera vez en París el Congreso Geológico Internacional, esta institución ha venido celebrando sucesivamente sus Asambleas, por lo general con intervalos de tres años, en Bolonia, Berlín, Londres, Washington, Zurich, Petersburgo, París, Viena, Méjico, y por último en Estocolmo, donde ha tenido lugar el último verano la XI reunión. Todas ellas han favorecido considerablemente el progreso de la ciencia, y puede asegurarse que la comunicación que por su medio se ha establecido entre geólogos especializados en el estudio de países muy distantes entre sí no es lo que menos ha contribuído á la concepción de las síntesis grandiosas que caracterizan la Geología moderna. Por otra parte, la importancia creciente que en cada reunión han adquirido las excursiones organizadas bajo la dirección de los geólogos más competentes de las respectivas naciones ha permitido á los participantes visitar y estudiar, en condi-



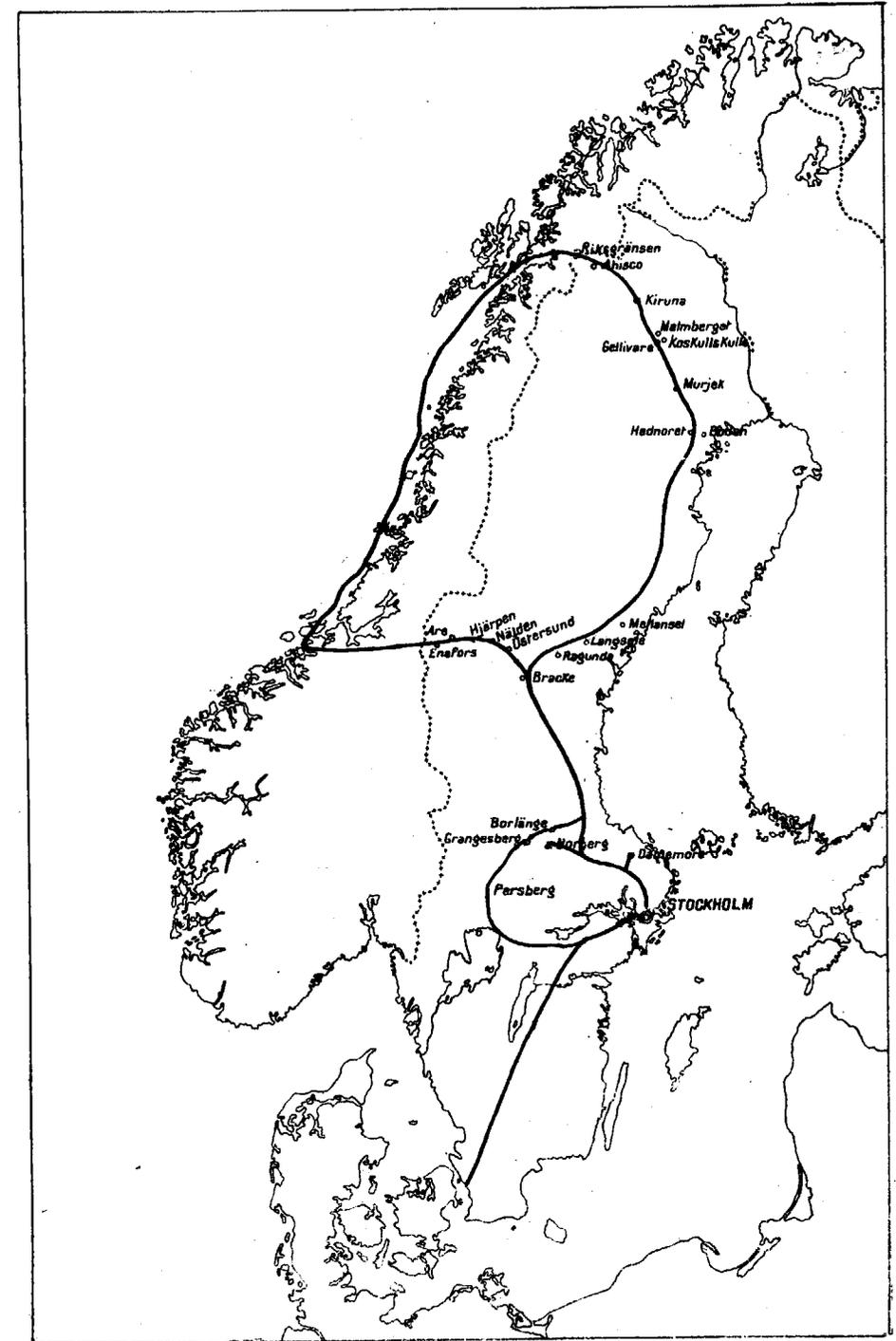
ciones ventajósísimas, comarcas que de otro modo les hubiera sido difícil y costoso conocer.

La reunión en Suecia ofrecía importancia y atractivos especiales, tanto por el estudio de la Geología escandinávica, como por los temas que allí se iban á discutir.

La península escandinávica, exceptuando su extremo meridional, es, juntamente con la Finlandia y la Carelia rusa, un resto del continente más antiguo que ha existido en nuestro planeta, ó por lo menos del más antiguo de cuya existencia se han conservado vestigios. Todas sus rocas son anteriores á la época devoniana y corresponden en su mayor parte á la formación arcaica ó estrato-cristalina. Emergida esta región desde remotísimas edades geológicas, ha debido experimentar una denudación considerable, de suerte que las rocas que hoy forman su suelo, estuvieron cubiertas por grandes espesores de terrenos desaparecidos y sufrieron el metamorfismo consiguiente á las presiones y temperaturas elevadas que reinaran en aquellas profundidades. Por otra parte, toda la península escandinávica soportó durante la edad cuaternaria espeso manto de hielo, que en su lento movimiento de descenso pulimentó y estrió las rocas, arrastrando la parte superficial, alterada y descompuesta. De ahí que las diversas rocas de las formaciones antiguas ofrezcan una frescura desconocida en nuestras regiones. El estudio de estos materiales y el de los depósitos glaciares, es decir, el estudio de las formaciones más antiguas y más modernas de la tierra ha sido la característica del Congreso Geológico de Suecia.

La concurrencia fué muy numerosa, pasando de 400 los geólogos que acudieron á Estocolmo y tomaron parte en algunas de las excursiones. El número de personas y entidades inscritas como miembros del Congreso fué de 744, distribuidas por naciones del modo siguiente:

Alemania	161	Rusia	42
Suecia	134	Italia	30
Austria-Hungría	65	Dinamarca	25
Estados Unidos	63	Bélgica	17
Francia	53	Países Bajos	17
Gran Bretaña	44	Suiza	16



Finlandia	14	Bulgaria	2
México	13	Nueva Zelanda	2
España	9	Brasil	1
Rumania	9	China	1
Canadá	6	Indias Orientales	1
Japón	6	Luxemburgo	1
Argentina	5	Servia	1
Argel	3	Uruguay	1
Australia	2		

Las excursiones, numerosas y admirablemente dispuestas, permitieron á cada congresista visitar las comarcas que más interés ofrecían desde el punto de vista de sus estudios especiales; y en cuanto á la importancia de los temas tratados en las sesiones, basta demostrarla enumerando los que de antemano se fijaron para su discusión, y en la cual intervinieron geólogos de autoridad universalmente reconocida.

1.º Geología de los sistemas precambrianos: pruebas del metamorfismo de profundidad en las pizarras cristalinas: principios de una clasificación de los terrenos precambrianos.

2.º Los cambios de clima después del máximo de la última extensión de los heleros.

3.º Las reservas del mundo en minerales de hierro y su distribución.

4.º La Geología de las regiones polares.

5.º La aparición inmediata de la fauna cambriana.

Y no fueron éstos únicamente los temas desarrollados; otros muchos, de gran interés y actualidad, fueron objeto de conferencias muy notables.

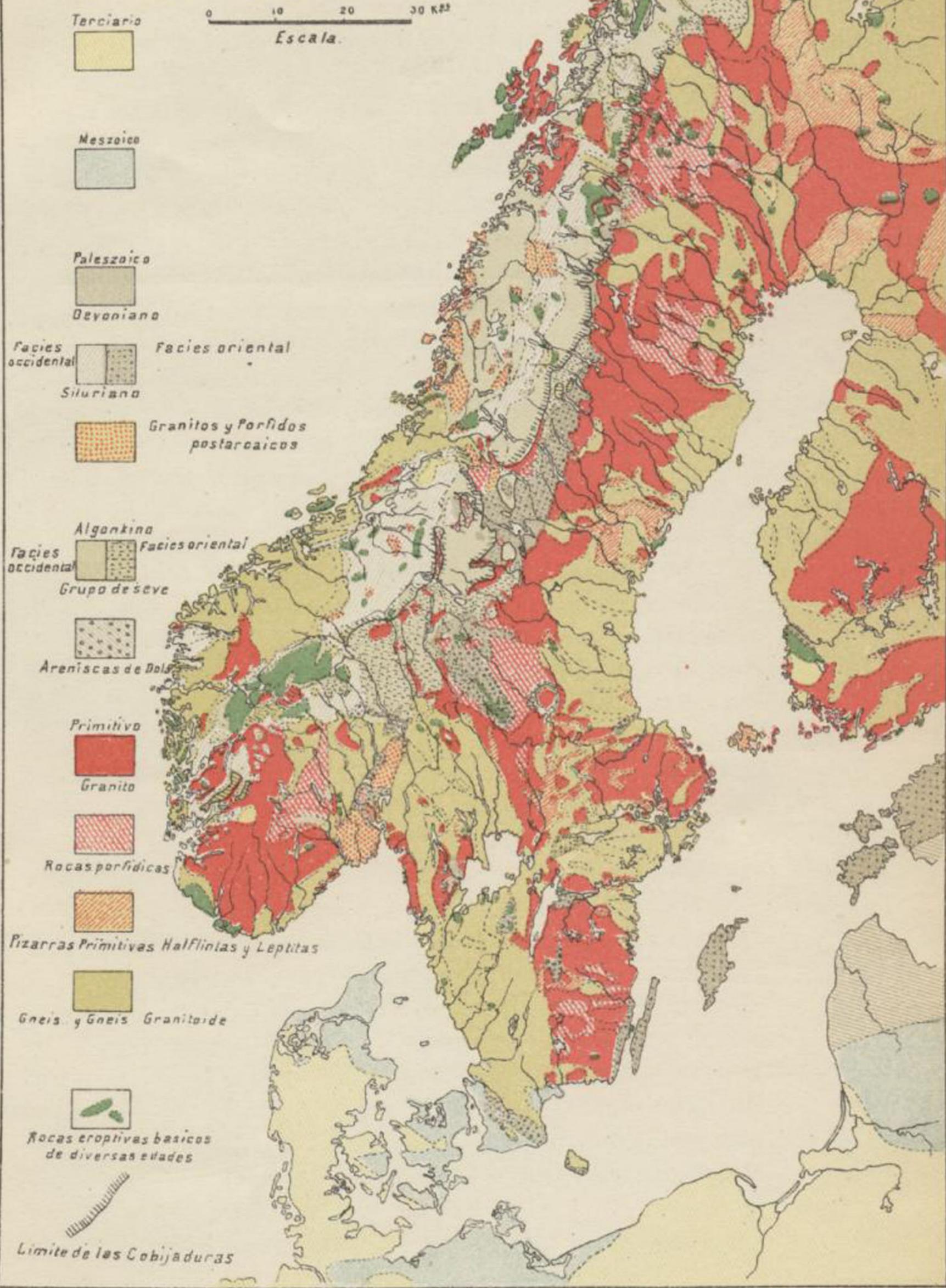
El plan que nos proponemos seguir en este trabajo es exponer primeramente una relación compendiada de las excursiones realizadas por los congresistas, particularmente de aquellas en que tomamos parte, deteniendonos más en la descripción de la que tuvo por objeto el estudio de los grandes yacimientos de hierro de Laponia; y hemos creído oportuno que á esta relación preceda un breve resumen de la constitución geológica de Suecia. Después reseñaremos las sesiones y conferencias más notables, fijándonos principalmente en la cuestión de las «Reservas del mundo en minerales de hierro



BOSQUEJO GENERAL GEOLOGICO

DE LA

PENINSULA ESCANDINAVICA.





y su distribución», por la gran importancia que ofrece, no sólo científica, sino industrial y económicamente considerada.

CAPITULO II

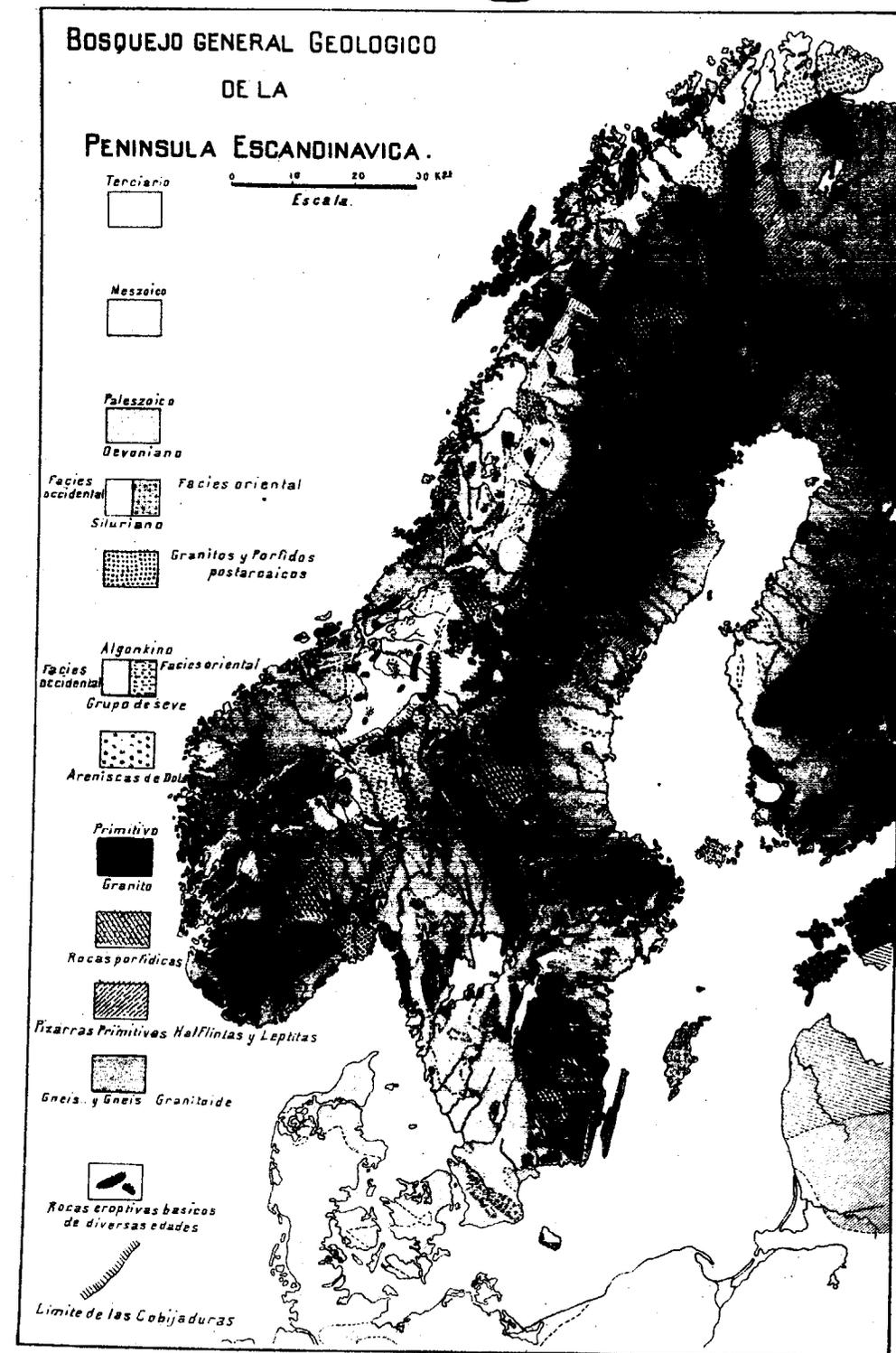
RESEÑA DE LA CONSTITUCIÓN GEOLÓGICA DE SUECIA

El mapa adjunto da una idea general de la constitución geológica de la península escandinávica y de sus países limítrofes. Se ha prescindido en él de las formaciones cuaternarias y recientes, representando tan sólo lo que puede llamarse el suelo pétreo.

Este se compone en Suecia, casi totalmente, de formaciones predevonianas. La primitiva, ó estrato-cristalina, es la que aparece más ampliamente representada, siguiendo después en extensión, la llamada algonkina (precambriana) y la siluriana. Solamente en el extremo meridional aparecen algunos terrenos correspondientes á la edad secundaria. La formación primitiva puede dividirse en antigua (grupo del gneis) y moderna (grupo del granito, pórfido y leptita).

El grupo antiguo está constituido principalmente por gneis de diversas variedades, entre ellas el gneis con magnetita, muy desarrollado en la región meridional. Se agregan á estas rocas granitos antiguos, cuya estructura propia es todavía fácilmente reconocible y gneises granitoides. En otros gneises de este grupo, sobre todo en la provincia de Soedermanland, se presentan calizas y magnetitas en proporción no escasa.

El segundo grupo se presenta en varias comarcas formando un conjunto de pizarras cristalinas de grano fino, principalmente leptitas (rocas semejantes á los granulitos micáceos), micacitas y haellflintas. Las leptitas y las haellflintas están en varios sitios en estrecha relación geognóstica con los pórfidos. Estos últimos están á menudo muy comprimidos y apizarrados, pero pueden ser reconocidos seguramente como



rocas efusivas; algunos de ellos presentan estructura esferolítica. En los pocos puntos donde se manifiesta la relación de edad entre las rocas de grano fino y el gneis, se deduce que éste es más antiguo.

La estrecha relación de las leptitas y los pórfidos hace verosímil que las primeras se hayan derivado de los materiales porfídicos, siendo cenizas de los volcanes porfídicos ó producto de alteración de los pórfidos. Estos materiales sufrieron después la acción más ó menos importante del agua y fueron más tarde enérgicamente metamorfizados. La acción del agua ocasionó diferenciaciones importantes, dando lugar, ya á la formación de micacitas y cuarcitas, ya á la de calizas y minerales metálicos. Los grandes yacimientos del hierro de Suecia se encuentran, por lo general, en este grupo, dividiéndose en dos distritos, uno en la Suecia Central (al N. del lago Wener) y otro en la Suecia Septentrional.

La comarca porfídica más extensa de Suecia es la de Dalarna. Allí no fueron los pórfidos mecánicamente deformados como en otras comarcas, y probablemente son algo más modernos que la masa general de los de Suecia. Se pueden reconocer en Dalecarlia tres series de pórfidos. En la parte inferior se encuentran pórfidos rojos y pardo-rojizos, muchas veces de grano grueso y ricos en cuarzo; después siguen pórfidos augíticos, oscuros, y más arriba masas ó cúpulas de pórfidos con magma de piedra córnea (Hornstein porphyre), que por lo general presentan estructura fluidal.

Sobre las leptitas se presentan en varios sitios, y sobre todo en el Norte de Suecia, rocas cuyo origen plástico se deja todavía reconocer. La mayor parte de ellas son pizarras arcillosas, pero hay también cuarcitas y conglomerados. Su posición es en algunos casos incierta; pero, como parecen ser anteriores á la masa principal del granito, se clasifican provisionalmente en la formación primitiva ó arcaica. Al fin de la edad de los pórfidos, si puede usarse esta expresión, hubo potentes erupciones graníticas, que después cesaron durante largo período. Con respecto á su composición y estructura, son muy variables estos granitos, y en el mapa se ha procurado distinguirlos en tres grupos, según su edad:

- 1.º Granitos contemporáneos ó poco más modernos que el

grupo de leptitas y pórfidos, con el cual aparecen estrechamente relacionados. Tipo: granitos de Uppasala y de Sala.

2.º Granitos algo más modernos que el referido grupo y relacionados con él geográficamente. Tipo: granito de Filipstad.

3.º Granitos considerablemente más modernos que el grupo de leptitas y pórfidos y apareciendo independientemente de este grupo.

En la formación primitiva se presentan también con frecuencia rocas eruptivas verdes (gruenstein), aunque nunca en grandes masas. Parece que hubo dos épocas de erupciones de estas rocas en los tiempos primitivos: la primera hacia el final de la formación del grupo más antiguo. Entonces se formaron las *Hiperitas* (diabasas con hiperstena y olivino), cuyos numerosos yacimientos se encuentran en una zona que corre desde la mitad de Wermland en dirección Sur hacia Escania. La segunda época empezó hacia el fin de la edad de los pórfidos y continuó durante las épocas de las primeras y segundas erupciones graníticas.

Las rocas verdes de esta época son gabros y dioritas.

Ocurrieron durante los tiempos primitivos grandes movimientos en la corteza terrestre. Las rocas llevan generalmente señales de intensas pasiones; los gneises, están casi siempre fuertemente plegados, y los granitos han tomado estructura apizarrada, más marcada en los más antiguos que en los más modernos.

El plegamiento de los gneises es muchas veces muy confuso. En el Sur de Suecia parece, no obstante, dominar la dirección de Este á Oeste, aunque modificada á menudo por la influencia del granito.

En la parte septentrional prevalecen las direcciones de Noroeste á Sudeste. Como pertenecientes al sistema algonkino (ó precambriano) se ha señalado una espesa serie de capas, discordantes con las primitivas y más antiguas que la zona de *Olenellos* (cambriano inferior). Se distinguen en ella dos grupos: al primero corresponde la formación de las *areniscas de Dalarn* con sus análogos y contemporáneas de otras comarcas. Las rocas consisten principalmente en areniscas, pues sólo en Dalarn se presentan algunas capas pizarreñas y calíferas,

siedo de notar que en una de éstas se han reconocido señales de algas calizas. Entre las capas de este grupo se intercalan mantos de diabasa.

El segundo grupo es el denominado de Seve (Seve gruppe) que tiene su principal desarrollo en las altas montañas, inmediatas á los límites del Norte de Dalarn con Noruega y penetra ampliamente en este reino. En la parte Sur de aquella comarca sueca, el horizonte inferior del grupo de Seve está representado por espesas capas de la roca llamada Esparagmita (de *Sparagma*, fragmento, en griego), roca que contiene fragmentos de pizarra, y á la cual se sobreponen calizas bituminosas y magnesianas. La parte superior del mismo grupo, en el borde oriental de la cordillera escandinávica, consiste esencialmente en una arenisca clara con fragmentos de feldespato, llamada también esparagmita, por su carácter plástico brechoide. Pero hacia el Oeste se hacen estas rocas cada vez de grano más fino y al mismo tiempo más cristalinas, hasta convertirse en pizarras micáceas, con las cuales se asocian á veces pizarras hornabléndicas y gneises de color pardo. Este conjunto se ha denominada *pizarras de Are ó de Seve*, y forma la facies occidental ó facies cristalina del grupo de Seve. Durante la formación de éste, debió estar emergida la parte oriental y meridional de la Escandinavia. Más tarde tuvo lugar un hundimiento; de suerte que, en la época siluriana, sólo algunas partes sobresalían aisladas en el mar.

Es probable que la mayor parte de la Suecia quedó cubierta por los sedimentos silurianos; pero éstos fueron luego destruidos, quedando sólo algunos restos de ellos que, por circunstancias especiales, fueron protegidos ó cubiertos por otras formaciones. Esos restos demuestran que durante los tiempos silurianos eran distintas las condiciones de la sedimentación en las partes Sudeste y Noroeste de la actual península, pues en la primera el siluriano abunda en calizas y en fósiles, mientras que en la segunda es pobre en unas y otros. Se pueden, pues, distinguir dos facies del siluriano, una oriental ó normal, y otra occidental de la región montañosa.

La causa por la cual el siluriano de la región montañosa está constituido de un modo tan distinto que el del resto de

Suecia, debe verse en que allí hubo erupciones de rocas básicas, á expensas de las cuales se formaron pizarras verdes.

En el Centro y Mediodía de Suecia yace el siluriano casi horizontal, donde no está trastornado por fallas locales. Lo mismo ocurre con el algonkino ó precambriano; no ocurrieron en esta zona plegamientos posteriores á los de la época primitiva ó arcaica; pero en la región Noroeste tuvo lugar un intenso plegamiento que originó la cordillera escandinávica. Obraron con particular energía estos movimientos en el borde oriental de dicha cordillera, pues allá fueron arrastrados en dirección Sudeste grandes mantos ó témpanos de rocas precambrianas y aun primitivas, que hoy se ven en posición anormal, sobre el siluriano. En el mapa adjunto se ha representado el límite ó borde oriental de las más extensas de esas cobijaduras.

Como antes se ha dicho, en Suecia no aparecen las formaciones secundarias más que en su extremo meridional, en la Escania. En parte Noroeste de esta provincia existe una formación de arcillas y areniscas abigarradas atribuída al Keuper, aunque no contiene fósiles; alcanza un espesor de cerca de 200 metros y sobre ella viene una serie de capas de areniscas grises y arcillas, que en su parte inferior contienen algunos lechos delgados de lignito. Esta serie de capas, que miden hasta 250 metros de espesor, corresponde al piso Retiense del infralías.

El Sudoeste de la Escania descansa sobre el retiense el cretáceo superior, compuesto principalmente de calizas y areniscas calíferas. Rocas semejantes se encuentran también en el Noroeste de la Escania, pero allí descansan sobre la formación primitiva.

En los contornos de Malmoe está representado el piso danés, y más al Este aparece el Senonense. No se conocen en Suecia otros pisos del cretáceo.

No hay tampoco rocas sedimentarias de la edad terciaria, como no sea algún ligero depósito de arenas glauconiosas al Sudeste de Malmoe; pero en cambio se conocen rocas eruptivas de esa edad en varias localidades, pues en Escania hay numerosas, aunque poco extensas cúpulas basálticas; hay un

yacimiento de riolita al Sur de Smaeland y uno de andesita cerca del lago Bellen, en Helsingland.

CAPITULO III

SPITZBERG

Se ha dicho, con razón, que el Spitzberg es una conquista científica de Suecia. No podía, por tanto, faltar una expedición á aquel país, entre las que se organizaron con motivo del Congreso Geológico Internacional; y el encargado de conducirla fué el eminente geólogo y explorador de aquellas regiones barón de Geer. La excursión partió de Estocolmo el 25 de Julio en ferrocarril, para embarcarse en el puerto de Narvik, visitando de paso los grandes yacimientos de mineral de hierro de la Laponia sueca, y empleó veintitrés días entre viajes de ida y regreso y estancia en Spitzberg.

Los excursionistas pudieron allí admirar y estudiar los espléndidos heleros de Isfjord, que en gran número desembocan en el mar, y hacerse cargo, gracias á tan competente guía, de la tectónica general del país.

En el Spitzberg están los diversos sistemas geológicos más completamente representados que en ninguna otra región polar; y presta interés especial á ésta, bajo el aspecto geológico, su situación, precisamente donde las grandes masas continentales de los hemisferios Este y Oeste se aproximan más, dando así mayores facilidades para determinar el sincronismo de formaciones por datos paleontológicos que cuando éstos se aplican á países en opuestos lados de los grandes océanos.

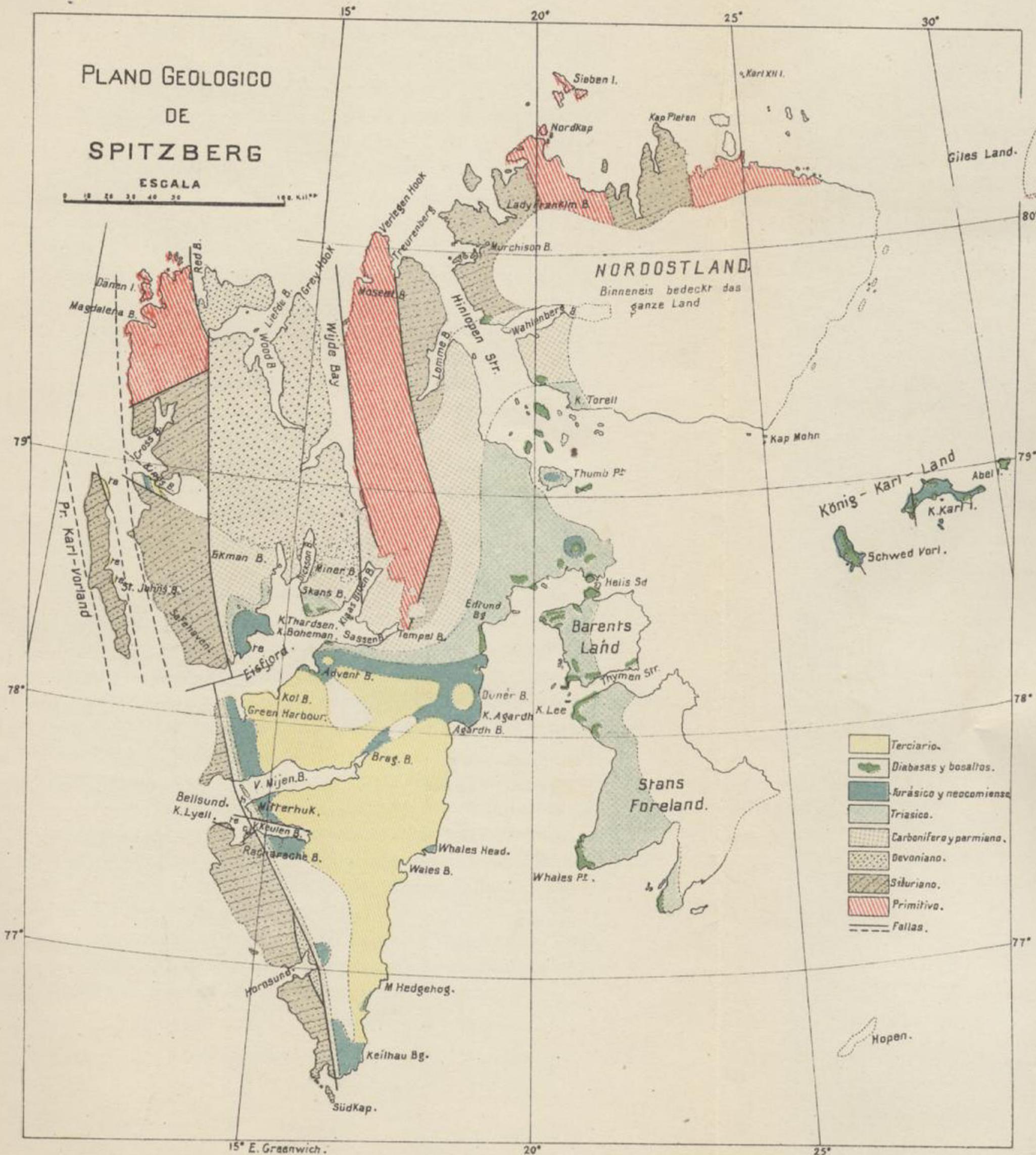
Además, el Spitzberg forma parte de la misma meseta continental de la Fenoescandia (1), y proporciona valiosos datos sobre la evolución de la Escandinavia y su inmediata de-

(1) Con este nombre, propuesto por el geólogo finlandés Ramsey, se designa el conjunto de la península escandinávica, la Finlandia y la Carelia rusa.



PLANO GEOLOGICO
DE
SPITZBERG

ESCALA
0 10 20 30 40 50 100 Kil^{ms}



- Terciario.
- Diabasos y basaltos.
- Jurásico y neocomiense.
- Triasico.
- Carbonifero y permiano.
- Devoniano.
- Siluriano.
- Primitiva.
- Fallas.

15° E. Greenwich.

20°

25°

presión marina durante los períodos que no han dejado representación en aquella península.

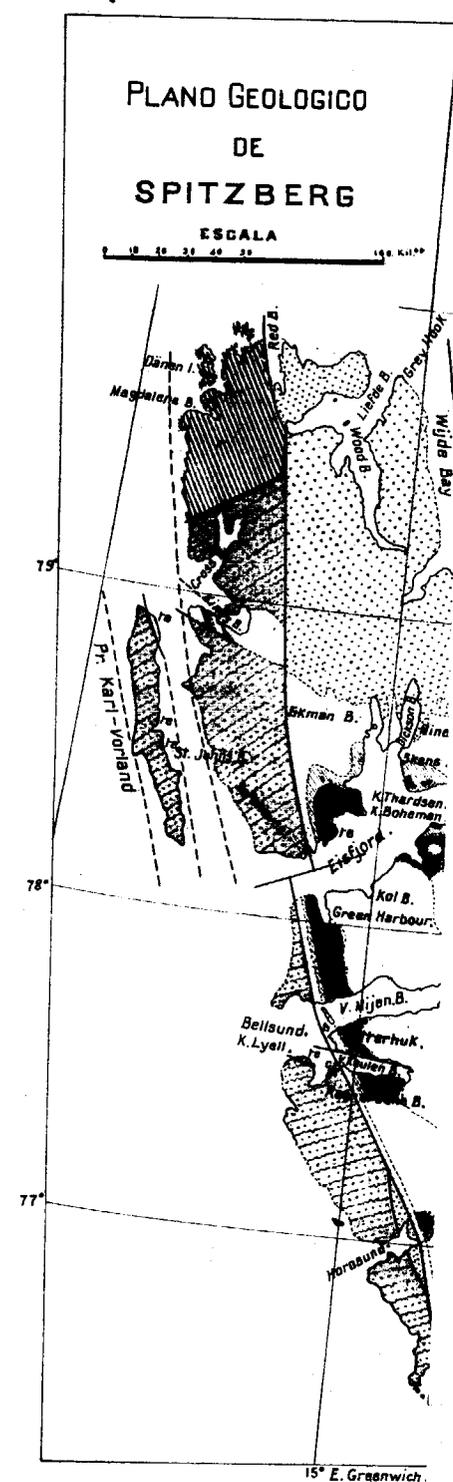
Ofrece también Spitzberg excelente disposición para observaciones comparativas sobre las condiciones de los heleros, conocimiento indispensable para el estudio de un país que, como Suecia, debe en gran parte su carácter actual á los fenómenos glaciarios de la edad cuaternaria.

Las líneas tectónicas directrices del Spitzberg parecen seguir la dirección general de los pliegues de las rocas arcaicas; dirección que, á lo menos en la parte central y á lo largo de la orilla oriental de la prolongada bahía de Widje, es paralela á ésta, así como á la costa occidental de la isla.

La misma dirección domina en los ejes de plegamiento del sistema siluriano, que son, á no dudar, prolongación de la gran cordillera escandinávica de edad eodevoniana.

Después de una denudación parcial del arcaico y del devoniano, siguió una acumulación de sedimentos areniscos y arcillosos, con frecuencia rojizos ó verdosos y generalmente pobres en fósiles, consistiendo éstos principalmente en restos de peces y ostrocodos y plantas mal conservadas. Estas capas suman un espesor de á lo menos 1.500 metros, y están generalmente horizontal ó suavemente inclinadas. Los sedimentos devonianos están cortados por grandes fallas, algunas de las cuales produjeron desniveles de hasta 1.500 metros.

En la parte central forman estas fallas el límite Este de la bahía de Widje, el Noroeste de la Billen y el Este de la Tempel, donde el arcaico aparece bajo el helero de Post. En Hornsund, otra de estas largas fallas está señalada por el escarpe vertical del monte Hornsundstind, así como por el del monte Sophiekamm, al otro lado del Ijiord. Por un movimiento posterior de elevación, que produjo la emergencia de la parte Norte del triángulo que da frente al Mar Polar, quedó también considerablemente levantado el devoniano de esta región, de suerte que, á lo largo de la costa Norte del Isfjior (ó Fjiord de los hielos), las capas de dicha época estuvieron sometidas á la denudación. Sobre las rocas devonianas y predevonianas, primero dislocadas y después denudadas, siguen en marcada discordancia capas carboníferas permianas, jurásicas, triásicas y terciarias, suavemente levantadas en el Nordeste, casi



horizontales en el centro del país de Nordenskiöld y fuertemente trastornadas, á lo largo de la parte occidental de la región, por plegamientos y cobijaduras. Se destaca allí una serie de sierras, como resultado de este gran movimiento orogénico.

Estas ondulaciones, cuyas partes más altas y resistentes están constituidas por las rocas duras del carbonífero, fueron evidentemente empujadas del lado del mar hacia el interior del país, en tanto que las rocas arcillosas secundarias, más blandas, fueron plegadas en conjunto á lo largo del lado oriental, y han sido destruidas en gran extensión, dando lugar á valles, ocupados actualmente por los grandes heleros, y que descienden desde el país de Oscar II al Isfjörd.

Un rasgo muy notable en la estructura geológica del Spitzberg es la relación entre las líneas tectónicas conexas con las sierras de la parte occidental, á que antes aludimos, y la extensión que en toda la parte septentrional ocupan las rocas precarboníferas. La exposición de éstas en una zona perpendicular á su primitiva dirección, y que avanza hasta el Norte del Fjörd de los hielos, parece haber sido causada por la elevación de un retazo de terreno á lo largo del Mar Polar.

Este movimiento pudo empezar antes del depósito de los estratos jurásicos en la Tierra de Francisco José, que descansan directamente sobre las rocas arcaicas; pero parece probable que la elevación principal ocurriera durante la época cretácea y en conexión con los basaltos efusivos y diabasas intrusivas que cortan las rocas cretáceas de la Tierra del Rey Carlos, único lugar en Spitzberg donde se encuentra este sistema, así como los anteriores, faltando las rocas terciarias. Donde el retazo levantado se aproxima á la costa occidental, las fallas se multiplican y parecen dispuestas como olas que romperían contra una costa baja, en tanto que, más al Sur, los empujes del Oeste sólo han dado origen á una falla sencilla ó, á lo sumo, una doble falla.

No aparecen rocas eruptivas en la zona plegada del Oeste, en tanto que las grandes masas de diabasa se encuentran principalmente al Sur del retazo septentrional levantado.

CAPITULO IV

TÉCNICA Y ROCAS ERUPTIVAS DE LA SUECIA SEPTENTRIONAL

La excursión señalada en el programa con la letra A, duró veintiún días, constando de varias secciones dirigidas por geólogos especialistas. La primera se consagró á la comarca de Yamtland, bajo la dirección del Sr. Hoegbom, y su principal objeto fué enseñar á los geólogos extranjeros los parajes más instructivos como fundamento de la teoría de las cobijaduras y su aplicación á la cordillera escandinávica. El borde oriental de esta cordillera ofrece en su tectónica analogías notables con las montañas del Occidente de Escocia, repitiendo en escala mayor los rasgos peculiares de las cobijaduras de aquel país. Las formaciones afectadas por los grandes movimientos orogénicos presentan grandes semejanzas en ambas regiones; pero en Escocia los empujes vinieron de E. Se. y arrastraron á las masas pétreas de la parte oriental sobre el suelo siluriano del O. En Suecia, por el contrario, las cobijaduras vinieron del S. O. y han cubierto las regiones silurianas del S. Además, en Escocia los movimientos fueron anteriores á la arenisca roja antigua, de la cual están separados por un período de denudación, en tanto que en Escandinavia debieron persistir durante los tiempos devonianos. La geología de la región sueca de las cobijaduras han sido, como su análoga en Escocia, objeto de muchas controversias, variando las opiniones é interpretaciones á medida que han progresado las exploraciones.

Según los mapas trazados con arreglo á los estudios hechos de 1860 á 1875, y cuyos resultados compendió Toernebohm en su obra *Ueber der Geognosie des Schwedischen Hochgebirge*, las cuarcitas y pizarras occidentales parecen seguir la posición normal sobre los desedimentos silurianos infrayacentes. Investigaciones posteriores demostraron la existencia de una

superposición anormal á lo largo de casi todo el borde oriental de la cordillera; pero hasta el año 1908, en que Toernebohm publicó su Memoria *Ijaellproblemet*, no se aplicó la nueva teoría á esta estructura tectónica, aunque ya Hogbohm había demostrado la existencia, al Oeste de Verner, de superposiciones en virtud de las cuales los gneises arcaicos vinieron á colocarse sobre un conjunto de capas de formación más moderna. Por aquella época, las investigaciones de los geólogos de la Gran Bretaña en Escocia habían dado sólido fundamento á la teoría de los arrastres de masas pétreas ó cobijaduras, y se habían estudiado también las estructuras especiales que los movimientos de este género han producido en las rocas. El tiempo parecía, pues, sazonado para la aplicación de la teoría; pero no es de extrañar que no hiciese prosélitos sino muy lentamente en Escandinavia, dado que su aplicación á este país implicaba arrastres mucho mayores que los de Escocia, los cuales en aquel tiempo se consideraron como algo de anormal ó completamente extraordinario en comparación con otras partes del mundo. Toernebohm no vaciló en deducir las consecuencias de la nueva teoría, y después de una revisión de toda la parte central de la cordillera escandinávica desde Jotunheim hasta el N. de Iamtland, pudo publicar su importante obra *Grundragen of der Centrala Scandinaviens bergbygnad*, acompañada de un mapa en que se aplicaron sus interpretaciones á la estratigrafía y geotectónica de la región.

La parte oriental de ésta fué presentada desde el mismo punto de vista y en mayor escala por Hoegbohm en 1894; y, más recientemente, Holmquist ha demostrado la existencia de superposiciones anormales ó cobijaduras en la parte N. del borde de la cordillera, que corresponde á la Lapponia sueca.

En cuanto á la parte S., que corre por la Noruega Central, desde Jotunheim á Hardanger, las opiniones de los geólogos noruegos no están aún acordes: algunos de ellos han aceptado la teoría de las cobijaduras, mientras otros se muestran indecisos ó sostienen la posición normal de las *cuarcitas de las altas montañas* (pizarras, gneises y cuarcitas) sobre el siluriano.

Así como en Escocia las cobijaduras aparecen más claras

en el distrito de Assynt, donde la denudación ha removido en gran parte las rocas superpuestas, en Suecia es el distrito de Jamtland el que ofrece mejor campo para excursiones a los geólogos que deseen familiarizarse en poco tiempo con la tectónica de la cordillera escandinávica. Allí alcanzan las cobijaduras su desarrollo máximo, apareciendo su conjunto dividido y recortado por la denudación, y allí, además, el siluriano fosilífero ayuda a trazar la estratigrafía. Aquel distrito es el primero en que las cobijaduras se han trazado en el Mapa y el mejor dotado de vías de comunicación.

Con el itinerario de Ostersund a Storlien pudo atravesarse en toda su anchura (por lo menos de 140 kms.) el gran manto de recubrimiento, y se visitaron detenidamente algunas de las localidades más clásicas e instructivas.

Las impresiones de los geólogos participantes en esta excursión fueron altamente favorables a las nuevas teorías, que poco a poco se imponen y ganan cada vez más prosélitos.

La segunda etapa (B) de la misma excursión tuvo por objeto especial el estudio tectónico y petrográfico de los macizos eruptivos postarcaicos de Ragunda (lacolito de granito y diabasa), de Alno (rocas muy variadas, desde las sienitas con nefelino hasta las más básicas, piroxénicas y de olivino y magnetita), de Roedoe (granitos atravesados por diques de rocas muy diversas) y de Nordinga (granitos gabros, dioritas y labradoritas).

La sección tercera (C) se dedicó al examen de los grandes yacimientos de mineral de hierro de Gellivare, Kirunavaara y Luossovaara, reuniéndose en Mellansel con la excursión especial de Ingenieros de Minas que partió de Estocolmo el 6 de Agosto.

Por el interés, tanto científico como industrial, que ofrece el estudio de estos célebres criaderos, hacemos su descripción en capítulo aparte y más extenso, que encajará mejor en la segunda parte de nuestro trabajo, dedicado a la cuestión del hierro, tema importantísimo tratado en las sesiones del Congreso.

Después de hecho el estudio de aquellos yacimientos, principalmente bajo el aspecto geológico, se dividieron los excursionistas en dos grupos; el primero, del que formó parte uno

de los firmantes (Rubio), se ocupó en el estudio técnico del laboreo y transporte de los minerales, mientras que el otro, al que se agregó Adán de Yarza, realizó el programa de la sección 4.ª (C) examinando, bajo la dirección de Holmquist, la tectónica de las montañas que limitan el gran lago Tornetraesk, en Laponia, donde, como antes decíamos, se ha comprobado la existencia de cobijaduras.

La parte escandinávica de la cordillera Caledoniana, cuyo plegamiento tuvo lugar posteriormente a los tiempos silurianos, está muy desgastada por la erosión, en algunos lugares completamente demolida, quedando en otros solamente restos del conjunto plegado en medio de las formaciones arcaicas.

Las que constituyen en la región Tornaetraesk la parte propiamente montañosa, están cortadas por anchos valles, socavados a veces hasta el terreno primitivo infrayacente. Además, sirviendo de base a las montañas, se encuentra la extensa planicie de la formación primitiva, que, generalmente, no presenta señales de deformación postarcaica; así, pues, la región montañosa comprendida entre Tornaetraesk y la costa de Noruega aparece en conjunto compuesta de restos de la cordillera plegada y del substrato arcaico descubierto. Pero estas dos partes componentes presentan diferentes caracteres a los dos lados de una línea que, aproximadamente, coincide con la divisoria de los dos reinos. En Noruega se encuentran los restos de la Cordillera en zonas hundidas y comprimidas, en que las pizarras tienen estructura cristalina, predominando las inclinaciones fuertes. En la parte sueca, las formaciones que constituyen las altas montañas, correspondientes al borde oriental de la cordillera, forman un conjunto de capas en posición más próxima a la horizontal: las de la formación siluriana, que, como ya se ha dicho, deben su conservación a la cubierta de rocas más duras, empujadas o arrastradas sobre ellas, presentan la estructura clástica, no metamorfizada o poco modificada por influencias mecánicas, y las rocas superpuestas ofrecen la estructura denominada *cataclástica* o *microbrechoide*, como si hubieran sido trituradas en su movimiento de arrastre, sufriendo luego sus elementos componentes un nuevo arreglo. Es decir, que la parte noruega representa la zona plegada de la cordillera, mientras que la

parte sueca corresponde á la zona de arrastres ó cobijaduras por empujes procedentes del O. En la parte sueca no hay rocas eruptivas más modernas que atraviesen estas formaciones. En la parte noruega las hay, abundando sobre todo un granito aplítico gris claro.

Las causas de esta disimetría de la cordillera caledónica se hallan probablemente en su modo de formación, mediante tres acontecimientos diferentes, pero íntimamente ligados entre sí: hundimientos de masas grandes ó pequeñas de formaciones más modernas, en la primitiva infrayacente; plegamiento en conjunto de estos sedimentos hundidos; arrastre de formaciones próximas, por cuyo efecto las más antiguas fueron obligadas á caminar á través y encima de las más modernas.

Este movimiento horizontal debió ser resultante de los empujes del conjunto, mediante la reducción del área de la zona plegada. En cuanto á la magnitud de este movimiento, admitida la hipótesis de que se ha verificado de O. á E., las investigaciones en Tornaetraesk parecen demostrar que ha llegado á un máximo de 14 kilómetros; pero es probable, y en algunos casos está demostrado, que los arrastres no se verificaron solamente en sentido transversal á la cordillera, sino también paralelamente á ella, lo que aminora la probabilidad de largos resbalamientos. El estudio de la comarca de Tornaetraesk demuestra también que los arrastres se efectuaron según varios planos, dispuestos unos sobre otros.

Expuestas estas nociones sobre la tectónica de la comarca de Tornaetraesk, reseñaremos brevemente las formaciones que la constituyen.

La formación primitiva ó arcaica se compone de granitos, sienitos, rocas verdes, gneises y pizarras cristalinas. Como sucede con frecuencia, las rocas eruptivas de profundidad forman la parte principal en extensiones considerables. En la parte oriental domina la sienita hornabléndica, del mismo tipo que la de las comarcas mineras de Kiruna y Gellivara. Junto á las sienitas macizas vienen también sienitas pizarreñas, parecidas á los gneises. La diorita se presenta en masas lenticulares enclavadas en la sienita. Los granitos forman la mayor parte del terreno en algunos parajes, y se distinguen

entre ellos diversas variedades, que han sido designadas con nombres tomados de las respectivas localidades. Las pizarras representan, según toda probabilidad, formaciones superficiales, antiguas metamorfozadas: *supracristales*, como las llama Sederholm, para distinguirlas de las *infracristales* formadas en profundidad. Sólo han quedado masas reducidas de esas pizarras, incluidas en los granitos arcaicos; hay entre ellas anfibolitas, principalmente en la parte noruega, gneises, pizarras micáceas, que dominan en los contornos del lago Vasijaure, y están atravesados por diques de granulito, y, por último, dolomías. Los planos, ya de estratificación ó ya de fisilidad de estas rocas, se presentan generalmente muy levantados, contrastando con la posición próxima á la horizontal que dominan en las rocas de las montañas inmediatas.

No sólo en la parte menos quebrada de la comarca es donde aparecen las rocas arcaicas. Se las ve también en algunos parajes de la parte montañosa en que la erosión ha hecho desaparecer las formaciones más modernas que las cubrían, dando lugar á lo que se ha llamado *ventanas*. Tal sucede en Carsatal y en los contornos del lago Vasijaure. Además, por efecto de los indicados arrastres, se encuentran en las montañas las rocas arcaicas superpuestas á otras más modernas. En la parte oriental, dichas rocas cataclásticas de composición sienítica ó granítica, es decir, que coinciden bajo este aspecto con las sienitas ó los granitos arcaicos de las inmediaciones. En la parte occidental las masas superpuestas son principalmente pizarrosas, micáceas análogas petrográficamente á las de la inmediata formación, y á veces también en íntima relación geológica con las mismas.

Las formaciones de las altas montañas presentan caracteres análogos á los de toda la cordillera postsiluriana. La estructura geológica de ésta, á través de toda la Laponia, se desarrolla de un modo uniforme. Al borde oriental se encuentran los restos de la formación siluriana no metamorfozada; después vienen hacia el O. las masas cataclásticas cobijando el siluriano; más arriba y más al O. siguen las llamadas *pizarras duras*, rocas de aspecto semejante á haellflintas, compuestas de granos diminutos de cuarzo y de feldespatos con algunas laminillas de mica, y cuya edad no está bien determi-

nada; íntimamente relacionadas con esta roca aparecen potentes masas de anfibolita, que en la parte S. de la comarca contienen también gabros. En los valles que atraviesan la cordillera aparece una serie espesa de pizarras cristalinas, generalmente blandas. Esta serie comienza en Tornaetraesk con calizas en la parte inferior; siguen luego pizarras micáceas blandas y lustrosas con algunas intercalaciones de pizarras granatíferas y enfibolíferas, pizarras carbonosas y algunos lechos delgados de caliza y cuarcita. En las montañas más altas de la parte occidental de la comarca se encuentra por fin la masa de pizarras micáceas bastas, antes mencionadas, coronando este conjunto, pero fuertemente plegadas. Es de notar que la estructura cristalina de todas estas pizarras se acentúa conforme se marcha hacia O. y llega á su grado máximo allí donde su unión con las pizarras de la zona plegada occidental queda rota por la erosión.

La ascensión á la montaña de Luopata fué sumamente instructiva. Partiendo de la estación de Abisko, donde pernoctamos, seguimos por la línea férrea hasta la de Stenbacken, bordeando el lago Tornaetraesk y atravesando primero las pizarras duras, luego la formación siluriana y el granito arcaico. La estación de Stenbacken está situada en una faja de gneis intercalada entre granito y sienita. Desde allí comenzamos la ascensión de la montaña, cuya cumbre mide 1.225 metros de altitud; y como la del lago es 342 metros, resulta una diferencia de nivel de 883 metros. Marchando en dirección SO. atravesamos las colinas inmediatas al lago, constituidas por la sienita y pobladas de raquíuticos abelueds y algunos arbustos, llegando luego á la gran planicie de la misma roca desnuda de arbolado y cuya altitud se aproxima á 800 metros. Al SO. de esta planicie, que corresponde á la superficie de denudación presiluriana, se destacan las abruptas laderas de la montaña Luopata, donde aparece la formación cambriosiluriana, descansando sobre la sienita, en capas que buzan suavemente hacia el SO., y miden en conjunto un espesor de 150 metros. Comienzan por un conglomerado de poco espesor, alternando después capas de pizarra arcillosa y de arenisca, con alguna de caliza.

En una capa de pizarra arcillosa algo calífera, en la parte

superior de la serie, se han hallado algunos fragmentos de trilobites correspondientes á los géneros *Arionellus*, *Elipsocephalus* y *Obolus*.

Sobre las capas silurianas descansan las masas de roca denominada *kakirita*. La capa de pizarra inmediatamente inferior á esta roca aparece surcada por numerosas superficies lustrosas de resbalamiento, que casi han hecho desaparecer los primitivos planos de estratificación, y además se encuentra triturada y reducida á polvo en un par de milímetros de espesor, paralelamente á la capa caliza subyacente. La *kakirita* ha recibido este nombre de la comarca del lago Kakir en Laponia, donde es muy abundante. Su contacto con la formación siluriana corresponde claramente á una superficie de dislocación ó de resbalamiento. Con el microscopio se ve que la *kakirita* de Tornaetraesk tiene siempre estructura microbrechoide, y entra en el grupo de las rocas designadas por Kjerulf con el término de *cataclásticas*, y por Lapworth con el más sencillo de *mylonitas*. Contiene, como elemento predominante, feldespatos alcalinos, y además hornablenda parda, juntamente con minerales de formación secundaria, como epidoto-clorita y mica. Estos últimos constituyen el cemento que traba los fragmentos angulosos del feldespato. Tales hechos parecen demostrar que la roca es una sienita triturada y cementada de nuevo. Su composición química corresponde también exactamente á la de la sienita. En la parte inmediata á la superficie de resbalamiento está cruzada por rendijas en todas direcciones, hasta tal punto, que apenas puede sacarse con el martillo un ejemplar libre de ellas. En la parte occidental de la montaña se encuentran rocas cataclásticas, que además de los feldespatos alcalinos contienen cuarzo, y parecen proceder de la trituración de una sienita cuarcífera ó de un granito, habiendo servido de cemento principalmente la muscovita. A simple vista aparecen como rocas compactas y muy duras. Más al O. se presentan superpuestas á las *kakiritas* ó *mylonitas* las indicadas *pizarras duras*, que en otros lugares se ven debajo del siluriano.

Esta formación se ve en otros puntos cobijada por las pizarras granatíferas y micáceas cuya dependencia del terreno arcaico hemos indicado antes.

Todos los hechos que llevamos referidos parecen, pues, confirmar la hipótesis de los arrastres de masas pétreas que han venido á cobijar la formación siluriana más moderna, viéndose en la superficie de contacto las huellas de un resbalamiento.

Regresaron los excursionistas á la estación de Stenbaken, tomando allí el tren, se dirigieron al puerto de Narvik (Noruega), donde se verifica el embarque de los minerales de Kiruna y Gellivare.

Allí se encontraron con los compañeros que quedaron estudiando aquellas explotaciones mineras, y todos reunidos presenciarnos las operaciones de embarque, sobre las cuales dieron los directores precisas explicaciones en inglés, alemán y francés.

A Narvik concurren también los expedicionarios de la excursión A₄, cuyo principal objeto fué el estudio de los fenómenos cuaternarios de la comarca de Tornaetraesk.

En Narvik nos embarcamos para Trondhjem, y durante esta travesía pudimos observar la morfología que á las costas de Noruega y á las islas inmediatas han impreso los diversos fenómenos geológicos que allí tuvieron lugar.

Desde Trondhjem regresamos, por ferrocarril, á Estocolmo, donde llegamos el 17 de Agosto, á fin de asistir á las sesiones del Congreso, que comenzaron al día siguiente.

CAPITULO V

LAS COBIJADURAS EN LA REGIÓN ALPINA DE SAREK

Simultáneamente con las excursiones de que hemos hecho breve reseña tuvo lugar otra reservada para reducido número de geólogos habituados al alpinismo, bajo la dirección de Hamberg, á las montañas de Sarek, las más altas de Suecia. Su objeto fué el estudio de la tectónica, y singularmente de las grandes cobijaduras, así como el de los fenómenos glaciares de las épocas cuaternaria y actual.

La comarca de Sarek, enclavada en la parte meridional de la Laponia sueca, contiene las mayores altitudes del reino (2.123 metros, Pico de Kebnekaise).

Su constitución geológica se asemeja mucho á la que á grandes rasgos hemos descrito en Tornaetraesk, pudiendo considerarse compuesta de cuatro grupos ó miembros, que, en orden ascendente, son: 1.º, formación primitiva ó arcaica y precambriana; 2.º, formación siluriana; 3.º, gran manto ó cobijadura de sienitas; 4.º, gran manto de anfibolitas.

El primer miembro, sobre el cual descansa la formación siluriana, es, en gran parte, eruptivo (granitos, sienitas, granulitos) y en parte sedimentario (cuarcitas, probablemente precambrianas).

La formación siluriana aparece en capas horizontales ó con ligero buzamiento al O. ó al NO. Las más altas, en unos veinte metros de espesor, están un poco más trastornadas. Se compone esta formación de pizarras arcillosas y areniscas, que alternan varias veces, y algún lecho calizo, midiendo el conjunto, próximamente, 150 metros de espesor. Sobre el siluriano viene, en la parte oriental de la región, la gran masa ó manto de sienita, constituida principalmente por esta roca, aunque también contiene granitos, dioritas y gabros. Estas rocas, que forman el techo de la formación siluriana, están casi siempre modificadas por metamorfismo dinámico, á veces hasta tal punto, que ha desaparecido su estructura primitiva. Es característica en la parte oriental, para las sienitas y granitos, y hasta para las rocas más básicas, una trituración en fragmentos lenticulares ó rómbicos, que han conservado sus posiciones mutuas y han sido cimentados por detritus de diversos minerales, que con el microscopio se reconoce ser granos pequeños de feldespato, cuarzo, clorita y muscovita.

A los dos lados de las superficies de rotura suelen estar los cristales de feldespato fuertemente arqueados. Una trituración parecida han sufrido las capas de la formación siluriana inmediatas al contacto con el manto sienítico.

Superpuesto á éste viene el de las anfibolitas. Su armazón, si así puede llamarse, se compone de pizarras micáceas y cuarcitas; las primeras contienen á menudó granate y feldespato, y son, probablemente, rocas eruptivas metamorizadas

dinámicamente. Entre las pizarras micáceas y la cuarcita suele presentarse una roca de color violeta con granate, muscovita y biotita. Todas estas rocas son cristalinas y no presentan estructura cataclástica: corresponden al grupo de Seve, posterior al arcaico y anterior al siluriano.

Esta formación pizarrea contiene en su parte septentrional grandes moles de anfibolita, que forman las cumbres más altas de las montañas. Son estas anfibolitas rocas de grano fino ó mediano, con estructura paralela, en cuyos planos se ven cristales ó fragmentos cortos y gruesos de hornablenda; en su composición interviene el anfíbol en la proporción de un 50 á 75 por ciento del total. Son producto de transformación de diabasas y gabros, que se encuentran inalterados entre la masa de anfibolitas, existiendo entre estas y aquellas rocas toda clase de tránsitos. Las anfibolitas se presentan, por lo general, entre pizarras micáceas y cuarcitas, con apófisis que penetran en esta roca lateral.

La erupción gabro-diabásica debió durar mucho tiempo, ocurriendo entre tanto trastornos tectónicos en las rocas, con producción de nuevas fisuras que atravesaran las anteriores y fueran á su vez rellenas por la materia eruptiva. No faltan por completo las calizas en la gran masa anfibolítica. Hay también peridotitas y serpentinas, cuya posición aparece algo confusa. Las rocas ácidas son muy raras en este grupo.

El siluriano, como ya se ha dicho, permanece casi horizontal sobre el suelo arcaico ó precambriano. Solamente en las capas superiores aparecen las señales de una trituración.

La sienita inmediata á la superficie de contacto con el siluriano está más fuertemente triturada que los estratos silurianos sobre que descansa; todo lo cual parece confirmar la hipótesis de un arrastre de la masa sienítica sobre el siluriano. La distancia, desde el punto más occidental del siluriano hasta el extremo oriental del manto sienítico, medida en dirección NO. á SE., es de unos 40 kilómetros, cifra que representaría la longitud mínima del movimiento de arrastre, que probablemente fué mucho mayor.

En cuanto al origen del manto anfibolítico, no puede creerse que las sienitas constituyen un lacolito inyectado bajo las anfibolitas, porque no se encuentra la sienita relleno

las numerosas fisuras que presenta la masa anfibolítica. Tampoco puede admitirse la hipótesis de que las anfibolitas, procedentes de diabasas y gabros, hayan atravesado las sienitas en forma de erupciones, pues no se encuentran en la masa sienítica los diques ó chimenas por donde ascendiera la masa en fusión. Es de suponer, por tanto, que la masa anfibolítica ha sido arrastrada sobre la sienítica, del mismo modo que ésta lo ha sido sobre el siluriano. La masa anfibolítica cobija al O. el siluriano, lo mismo que la masa sienítica lo cobija al E. Hamberg, que ha investigado minuciosamente la superficie de contacto de ambas masas, asegura que las dos rocas toman estructura pizarrea, con fuertes pliegues que no se corresponden, á uno y otro lado de dicha superficie.

En cuanto al contacto, en la parte occidental del siluriano y la masa anfibolítica, las señales del movimiento de arrastre no son tan aparentes como en el del mismo siluriano y las sienitas de la parte oriental, pero no dejan de presentarse, particularmente en las anfibolitas y las cuarcitas. El conjunto de la formación anfibolítica produce la impresión de una masa pétreas varias veces triturada y descompuesta.

CAPITULO VI

FENÓMENOS CUATERNARIOS

Acaso en ninguna parte del Globo ofrece tanto interés ni se ha llevado á tan alta perfección como en Escandinavia el estudio de las huellas que han dejado los fenómenos ocurridos en la edad cuaternaria. De estas investigaciones se deducen las vicisitudes por que pasó la región desde que quedó cubierta por la gran masa de hielo llamada *Islandsis* ó *Inlandeis*, hasta llegar á su estado actual. Varias de las excursiones dirigidas por geólogos especialistas tuvieron por fin principal este estudio. Una de ellas examinó la morfología de la comarca de Tornætraesk, dedicándose al estudio de las rocas estria-

das, de los cantos errantes, de las morenas terminales, para deducir de todas estas observaciones el sentido del movimiento de los hielos y su extensión en los diferentes períodos; una parte de la excursión á la comarca alpina de Sarek se consagró á observaciones análogas; pero la región más clásica para este género de investigaciones es la parte media del Norland. Las provincias de Jaentland y de Angermandland, por su situación en el centro de Fenoescandia, corresponden á la parte central de la gran masa de hielo, que al principio de la edad cuaternaria cubría la Europa septentrional, análogamente á lo que hoy ocurre en la Groenlandia, y al mismo tiempo comprenden el lugar donde el movimiento de elevación del territorio, posterior á la época glaciaria, alcanzó su máximo de 284 metros sobre el nivel actual del mar.

Con respecto á su historia postglaciaria y á las condiciones que de ella se derivan, puede dividirse esta región en tres partes ó zonas muy diferentes: una occidental, caracterizada por los depósitos y señales litorales que dejaron los lagos retenidos por la masa de hielo; una oriental, con depósitos marinos; y una central, en que predomina el suelo morénico.

Zona occidental ó de los lagos. A consecuencia de la desviación hacia el E. del eje superior ó divisoria del Islandsis, las altas montañas y la formación siluriana, más baja en los contornos de Storsjoe, quedaron libres de la cubierta de hielo más temprano que la parte oriental del Jaemland. Los valles pluviales y las partes inferiores de las montañas quedaron cubiertos de lagos, retenidos al E. por la masa de hielo en vías de fusión. Estos lagos, en sus primeras etapas, salvando la divisoria de aguas, desaguaban hacia el Atlántico. A medida que progresaba la fusión del Islandsis, los lagos se extendían hacia el Oriente, y para algunos de ellos se abrieron pasos más bajos; así el nivel de la superficie de las aguas descendió por saltos, é invirtiéndose el sentido de la corriente llegaron los lagos á desaguar en el Golfo de Botnia.

Aquellos lagos dejaron sedimentos en su fondo, y terrazas en sus orillas á diferentes niveles. Abundan por eso en la comarca las terrazas en las partes altas de las laderas de las montañas, los sedimentos de limo y arcilla en su fondo, los valles secos, las gargantas abiertas en terreno rocoso, cauces

de antiguos torrentes por donde los lagos tuvieron su primitivo desagüe, revelando todo esto una hidrografía complicada y muy distinta de la actual.

Zona oriental. No eran menos diferentes, con respecto á las actuales, las condiciones geográficas de esta zona hacia el fin de la época glaciaria. Cuando el progreso de la fusión de los hielos redujo tanto su masa que las actuales costas del Golfo de Botnia quedaron al descubierto, el país se hallaba tan hundido, que sólo las cumbres de las montañas más altas sobresalían del mar á manera de islas, y los valles se convirtieron en brazos de mar, llegando los más largos hasta cerca de los restos del Islandsis.

La línea lateral de aquel mar está señalada en las laderas de las montañas por las características erosiones y acumulaciones de cantos producidos por las olas. En el interior de los valles se encuentran planicies correspondientes á deltas que formaron los ríos en sus desembocaduras. Con la elevación del territorio las desembocaduras de aquellos ríos fueron desviándose hacia Oriente, y los primitivos deltas fueron socavados; de suerte que en cada gran valle precuaternario esculpió el correspondiente río un segundo valle interior. Pero á veces les fué más fácil que el abrir brecha en las barreras constituidas por morenas de antiguos heleros, desviar su curso y hallar otro desagüe.

Este proceso dura todavía en las costas y en las desembocaduras de los ríos, puesto que continúa el movimiento de elevación del terreno. Según observaciones directas, su término medio ha sido en el último siglo algo más de un centímetro por año.

La zona central se halla comprendida entre las dos anteriores, y es aquella que más tiempo permaneció cubierta por los restos del Islandsis. Su anchura es de unos cuantos kilómetros, y allí ni los depósitos marinos ni los lacustres han tapado los de origen glaciario; el suelo morénico domina, no sólo en las partes inferiores, sino hasta en las laderas menos abruptas de las montañas, y por la situación de las morenas terminales han podido inferirse los progresos de la fusión del Islandsis hasta su total desaparición.

CAPITULO VII

ESTUDIOS SOBRE LAS TURBERAS.—SU CONEXIÓN CON LAS VICISITUDES DEL SUELO Y DEL CLIMA DE ESCANDINAVIA EN LA EDAD CUATERNARIA

Una parte considerable de los valles y llanuras de Suecia, y sobre todo de los contornos de sus lagos, está cubierta de turba. Su aprovechamiento, ya para el cultivo, ya para la industria, no deja de tener importancia; pero, prescindiendo aquí de este aspecto de la cuestión, sólo nos proponemos demostrar el interés científico de las investigaciones referentes al modo de formación de estos depósitos y las consecuencias que de ellas se derivan con respecto á los cambios de clima y de elevación del suelo desde la época glaciaria hasta nuestros días.

Los estudios de Sernander, Gunar Anderson, Post y otros investigadores en las turberas de Suecia, los de Weber en las de Alemania, los de Schroeter y Fruech en Suiza, se basan en los mismos métodos y han llegado á resultados de suma importancia.

El conocimiento perfecto del modo de formación de una turbera exige la determinación de las especies vegetales que han engendrado cada una de sus capas; el conocimiento de las condiciones en que viven esas especies ó sus similares; el trazado de perfiles estatigráficos de toda la cuenca; un estudio topográfico é hidrográfico, relacionando los datos así obtenidos con la evolución geográfica de la región, con las variaciones seculares del nivel del suelo y con los descubrimientos de objetos prehistóricos ó de edad menos remota.

Para dar á conocer los resultados de estos estudios se dispuso una excursión especial á las turberas de la llanura de Narke, comprendida entre los 58° 40' y 59° 40' de latitud. Su altitud es de 23 metros en su parte inferior, valle Hjaelmare,

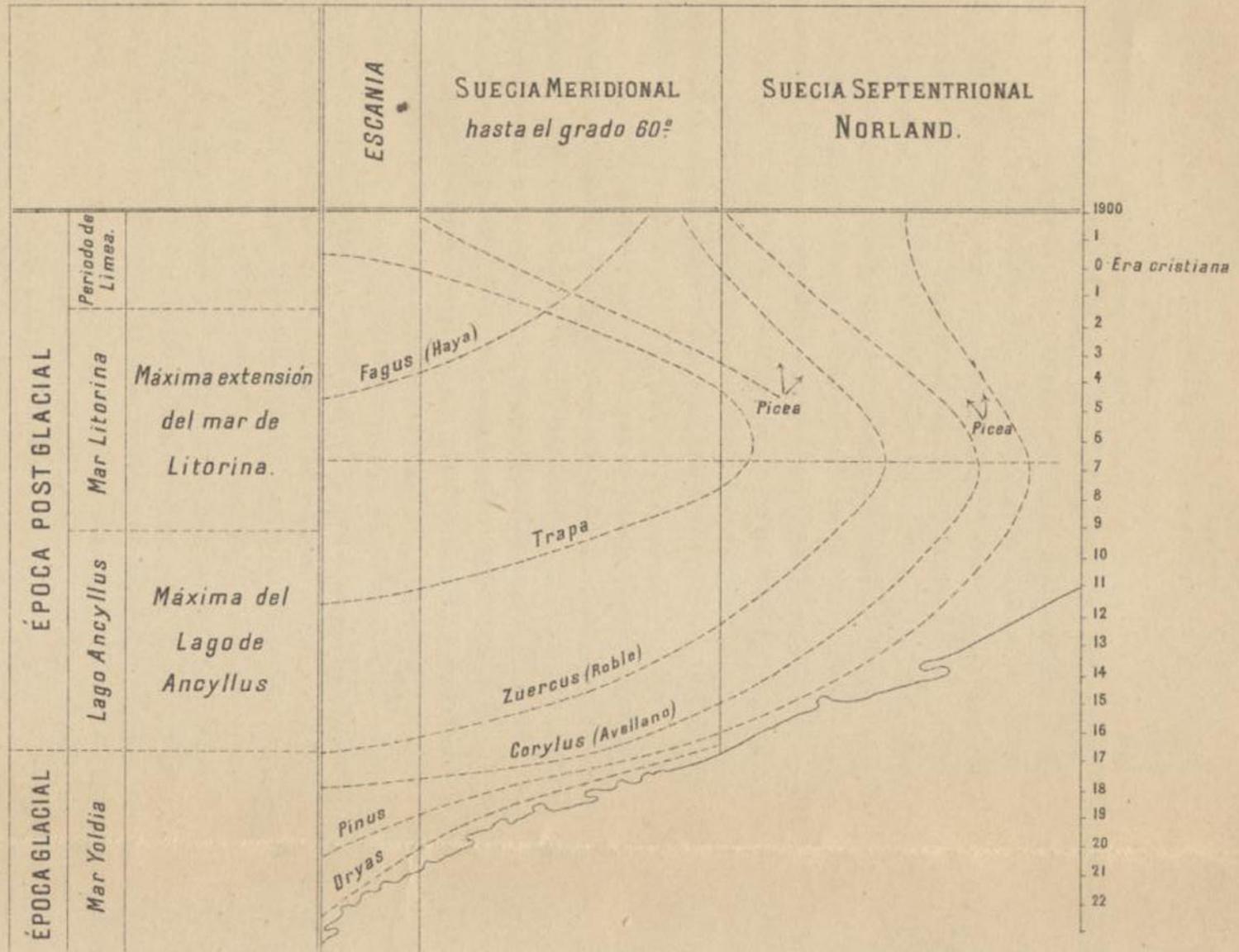


mientras que el límite superior marino (mar de Yoldia) y el lacustre (lago de Ancylus) se hallan respectivamente en aquella región á 110 metros y 70 á 75 metros.

Por lo general, las turberas de Suecia han comenzado por ser un lago. Unas veces la formación de ese lago fué debida á que las aguas fueron detenidas por la masa de hielo ó por las morenas terminales de los heleros; otras veces á que, al retirarse el mar en el último período cuaternario (mar de Litorina) quedaron retazos aislados del mismo. El substrato ó base de las turberas es un sedimento arcilloso, casi siempre abundante en diatomeas.

Después viene la capa ó capas denominadas *gytja*, también arcillosa, pero que, además de diatomeas, contiene otros muchos microorganismos planktónicos y algunos restos de vegetales. Se distinguen diferentes clases de *gytja* y de arcilla, con tránsitos entre unas y otras. Sobre la *gytja* comienza la turba propiamente dicha, en la cual se han distribuido hasta catorce clases, caracterizada cada una por las especies vegetales á que debe su origen y por el estado en que se encuentran los restos de las plantas. Todas estas clases de turba, cuya nomenclatura no detallamos, así como la *gytja* y la arcilla inferior, se dividen en tres series, llamadas, según Weber, *limníca*, *telmática* y *terrestre*, denominaciones que corresponden a las de *turba de lago*, *turba de pantano* y *turba de bosque*, traducción de las que se usan en Upsala. La serie limníca es la que se ha constituido por bajo del nivel inferior de las aguas en el lago actual ó en el de un período anterior. La serie telmática es la que se ha formado entre dicho nivel y el medio anual de las aguas mas altas, ó sea en el espacio comprendido entre las variaciones anuales del nivel del agua. La serie terrestre ó superior se ha formado en bosques cuyo suelo nunca, ó sólo en casos excepcionales, ha estado cubierto por el agua. Pero como el nivel de las aguas altas es poco preciso, ha sido necesario distinguir una serie intermedia ó semiterrestre.

Es de gran importancia para la determinación de las condiciones topográficas de una cuenca la fijación exacta de los límites entre la serie terrestre y la telmática (donde ésta se acuña) y entre la telmática y la limníca. La distancia vertical en-



tre esos límites representa la amplitud de las oscilaciones del nivel del agua en el lago correspondiente.

También se ha procurado fijar, siempre que ha sido posible, el nivel en que comienza á aparecer en las turberas el polen de la *Picea excelsa*, á fin de fijar la época en que esta especie tan característica de la actual flora forestal de Escandinavia inmigró á aquellas regiones.

En consecuencia del estudio comparativo de las turberas, de descubrimientos arqueológicos á diferentes niveles de los mismos, de sus relaciones con las oscilaciones del suelo, del retroceso hacia el Norte del borde del Islandsis, cuya velocidad anual se ha podido inferir mediante el examen de sus morenas terminales, se ha llegado á establecer la división de la edad cuaternaria en períodos que se caracterizan por el estado geográfico de la región, por su clima y por su flora, y hasta se ha intentado determinar la duración de cada período.

He aquí un resumen de esa división:

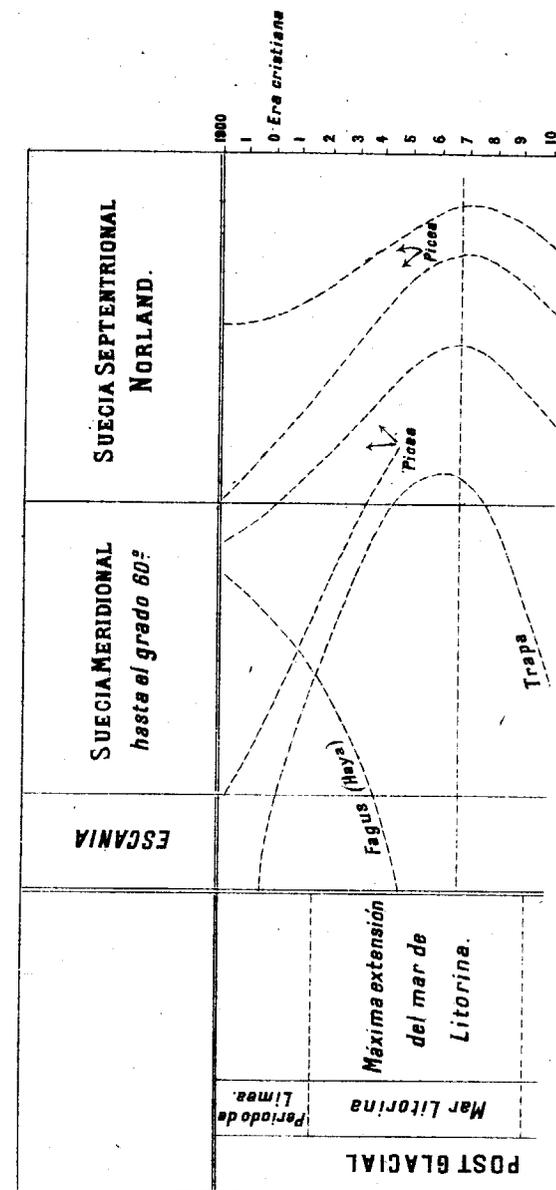
1.º *Período glacial*, en que toda la Fenoescandia se halla cubierta por gran masa de hielo, el Islandsis.

2.º *Período ártico*. Comienza la fusión y el retroceso del Islandsis; el territorio, mucho más deprimido que en la actualidad, permitía al mar Báltico penetrar en los valles, donde dejó sedimentos en que se encuentra la *yoldia islándica*, por lo cual á aquel mar se le designa con el nombre de mar de Yoldia. Es característica en la flora la especie *dryas octopetala* (de la familia de las rosáceas), que vive en la proximidad de los hielos.

3.º *Período subártico*. Continúa la retirada del Islandsis; el clima mejora. Predominan en la flora forestal el pino silvestre y el abedul. Al final comienza el avellano.

4.º *Período boreal*. Clima más cálido y más seco. El territorio se eleva; el mar Báltico queda sin comunicación con el Atlántico y se convierte en un lago de agua dulce (lago de Ancyllus); clima relativamente cálido y seco; roble, fresno, tilo, etc. En la serie telmática es característica la especie *Cladium mariscus*.

5.º *Período Atlántico*. Se restablece la comunicación entre el Báltico y el Atlántico. Penetra en los valles el mar de Litorina. Clima relativamente cálido y húmedo al principio. Pre-



domina el roble en la flora forestal. A la primera parte de este período corresponde el primero de la edad de piedra en Suecia. Después de la máxima extensión del mar de Litorina disminuye la humedad. Período de los dólmenes y de las cámaras sepulcrales. Comienza la inmigración de la *picea excelsa*.

6.º *Período suboreal*. Caliente y seco. Retrocede el mar de Litorina á consecuencia de una nueva elevación del terreno y las aguas se hacen menos saladas (período de la Limnea). Continúa propagándose la *picea excelsa*; no escasean los robles y avellanos. En la serie límnic es característica la especie *trapa matans*, de la familia de las onagráceas. Comprende este período el último de la edad de piedra en Suecia (alrededor de dos mil años antes de Jesucristo, según cálculos de Montelius y otros autores) y la edad de bronce. Se presume que la temperatura media debía superar en dos grados centígrados á la actual.

7.º *Período subatlántico ó de la Mya*. Continúa la elevación lenta del suelo. Recrudece el clima, haciéndose más frío y húmedo; las especies vegetales del Norte emigran hacia el Sur. Predomina la *picea*. Edad del hierro, tiempos históricos.

El siguiente diagrama, tomado de H. Munthe, representa gráficamente estas conclusiones. Lleva ese diagrama una escala cronológica en miles de años, fundada en los cálculos de Montelius, de Broegger y del propio autor, según la cual habrían transcurrido unos veinticuatro mil años desde la máxima extensión del Islandsis hasta el presente.

No pueden admitirse tales cálculos sin una prudente reserva. Los geólogos norteamericanos han llegado á resultados muy diferentes, apreciando con pocos millares de años el tiempo transcurrido desde la última glaciación en su país, que todo parece indicar que fué contemporánea de la del Norte de Europa.

CAPÍTULO VIII

EXCURSIONES DURANTE LAS SESIONES DEL CONGRESO

Durante los días en que se celebró la sesión del Congreso tuvieron lugar varias excursiones que, sin emplear más que un día ó algunas horas, permitieran estudiar algunos puntos de la geología escandinávica á los que no habían podido asistir á los viajes más largos dispuestos para fines análogos.

Una de las excursiones más interesantes de esta serie fué la que, bajo la dirección de G. de Geer, tuvo por objeto el estudio de los fenómenos cuaternarios de Estocolmo.

La geología de los contornos de la capital de Suecia se caracteriza por una serie de afloramientos de rocas arcaicas, formando colinas estriadas y redondeadas por los heleros cuaternarios. Estos dejaron en su retirada morenas terminales pequeñas, con frecuencia muy claras, que marcan para cada invierno una interrupción en el retroceso de la masa del hielo; retroceso que mide en aquella comarca próximamente 250 metros en cada verano. El período climático anual quedó además señalado por los depósitos fluvio-glaciales. Los materiales más bastos se acumulaban cada verano en la desembocadura de un gran río subglacial y formaron sucesivamente, de Sur á Norte, la serie de deltas llamadas Stocckholm-Ose. El sedimento fino correspondiente se depositaba en el mar, que entonces llegaba hasta el borde del manto de hielo continental. Así, ese sedimento fino (Harfviglera) indica para cada verano el retroceso anual de la masa de hielo.

En otra excursión, dirigida por Holmquist, se examinó la morfología de las islas del archipiélago de Estocolmo y el terreno arcaico de que están constituidas, fijándose más detenidamente en la isla de Uto. Terminó esta jornada con el suntuoso banquete ofrecido á más de doscientos congresistas por el profesor Sjoegren en su posesión de Nynaes.

Hubo también excursiones para el estudio del terreno cuaternario de Upsala, de las turberas de Oermossen y del siluriano de la isla de Gotland.

CAPÍTULO IX

LAS SESIONES DEL CONGRESO

Conforme al programa, se verificó solemnemente, el día 18 de Agosto, la apertura de la XI reunión del Congreso Geológico Internacional, bajo la presidencia de S. A. el príncipe real Gustavo Adolfo, que dió la bienvenida á los geólogos extranjeros. Siguieron los discursos del presidente y secretario de la reunión anterior en Méjico, Sres. Aguilera y Ordóñez, y se procedió después á la elección de cargos para la presente, siendo elegidos, presidente el barón de Geer, profesor de Geología y rector de la Universidad de Estocolmo, y secretario el Sr. Andersson, director del Servicio Geológico de Suecia. Según costumbre establecida, se otorgaron las vicepresidencias á geólogos de todas las naciones representadas en el Congreso, cabiendo ese honor á uno de nosotros.

Una vez constituida la nueva mesa, el Sr. Barón de Geer leyó un notable discurso acerca de *La Cronología de los últimos doce mil años*, y el eminente profesor norteamericano señor Van Hise pronunció otro, con muy atinadas consideraciones, acerca de *Influencia de la Geología aplicada en el progreso económico del mundo*.

Se levantó la sesión, y acto seguido tuvo lugar la recepción de los congresistas por S. M. el rey en su real palacio.

En las sesiones celebradas el día 19 se abrieron las discusiones acerca de algunos de los temas prefijados.

Sobre *La erosión glacial* disertaron los Sres. Davis, que trató de los *Estudios americanos* referentes á este asunto; Hoegbom, profesor de la Universidad de Upsala, sobre la acción erosiva del Islandsis en la Suecia central; Perck, de la

Universidad de Berlín, de *La erosión glacial en los Alpes*; Reusch, director del Servicio Geológico de Noruega, de *Los efectos de la erosión glacial en Noruega*; y Nordenskjold, profesor de la Universidad de Goeteborg, sobre la *Región de los Fjords*.

La aparición inmediata de la fauna cambriana fué uno de los temas que más conferenciantes atrajo, principalmente entre los geólogos que han investigado las comarcas más septentrionales de América y Europa, donde tienen gran desarrollo las formaciones precambrianas, en que apenas existen ó son problemáticas las huellas de seres organizados.

El profesor Jaekel expuso consideraciones generales sobre el origen de la vida en la tierra. El profesor Sollas, de la Universidad de Oxford, disertó sobre *La fauna proteica*. El señor Daly trató de *Las condiciones químicas del mar precambriano*, y el profesor Walter sobre *Las propiedades litológicas del yacente del cambriano*. El eminente investigador de los terrenos arcaicos y precambrianos de la Fenoescandia, Sr. Soderholm, hizo un detenido estudio sobre *Los vestigios de la vida en las formaciones proozoicas*. El sabio geólogo francés Sr. Barrios disertó sobre el *Origen del grafito en los sistemas precambrianos*. El profesor Rothpletz, de Munich, discutió la cuestión de si los organismos de que se conservan huellas en los cantos rodados calizos contenidos en la formación separagmática de Escandinavia deben considerarse como precursores de la fauna y flora cambrianas. El profesor Steimann, de la Universidad de Munich, consideró la fauna cambriana en sus relaciones con la evolución general del reino orgánico. El Sr. Evans, de Londres, trató el tema en su generalidad; y las conferencias del Sr. Walcot y del Sr. Mattheu se concretaron con especialidad al continente norteamericano y al Este y Sur de Terranova, respectivamente.

En la sección de Petrografía y Mineralogía presentó el señor Benedik una nota referente al hierro de Oviyak (Groenlandia), considerándole como un acero natural; y otra el profesor ruso Sr. Tschirwinski acerca de la composición química y mineralógica de los granitos de Suecia.

El día 20 comenzó la discusión sobre *La geología de los sistemas precambrianos*, en que intervinieron los más reputados

especialistas. El profesor Adams, de Montreal, atribuyó al metamorfismo de profundidad la estructura cristalina de las pizarras. El Sr. Sederholm presentó ejemplos muy típicos de refusión de rocas (Anatexis) en Finlandia. El Sr. Termier, profesor de la Escuela de Minas de París, explicó, con gran precisión, la teoría del metamorfismo de profundidad, apoyándose en sus observaciones en el macizo central de Francia y en los Alpes. El Sr. Barrois citó ejemplos en Bretaña, donde el estudio de las fallas y el aspecto de las rocas demuestran que éstas han sufrido un metamorfismo tanto más intenso, cuanto mayor es la profundidad á que se encuentran. El profesor Koenigsberg, de Friburgo (Alemania), trató de las pizarras cristalinas del macizo central de Suiza, comparándolas con las de otras regiones. El profesor Coleman, de la Universidad de Toronto (Canadá), aportó datos referentes al metamorfismo de las rocas precambrianas al Norte de Ontario. El Sr. Becke habló de las formaciones arcaicas de Austria. El profesor Grabermann, de Zurich, ventajosamente conocido entre los petrógrafos por sus estudios sobre las pizarras cristalinas, describió algunos *gneises de profundidad de los Alpes suizos*. El profesor norteamericano Sr. Lane discurrió acerca del valor estratigráfico del terreno Laurentino. El profesor Miller, de Toronto, expuso los principios en que, á su juicio, puede fundarse la clasificación de la formación precambriana, reconociendo las dificultades de establecer una clasificación cronológica. El Sr. Sederholm expuso su sistema de subdivisión del precambriano en la Fenoescandia. El Sr. Kemp, profesor de la Universidad de Colombia, describió las rocas arcaicas de la región de Adirondak, y, por último, el Sr. Coleman expuso un método de clasificación del terreno arcaico de Ontario. Como síntesis de todas estas conferencias, puede afirmarse que, aunque haya todavía mucho por aclarar en lo tocante al origen de las rocas arcaicas, va siendo unánime la opinión de que se han constituido en condiciones enteramente análogas á las que han prevalecido más tarde, tanto para las sedimentarias como para las eruptivas, y que sus caracteres primitivos han sido modificados por un metamorfismo que, en muchos casos, se produjo á gran profundidad y fué acompañado de inyecciones de granito.

En la sección referente á *Heleros y fenómenos cuaternarios*, presentó el profesor Lepsius, de Darmstad, y resumió, un extenso trabajo sobre *La unidad y las causas de la época glaciaria en Europa*. Atribuye las alternativas de avance y retroceso de los hielos á cambio de altitud. Considera el *loes* ó limo cuaternario como formación eólica, y no admite para los Alpes los cuatro períodos glaciares que en su obra clásica distinguen Penck y Bruchner. El Sr. Lozinski, de Lemberg, trató de la alteración mecánica de las rocas en los períodos glaciares é interglaciares. El Sr. Baren sostuvo la teoría que atribuye el *loes* cuaternario á la descomposición de las rocas *in situ* durante el período interglaciario. Y el Sr. Kramberger cito un caso, en Slavonia, donde el *loes* cuaternario ha experimentado trastornos estratigráficos.

En la sección de *Sismología* trató el profesor Hobbes, de Michigan, de los *Sistemas de fracturas de la corteza terrestre*. El profesor Stile, de Hanover, disertó acerca de las *Areas de hundimiento, de sedimentación y de plegamiento*. El profesor de Baltimore, Sr. Reid, habló de la relación entre fallas y terremotos; y el de Estraburgo, Sr. Rudolph, sobre la *Distribución geográfica de los epicentros sísmicos y su relación con la constitución de la corteza terrestre*.

En la sección de *Estratigrafía y Paleontología* presentó el Sr. Scharammer el resultado de sus investigaciones sobre las esponjas del cretáceo superior en el NO. de Alemania y Sur de Suecia. El Sr. Henrig describió un conglomerado pleistoceno con *Pecten*, de la isla de Hockburn, tierra de Grahm. El Sr. Gralm, profesor de Columbia, trató de la distribución del siluriano en la América del Norte, y de los sedimentos paleozoicos de origen continental en el mismo continente.

En la sección dedicada a las regiones polares, habló el barón de Geer sobre los cambios de nivel en el Norte de Europa. El Sr. Hein Arnold, de Zurich, resumió las observaciones hechas en el NO. de Groenlandia, especialmente en la isla de Disco y en la península de Nugsuak. El ingeniero Sr. Jarner hizo una breve reseña sobre las observaciones verificadas en el NE. de la Goenlandia por la expedición dinamarquesa de 1906 á 1908; y el Sr. Reinisch, profesor de Leipsik, pre-

sentó datos petrográficos de la expedición subpolar alemana de 1901 á 1903.

El día 22 tuvo lugar la discusión sobre los minerales necesarios para la futura industria del hierro, cuestión á que por su gran importancia dedicamos la parte más extensa de nuestro trabajo.

En el mismo día se discutió también el tema de *los cambios de clima después del máximo de la última glaciación*, interviniendo los Sres. Andersson, Brueckener y Wolikow.

En la sección de *Geología aplicada*, el Sr. Keidel, director del Servicio Geológico de la Argentina, expuso los resultados de las últimas investigaciones en aquella república. El Sr. Ferguson describió algunos depósitos auríferos de las Islas Filipinas. El profesor Sjoegren disertó acerca de la edad geológica de los diferentes tipos de minerales de hierro de Escandinavia. La conferencia, muy interesante, del Sr. Krusch, del Instituto Geológico de Prusia, versó sobre los yacimientos de minerales radioactivos y las condiciones de radioactividad. El ingeniero francés Sr. Lyon, habló de las formaciones auríferas de Francia, atribuyéndolas gran importancia.

Continuando sus trabajos la sección de estratigrafía y paleontología, trató el Sr. Vinasa de Regney, profesor de Catania, acerca del paleozoico de los Alpes Cárnicos, y el Sr. De la Torre comunicó el descubrimiento de una fauna continental pleistocena en la parte central de la Isla de Cuba.

Se reanudaron el día 24 las sesiones, suspendidas á causa del viaje á la isla de Gotland.

En la sección de *Geología general y regional* dió una conferencia muy instructiva el Sr. Schmid, profesor de Basilea, acerca de las cobijaduras de pizarras cristalinas sobre terrenos mesozoicos en los Alpes suizos, presentando ejemplos muy típicos mediante el aparato de proyecciones. El Sr. Balzer, profesor de Berna, habló también sobre la tectónica de los Alpes suizos. El Sr. Sederholm disertó sobre las líneas de fractura en sus relaciones con la geomorfología de la Fenoescandia.

En la sección de *Petrografía y Mineralogía* expuso el señor Adams los resultados de investigaciones experimentales sobre la ondulación (*flow*) de las rocas. El profesor de Cristianía, Sr. Vogt, enalteció la importancia de la Química física

para la Petrografía. El Sr. Doy, director del Laboratorio de Geofísica en el Instituto Carnegie, de Washington, discurreó acerca del análisis físico-químico cuantitativo de las rocas.

En la sección de *Heleros y fenómenos cuaternarios* se trató la cuestión, muy debatida, de la existencia de heleros en las antiguas edades de la Tierra. El Sr. Coleman habló de las huellas de la acción glaciaria en el huroniano inferior. El señor Marsden Manson, de San Francisco de California, discurreó sobre el significado de las glaciaciones antiguas y pleistocenas. El Sr. Fentsde, del Instituto Geológico de Berlín, trató de la disposición en escamas (*Lepidotaxis*) de las formaciones glaciarias. El Sr. Peci discurreó sobre las teorías de la edad glaciaria.

El día 25 continuaron las comunicaciones acerca de las regiones polares. El Sr. Vathorst, paleofitólogo del Museo de Estocolmo, presentó una nota sobre *el valor de las flores fósiles de las regiones polares*. Otra el Sr. Pompeckj, sobre *el jurásico de la región ártica*. El Sr. Uring describió la formación eruptiva de Ilimansak, Grenlandia. El Sr. Nordenskjold trató de las relaciones geológicas entre la América del Sur y el continente Antártico. Los Sres. David y Priestley presentaron *Notas geológicas de la expedición inglesa antártica de 1907 á 1909*; y el Sr. Gourdon otra nota sobre las regiones exploradoras en la Antártica por las dos expediciones Charcot.

Resoluciones adoptadas.—Clausura del Congreso.

En la tarde del día 25 tuvo lugar la sesión de clausura, dando cuenta las diversas Comisiones del Congreso de sus informes y proposiciones, que fueron adoptados por unanimidad.

Entre estos dictámenes figuran el de la Comisión internacional de Heleros, que seguirá reuniendo materiales para la próxima reunión. El de la Comisión del Mapa geológico de Europa, que en breve ha de quedar terminado; el de la Comisión para el establecimiento de una Revista internacional de

Geología, Paleontología y Petrografía, y el de la Comisión de la *Paleontología Universalis*.

La Comisión del grado geotérmico nombrada en la reunión anterior, considerando insuficientes los datos reunidos hasta ahora, propuso, y así se acordó, que esta cuestión sea una de las que se hayan de discutir en el próximo Congreso.

A propuesta del Servicio Geológico de los Estados Unidos de América se nombró una Comisión internacional para la confección de un mapa geológico del mundo, en escala de 1 : 1.000.000. Se nombraron también Comisiones internacionales: para el estudio de las fracturas de la corteza terrestre; para el examen y comprobación de los hechos en que se funda la teoría de las cobijaduras; para todo lo referente al hombre fósil, y singularmente á la época de su aparición, y para la preparación de un léxico internacional de estratigrafía.

Se habían presentado dos propuestas referentes al lugar de la próxima reunión del Congreso, una del Canadá y otra de Bélgica. El Consejo, después de discutida la cuestión, optó por el Canadá, expresando su deseo de que la subsiguiente tuviera lugar en Bélgica. El Congreso aprobó esta proposición del Consejo; por tanto, la próxima reunión se verificará en Montreal, el año 1913.

Después de adoptados los acuerdos referidos, hicieron uso de la palabra congresistas de diversos países, acentuándose en todos sus discursos la nota de cordial gratitud á los geólogos de Suecia por la organización admirable del Congreso, y por las atenciones y obsequios recibidos. No olvidaremos, los que tuvimos la dicha de asistir á la XI Reunión del Congreso Geológico Internacional, los días pasados en contacto con la hermosa naturaleza escandinava, y en trato franco con personas procedentes de regiones apartadas, pero unidas con el vínculo del amor á las ciencias geológicas. Los esfuerzos individuales por desentrañar la constitución del suelo nativo proporcionan materiales utilizados en la edificación de síntesis majestuosas, que nos explican las fases de nuestro planeta en sus diversas edades; y de esta cooperación nace una confraternidad entre los geólogos de todas las naciones sin mengua, antes por el contrario, con creciente intensidad del apego de cada uno á la suya. ¡Ojalá que en otro orden de cosas reinaran sentimien-

tos análogos y viera la humanidad realizarse el ideal de la confraternidad universal dentro del mutuo respeto de todas las nacionalidades'

CAPITULO X

PLANOS, COLECCIONES, MUSEOS Y EXCURSIONES POSTERIORES Á LAS SESIONES DEL CONGRESO

Durante toda la permanencia en Estocolmo de los geólogos y congresistas extranjeros, se pusieron á disposición de éstos las Colecciones y Museos de la ciudad, y principalmente, por su especial interés, las del Servicio Geológico, Escuela de Minas, Museo de Historia Natural del Jernkontoret, y una de particular interés referente á las exploraciones árticas llevadas á cabo.

Planos magnetométricos.

Una de las Exposiciones más interesantes de cuantas se prepararon para los congresistas fué, sin duda alguna, la referente al levantamiento de planos magnetométricos.

La aplicación de esta rama de la Física al estudio de criaderos de magnetita constituye hoy día en Suecia una verdadera especialidad de la profesión del ingeniero de Minas, y los estudios profundos y prolijos llevados á cabo en ese sentido han colocado á Suecia, sin duda alguna, á la cabeza de esta especialidad; verdad es que, salvo excepciones, como algunos Centros americanos del Norte y Canadá, Alemania y alguna Escuela contada, la magnetometría aplicada á la prospectación de criaderos no se ha generalizado como debiera;

su cuna, el país típico para su desarrollo, hasta el día, ha sido el reino sueco, y en él no tan sólo se ha llegado á perfeccionar notablemente los aparatos de medida, los magnetómetros topográficos, sino que su aplicación se ha divulgado hasta tal punto que raro es el criadero en explotación, ó simplemente sospechado por caracteres exteriores, que no haya sido sometido á estas investigaciones; verdad es también que, no siendo aplicable esta clase de magnetometría sino á un número reducidísimo de substancias minerales, dos tan sólo en la práctica, la magnetita y la pirita magnética (y aun esta última en escala muy reducida), y constituyendo la principal riqueza mineral sueca los criaderos de magnetita ó hematites más ó menos mezclados íntimamente con esta última, no es extraño que en esa Nación se haya profundizado tanto y con tal éxito en este sistema de reconocimientos.

Los aparatos presentados en la Exposición, todos de construcción sueca, se asemejan más ó menos, ó al tipo Thalens-Tiberg con ó sin el perfeccionamiento de Dahblom (para evitar los inconvenientes frecuentes que suele presentar el empleo del método de los senos de los ángulos de desviación magnética para la apreciación de la componente horizontal de un campo), ó el magnetómetro Thomson y otros similares; tienen, sin embargo, al parecer más aceptación los Thalens-Tiberg por su fácil manejo, no sólo en el campo para las observaciones, sino también en la comprobación de sus constantes.

Aparte de estos aparatos para las observaciones exactas y levantamiento de planos magnéticos, se presentaron un sinnúmero de «aparatos de prospectación», de primera investigación, verdaderas «brújulas de pionner» que funcionan con cierta exactitud, tanto como brújula ordinaria cuanto como brújula de inclinación; estos últimos son aparatos de bolsillo y de costo muy reducido.

No podía faltar en la Exposición, tampoco, una *mesa-laboratorio*, aparato destinado á reproducir, en cierta escala, planos magnetométricos levantados en el campo, y facilitar la interpretación de estos últimos; punto el más delicado y difícil en lo que pudiéramos llamar *topografía magnetométrica*. Este aparato ó mesa es sencillo: se reduce á un tablero de vi-

drio, cuadriculado, sobre el que puede correr el magnetómetro que se haya usado en el campo; bajo la mesa se coloca un magneto de intensidad dada y en condiciones de posición que el operador pueda variar; en estas circunstancias es dado dibujar, por observaciones más ó menos prolijas, un conjunto de planos, de curvas de intensidad magnética vertical ó *plano vertical* de otras representativas de la intensidad horizontal del campo ó *plano horizontal*, y, si se quiere, de una representación gráfica de direcciones de las resultantes horizontales del campo ó plano isogónico, cuyo conjunto constituye un *tipo* ó *standart*, para el magneto adoptado en el ensayo en una cierta posición; variando ésta se puede obtener un grupo de *standart* ó tipos para el mismo imán; y aplicando esa investigación á magnetos de diversas formas uni ó multipolares, y aun a agrupaciones de imanes diferentes, dicho se está que puede llegarse á constituir un archivo inapreciable para la comparación con los planos levantados en el campo, y cuya interpretación interesa.

Las investigaciones, en la práctica, suelen reducirse á las necesarias para esbozar el plano de intensidades verticales (plano vertical), y el de componentes horizontales (plano horizontal); rara vez se sue'le trazar el isogónico; en cambio, sobre el plano vertical y para el estudio del buzamiento del criadero y situación de los polos principales y secundarios, se suelen efectuar múltiples perfiles verticales que hagan resaltar la curva de intensidad de la componente vertical.

En general, los planos verticales son sencillos. Sobre uno topográfico de la región, detallado y con indicaciones geológicas y petrográficas, figura una serie de observaciones magnéticas sobre líneas en cuadrícula de 10 en 10 metros. Como quiera que en el aparato Thalens-Tiberg, y mediante un peso minúsculo de posición variable colocado en la punta Sur de la aguja, se contrarreste la componente vertical del magnetismo terrestre, y teniendo siempre cuidado, en toda observación, de efectuarla en un plano vertical y perpendicular al campo magnético horizontal (resultante del terrestre y del que produce el criadero metalífero) para obtener el valor máximo de inclinación, el ángulo de la aguja, bajo ó sobre la horizontal, resulta directamente ligado al valor de la componente vertical

de magnetismo, pues la magnitud de esta última viene expresada por el producto de la tangente de ese ángulo y una constante del aparato, que á su vez depende tan sólo de la aguja y su colocación (momento mecánico de la misma respecto á su eje de suspensión que no pasa por el centro de gravedad de la misma). Los planos, por lo tanto, suelen trazarse en curvas de igual valor de ángulo de inclinación, que corresponden á igual componente vertical del campo; á veces, sin embargo, estas curvas van ya referidas á unidades magnéticas absolutas. Según que las curvas sean positivas ó negativas, es decir, que correspondan á buzamiento de punta Norte ó punta Sur, van de color distinto.

Los planos horizontales no suelen dar medidas directas. En efecto, sabido es que el método general para comparar los campos horizontales de dos puntos distintos, en esta clase de topografía, consiste en apreciar la desviación que produce en la aguja la presencia de un imán pequeño de conocido momento magnético, que se coloca en aquel instante sobre un brazo especial del aparato, á una determinada distancia del centro de la aguja imanada, y perpendicularmente á ella, cuando ésta acusa la dirección del campo resultante terrestre, y producido por el criadero mineral, el campo, digámoslo así, local mineral. Si se emplea el método de tangentes, el producto de la resultantes horizontal magnética por la tangente del ángulo observado iguala á la fuerza de repulsión que ejerce el imán adicional del aparato (imán de desviación); y si se emplea el llamado *método de los senos*, la relación de los senos de los ángulos de desviación en dos puntos fija también la relación de las intensidades horizontales de los campos correspondientes, tomando siempre como unidad para éstos la intensidad horizontal del magnetismo terrestre en la localidad en que se opere, y que puede apreciarse por observaciones hechas fuera de la influencia perturbadora del criadero que se estudie.

Generalmente, en los planos horizontales, no van calculadas esas intensidades de los campos, sino, más bien, los ángulos de desviación; pero como *escala* y medida ó *standart* del imán de desviación se anota el ángulo en que éste ha perturbado á la aguja dentro de un campo neutral, es decir, influido tan sólo por el magnetismo terrestre.

En estos planos horizontales se representan las curvas de igual ángulo de desviación, en uno ú otro color, según que ésta sea positiva ó negativa, es decir, que la intensidad del campo sea menor ó mayor que la componente terrestre, y el ángulo de desviación mayor ó menor que el obtenido en campo neutral.

Aparecen en estos planos, sin embargo, líneas de especial interés. La principal es la llamada *línea neutra*, que une los puntos en los cuales la intensidad horizontal resultante es igual á la terrestre; pertenecen á ella, no sólo los puntos en los cuales el criadero no ejerce componente horizontal (por ejemplo, puntos de la superficie sobre un polo del criadero, sujetos tan sólo á componente vertical), sino aquellos otros en los cuales, existiendo componente terrestre y componente debida al criadero, éstas, con su resultante, formen un triángulo equilátero; la distinción, entre las dos maneras de ser tan distintas de esos puntos, aparecerá en las líneas isogónicas, si éstas se han trazado. Figuran también en estos planos puntos ó curvas singulares. Entre aquéllos, los más esenciales son los *puntos indiferentes*, es decir, en los cuales la componente horizontal terrestre es igual y de distinto signo que la debida al criadero, y en los que la aguja queda realmente indiferente. La unión de puntos en los cuales la componente del criadero viene á ser doble en la terrestre forma también una curva interesante, llamada «pseudo-neutra».

Todas estas representaciones gráficas, en cuyo estudio y detalles sería prolijo entrar, constituyen el nervio del estudio magnetométrico, cuya interpretación ha de conducir á la apreciación del mismo.

Esta interpretación es, sin embargo, el punto más difícil; y no pocas veces las dificultades se hacen invencibles por entrar en el problema más incógnitas, que relaciones independientes para ligarlas.

Cuando se trata de un criadero aislado y de forma regular, en capa, por ejemplo, con buzamiento uniforme y relleno compacto y homogéneo, muchas y valiosas deducciones se pueden sacar de esos planos. En el vertical, los puntos ó curvas de mayor intensidad deben coincidir, en vertical ó en posición, con el polo ó polos secundarios superiores del criadero, es decir, reproducir, más ó menos atenuados, sus afloramientos;

así, pues, las curvas verticales de máxima (sobre todo cuando son muy alargadas) suelen indicar la *dirección* del criadero. Por otra parte, en un corte transversal de ese mismo plano en que aparezca la curva de intensidad vertical, las ordenadas de ésta irán creciendo hasta un máximo que corresponderá al punto sobre el afloramiento; si la curva ha ido subiendo paulatinamente y cae de un modo brusco, pasado que sea el máximo, es lógico deducir que el criadero buza en sentido contrario al que se ha seguido en el perfil, es decir, hacia la rama de pendiente suave de la línea de intensidad vertical; pues en esa zona, la acción del polo opuesto del criadero (el de profundidad) colocado bajo ella y ejerciendo una acción contraria á la del polo superior, *modera ó refrena* la variación que en la intensidad magnética se produce por alejarse el observador, más ó menos, del polo superior; cuanto más suave sea, por lo tanto, una rama de la curva, y más brusca la otra, más *acostado* estará el criadero y en sentido opuesto á la parte de descenso brusco de la curva.

Por todas estas deducciones, y otras, fáciles de hacer en un criadero sencillo, cual queda apuntado, y, sobre todo, cuando *no aflora*, es decir, cuando el plano ó superficie de observación está siempre sobre el criadero, son ya más difíciles de fijar en yacimientos irregulares de forma caprichosa, é imposible de interpretar con seguridad y exactitud cuando se trata de masas complejas, múltiples y con ramificaciones; pues no sólo se complican las curvas resultantes de todas las acciones combinadas, sino que un criadero potente puede, por *influencia*, invertir en otro pequeño adyacente el magnetismo que por la inducción terrestre tendría si estuviera aislado. En todos esos casos, la topografía magnetométrica sola es impotente para resolver enteramente el problema. Y si á eso se añade que hay muchas rocas volcánicas que, aun cuando conteniendo magnetita, no constituyen verdadera mena, pero cuya acción sobre la aguja puede ser perceptible por la cantidad ó magnitud de su masa, y que abundan las substancias como el olivino, titanita, anfíboles, etc., que sin ser magnéticos, ó mejor dicho, sin poder conservar su magnetismo para influir en la aguja imanada, se convierten en tales cuando se encuentran en las proximidades de una gran masa de magnetita, se comprenderá cuán fre-

cuentas han de ser los casos en los cuales se multipliquen las causas de error en la topografía magnetométrica aislada. Pero tampoco se pretende en Suecia que el magnetómetro solo resuelva estos problemas: el estudio se acompaña siempre de otro detallado geológico, y esto puede eliminar ya algunas incógnitas, fijando muchas veces la estratificación probable del criadero, su dirección y número de masas, á más del conocimiento de rocas ó minerales que pudieran inducir á error. Aun así, el estudio tiene que completarse con trabajos mineros propiamente dichos, y eso es lo que se ha hecho en las principales minas de Suecia.

Pero, aparte de la dificultad de fijar con el magnetómetro todas las características de un criadero de magnética, es indudable que no sólo constituye aquél la mejor arma para contribuir á la finalidad, sino que es la única de que puede echarse mano para una primera prospectación en sitios donde se sospeche la existencia de magnetita.

Este estudio, aunque emprendido en nuestro país por algunas individualidades, sería de sumo interés divulgarlo; abundan ya las zonas del Mediodía y del Noroeste en las cuales la magnetometría está llamada á dar resultados sumamente prácticos.

La *exposición polar* comprendió muy notables colecciones de rocas y fósiles procedentes de los dos principales campos de exploración de los suecos: el Spitzberg, con la isla de los Osos (Beeren Eiland), y la Tierra del Rey Carlos (Kung Karlsland) (región ártica), y la tierra de Graham (región antártica). Al lado de las colecciones de la expedición antártica sueca se expusieron rocas y fósiles de las islas de Falkland y de la parte meridional de la América del Sur, recogidas en la expedición sueca á las tierras de Magallanes de 1907 á 1909. Los geólogos exploradores de todas estas regiones concurrían á determinadas horas para dar cuantas explicaciones podían interesar á los congresistas.

Excursiones posteriores á las sesiones del Congreso.

Atendiendo á circunstancias de estación y clima, se dejaron para después de las sesiones los viajes dedicados al estudio de la parte meridional de Escandinavia, así como se habían elegido las regiones septentrionales para las excursiones realizadas anteriormente. Hubo en la última serie viajes especiales destinados al examen del terreno arcaico, de los fenómenos cuaternarios y de la morfología de la Suecia meridional, acerca de los cuales no hemos de insistir por no incurrir en repeticiones de lo que ya hemos dicho al tratar de estos asuntos con aplicación á toda la península escandinávica. Aparte la isla de Gotland, localidad clásica del sistema Gotlandiense (Siluriano superior), nombre propuesto por Lapparent y aceptado por los geólogos suecos, es famosa por su riqueza excepcional en fósiles, y fué objeto de una detenida visita dedicada al examen de la estratigrafía y del desarrollo de los arrecifes coralinos de aquel remoto período.

Fueron visitadas también las regiones silurianas de Dalarna y Vaestergotland. La primera, de complicada tectónica, forma una depresión anular limitada por gran número de fallas.

Contrasta con ella la segunda, en que los sedimentos apenas se han desviado de su primitiva posición, y presentan una serie de horizontes cambrianos, ordovicienses y gotlandienses.

Las formaciones secundarias de la Escandia fueron objeto de otra excursión reservada á un número limitado de especialistas.

Y, por último, otra tuvo por fin principal el estudio de los yacimientos metalíferos más importantes de la Suecia central. En la segunda parte de esta Memoria hacemos una breve reseña de los principales criaderos de hierro que visitamos en esta región, y sólo mencionaremos ahora las minas de cinc de Amaberg, y las de cobre de Falum.

Los yacimientos de blenda de Amaberg son los más importantes de su clase en Escandinavia. Se hallan situados al NE.

del lago Vaettern, formando una banda de cinco kilómetros de longitud con pocos metros anchura, enclavada en la formación arcaica ó estrato-cristalina, en que las rocas dominantes son gneises variados ; pero aparecen también otras muy diversas, incluso calizas. Generalmente se han considerado estos yacimientos *singenéticos*, esto es, formados simultáneamente con las rocas en que arman ; pero, dada la incertidumbre que aún reina sobre el origen de alguno de los materiales arcaicos, han sido clasificados, ya como de segregación mamática, ya como sedimentarios, aduciéndose como argumento en favor de esta última opinión la presencia de las calizas. Las minas de Aamberg se benefician desde mediados del siglo último ; su producción total se aproxima á 2.000.000 de toneladas, y la anual oscila, en la actualidad, alrededor de 50.000.

Las célebres minas de cobre de Falun, que hoy no son más que una venerable ruina, figuraron entre las principales del mundo, habiéndose laboreado sin interrupción durante seis siglos y medio. Su producción total se ha calculado en unos 5.000.000 toneladas de cobre metálico, 15 de plata y una de oro. Su mayor actividad tuvo lugar durante el siglo XVII, y, desde fines del último, su decadencia ha sido muy rápida. Son estos yacimientos masas piritosas, afectanra la forma de conos invertidos, cuya profundidad máxima alcanza á 332 metros, y el diámetro en la superficie á 200 metros. Las rocas en que encajan corresponden á la formación estrato-cristalina, gneis, granulito, diorita, skarn y cuarcita muy abundante, atravesada por masas eruptivas de una roca felsítica constituida por una asociación microcristalina de cuarzo y plagioclasa. Estas masas eruptivas están contorneadas por una roca denominada *trap*, y que no es más que la asociación de los referidos minerales, con la agregación del anfíbol, el cual llega, á veces, á ser predominante. La estructura brechoide y la distribución de las masas piritosas en diferentes rocas, pero principalmente en la cuarcita, denotan el carácter epigenético de los yacimientos, habiendo el mineral ferrocobrizo penetrado en diversas rocas (cuarcitas, granulito, caliza, skarn) y modificado su composición, como se observa en el granulito, que cuando está impregnado de pirita carece de mica negra, que es uno de sus componentes habituales, abundando, en

cambio, en mica blanca. De los datos estadísticos referentes á la producción de cobre de esta mina, y del volumen de las antiguas excavaciones, se ha venido á deducir que la ley del mineral en las partes superficiales de las masas debía aproximarse á 10 por 100, cuando hoy, en las partes profundas subsistentes, oscila entre 0,3 y 0,9 ; ejemplo muy notable de empobrecimiento en profundidad en esta clase de yacimientos.

PARTE SEGUNDA

Minería del hierro.

CAPITULO PRIMERO

MINAS MÁS IMPORTANTES DE SUECIA

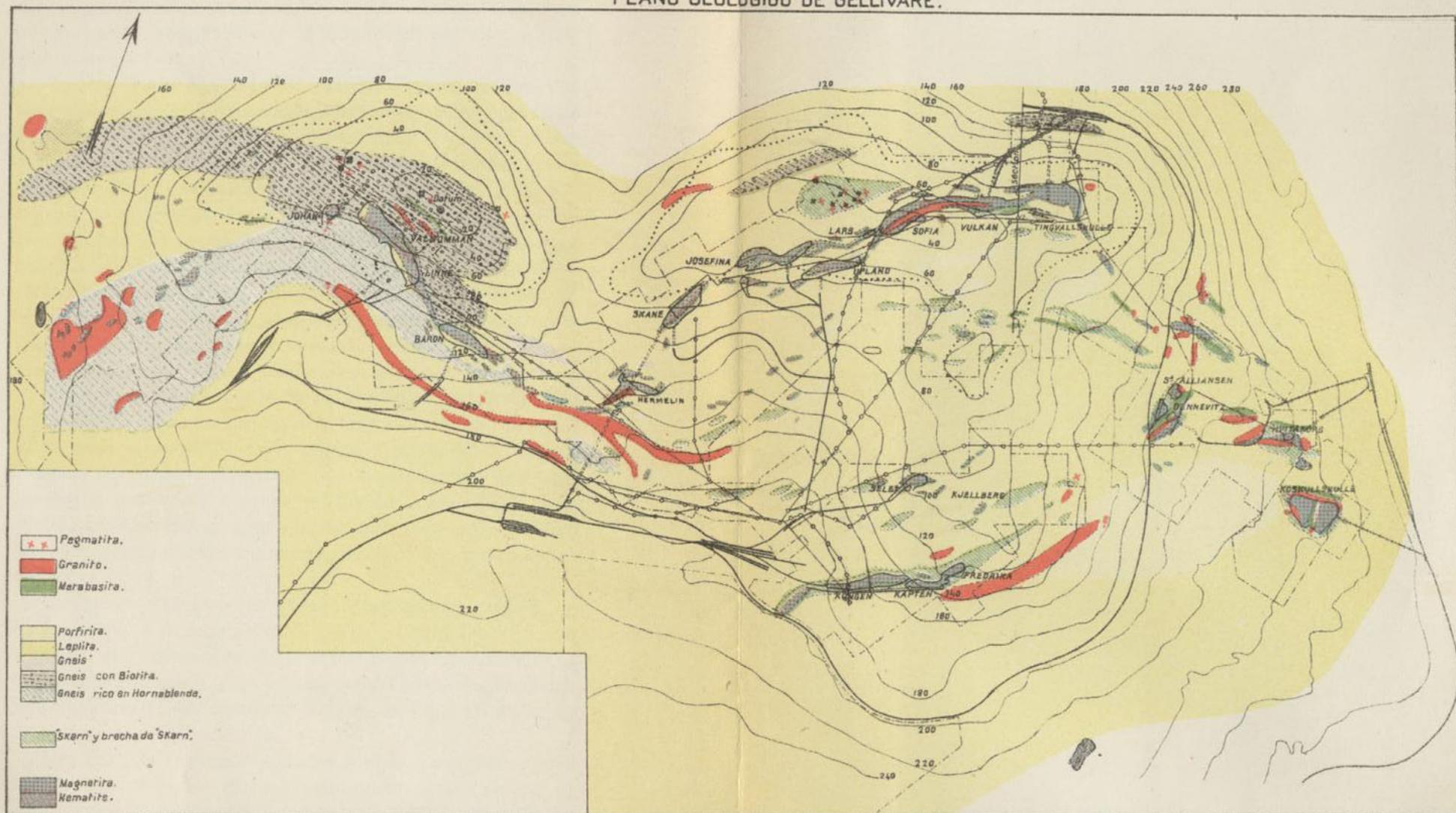
Minas de Gellivare.

Es éste el primer distrito de la Laponía, á 67° 11' de latitud Norte, cuya explotación, en grande, vino á introducir una verdadera revolución en la potencia exportiva de mineral de hierro de Suecia.

La estación de Gellivare se encuentra situada sobre la gran arteria ferroviaria que une el Báltico con el mar del Norte, y que, partiendo de Lulea, se dirige hacia ese rumbo, recorriendo los distritos mineros de Gellivare y Kiruna, traspasa la frontera noruega en Riksgraenzen y muere en el puerto de Narvik (68° 30' de latitud) en la extremidad del Ofotenfjord; esta gran vía, esencialmente minera, tiene unos 475 kilómetros de desarrollo, y la estación de Gellivare, extremo del primer trozo que se construyó (el Sur), dista 210 kilómetros del puerto de Lulea, que es por donde se lleva á cabo el tráfico



PLANO GEOLOGICO DE GELLIVARE.



100 0 500 1000 m. ESCALA

principal y exportación de sus minerales. Pequeños ramales de vía normal relacionan la estación central con los centros mineros más importantes de Gellivare, ó sean el monte Malmberget y minas Hermelin, Tingvallskulle, Alliansen, Koskullskulle, etc.

La zona minera rica de Laponia, y muy especialmente la que se extiende desde Gellivare hasta el extremo Norte, ó sea el renombrado lago de Törne-traesk, forma una gran planicie ó meseta plagada de grandes charcos, lagos más ó menos extensos, testimonios de la gran época glaciaria en la que los heleros cubrieron todo ese continente, y dotada de una vegetación tupida, pero monótona y raquílica en cuanto se traspasan dentro de la meseta las alturas de la misma. Toda esa planicie lleva en sí, claramente visible, el sello de la erosión típica producida por el movimiento y el retroceso de los grandes heleros; las rocas aparecen pulimentadas, aborregadas, estriadas en ciertas y determinadas direcciones, y encerradas frecuentemente bajo los detritos de morenas y bloques erráticos que dan á la comarca un sello característico.

El fondo de los lagos, las zonas intermedias que los separan, forman un suelo firme reciente, bien poco ha bajo las aguas lacustres, dando lugar á verdaderas turberas, en formación unas, y otras ya con combustible compacto.

La fauna es escasísima, y va siendo cada vez más rara hacia Kiruna y más al Norte esta circunstancia, el dilatado y monótono horizonte, aun dentro de la belleza de sus detalles, el color blanquecino de su cielo, los matices claros de la luz y de los crepúsculos de esas comarcas, cercanas unas, y dentro otras de la región polar, dañan á todo el país, aun en el estío, con sus días casi constantes, una facies, un sello de melancolía y tristeza característico.

En esa inmensa llanura de Gellivare, y sobre los depósitos erráticos y glaciarios, se levantan montículos, alineamientos de serretas de reducida extensión, que comúnmente no *son* sino crestos de criaderos ferruginosos, cuya mayor dureza les ha permitido resistir mejor que las rocas generales en que encajan la erosión externa, quedando como jalones y testimonios de esa destrucción constante por los agentes meteóricos; estos montículos se elevan hasta 200 metros sobre la meseta

general y en sus cúspides va siendo rarísimo todo signo de vegetación.

Toda esta región está de ordinario constituida por rocas sieníticas en su mayor parte, aun cuando no falten asomos graníticos y otras erupciones plutónicas, ni tampoco numerosos diques graníticos pegmatíticos, y más básicos aún, con trozos sedimentarios comprimidos y encerrados en esa gran formación sienítica.

Los materiales han sufrido, indudablemente, un gran metamorfismo por los movimientos orogénicos que se revelan en su estructura y en los pliegues de las capas. Esta acción es en extremo pronunciada en Gellivare, sobre todo, hasta el punto de modificar casi enteramente los caracteres físicos y mineralógicos de alguna de las rocas, haciendo verdaderamente difícil su clasificación; de tal modo se encuentran hoy día alterados y modificados sus caracteres originarios. Hacia el Norte de Laponia, ese metamorfismo va suavizándose sensiblemente. Ya en Kiruna los efectos tectónicos son de menor importancia, y cerca del lago Tornaetraesk, las diversas rocas se presentan claramente con sus facies propias.

Las rocas sieníticas en Gellivare constituyen la base de toda formación y presentan variedades muy diversas en cuanto a su aspecto, composición mineralógica y petrográfica. La estructura es, en general, granulítica, muy parecida a lo que los suecos denominan *leptita*, similar de la haellflinta (roca feldaspático-cuarcífera, más ó menos inyectada de hornablenda y de textura á veces afanítica), asociada con los criaderos de hierro.

Surcan esta masa general fajas de sienita muy cargada de hornablenda, á veces verdadero gneis, y bandas de granito eruptivo, subordinado también á los criaderos, paralelas á ellos á corta distancia, ó en alguna región (como en las minas Sufia y Vulkan), dividiendo el lentejón de mineral, según su dirección, en trozos paralelos.

Son también frecuentes los manchones de anfibolita y de *skarn* (roca compuesta casi exclusivamente de hornablenda ó de augita y magnetita con pequeñas cantidades de cuarzo y feldespatos), unas veces en contacto con el mineral, como en Tingvallskulle, y otras encerrando completamente el criadero,

sirviéndole, por decirlo así, de roca madre, cual en Dannevit, Koskullskulle, Frederika, Kaptén.

Por último, é íntimamente ligados á los criaderos, cortándolos transversalmente y dividiendo su masa en trozos, fajas, segmentos aislados (como puede verse muy especialmente en las minas Dennevit y Alliansen del extremo Sudeste del distrito), aparecen diques de una roca básica metamórfica llamada en la localidad *metabasita*, y constituida por plagioclasa sódica, biotita, hornablenda y magnetita, con apatita y titanita como elementos accidentales.

El buzamiento general de la formación y de los criaderos es hacia el Sudoeste y Sursuroeste, según los casos.

La dirección es, por lo tanto, también variada; los lentejones de mena se alinean (partiendo del extremo Oeste), primero en dirección Sudeste, en cuyo primer trozo se encuentran los campos de explotación Valkomman, Linné, Baron y otros; después se pliegan hacia el Nordeste, encerrando las minas Skaene, Josefina, Upland, Sufia, Vulkan y Tingvallskulle, tal vez la de mayor importancia. Una segunda alineación, más al Sur y separada, comprende las minas Kungen, Kaptén y Frederika, y otra intermedia, en bolsadas aisladas en el extremo Levante de la región, encierra los centros mineros de Alliansen, Dennevit y Koskullskulle; esta última ocupa lugar preferente en el distrito en lo que á su arranque se refiere.

La región de Poniente es la de mayor altitud, y forma el renombrado Malmberget (montaña de hierro), donde encajan las minas Valkomman y Linné. Las demás están también situadas á cierta altura sobre la meseta general, en serrejones aislados, pero con cotas más reducidas.

Así, por ejemplo, el Malmberget, en Valkomman, se eleva á 616 metros sobre el nivel medio del Báltico; la mina Kaptén á 560; la estación de Koskullskulle á 589, mientras que la planicie general no pasa de 420 metros.

La roca general sienítica ha sufrido, como queda ya apuntado, tal metamorfismo en Gellivare, que en general presenta apariencia de un verdadero pórfido extraordinariamente cuarífero; á veces pasa, por el contrario, á una estructura granular amigdaloides, con agregados radiales de anfíbol y titanita más ó menos salpicado de magnetita.

Entre los diques que atraviesan las masas de mineral, los más modernos y también frecuentes son los de pegmatita, que suelen contener segregaciones muy importantes y considerables de apatita, espato fluor y turmalina; estas pegmatitas, ricas en fosfato de cal, aparecen, sobre todo, en el extremo Oeste de Malmberget; en cambio, en Kaptén, el elemento accidental predominante en estos diques es la titanita.

El skarn, enclavado en las rocas sieníticas, y que, cual ya se ha dicho, bordea el mineral ó está en íntimo contacto con él, es el corriente en casi todas las minas de Suecia, no sólo de esta parte de Laponia, sino de los distritos del Sur. Se compone esencialmente de anfíbol, piroxeno, biotita, magnetita, de cuarzo frecuentemente, feldespato, calcita, alguna piritita, espato fluor, apatita y titanita. Muy á menudo, sobre todo en la parte Levante de Malmberget, este skarn se convierte en una verdadera *brecha de skarn*, en la cual, trozos de roca sienítica están cementados por diferentes silicatos, entre ellos el anfíbol; y desfigurada su estructura originaria por acciones metasomáticas y de metamorfismo.

La sucesión de las diversas rocas es muy variada, cual puede verse en el plano adjunto de esta región. El mineral se encierra unas veces en la roca sienítica, otras entre ésta y el pórfido sienítico (que al fin y al cabo no es más que una variedad metamórfica de la primera), y á veces entre el granito y el pórfido, con la sucesión que indica el corte geológico que acompaña á esta Memoria.

La brecha sienítica se presenta en varios sitios, como ya queda apuntado, en Malmberget, y también en Alliansen, por ejemplo. En esta última, la mena, dividida por un asomo granítico, viene encajada entre la brecha de skarn, y skarn verdadero por el pendiente, y la sienita por el yacente, pero intercalándose en el mineral limpio una faja de anfíbolita muy feldespática mezclada con mineral de hierro; en el pendiente, la brecha no suele estar en contacto directo con el mineral, sirviendo de roca intermedia, de verdadero liso, el skarn, como puede verse en el corte geológico adjunto de esta región.

Minerales.

La especie mineralógica corriente en Gellivare es la magnetita, pero sin excluir el sesquióxido ó hematites, aunque en mucha menor cantidad.

El hematites se presenta unas veces en el pendiente, y otras en el yacente, separado de la magnetita por una cierta zona de transición, mezcla íntima de sesquióxido y óxido salino; es más: á veces, si bien con menor frecuencia y dentro de la masa de magnetita, se destacan fajas más ó menos ricas de sesquióxido.

Muy á menudo, y cuando el hematites se presenta en las proximidades del hastial, este último y su liso aparecen descompuestos, alterados, siricitados, indicando una etapa distinta de formación para cada uno de estos óxidos. De todos modos, esta circunstancia, como ya insistiremos en lugar debido, no deja de tener su importancia para el estudio acerca de la génesis de estos criaderos.

La impureza principal del mineral, y de mayor interés comercial, es la apatita, que no es la especie pura de fosfato tri-básico de calcio, sino más bien algo clorurada y fluorurada, formando cloroapatita y fluorapatita con tres, cuatro y más por ciento de fluor.

Su distribución dentro de la masa de mineral es extremadamente irregular; parece, sin embargo, predominar, sobre todo en la parte Poniente del distrito, donde, á veces, llega á entrar por un veinte por ciento de la masa total; de todos modos, es tan importante el contenido en fósforo de las diversas zonas metalizadas, que se lleva en Gellivare, y también en la mayor parte de las minas fosforosas de Suecia, detallados registros, verdaderos planos especiales de la masa mineral, en los cuales figuran las llamadas *curvas de fósforo*, representación gráfica del contenido en este metaloide, de las diversas zonas del criadero.

La apatita se presenta unas veces ligada íntimamente con el mineral, y cuando llega su contenido á cierta cifra aparece en vetas fajeadas con la mena de hierro, ó en filamentos y concreciones.

El contenido en fósforo es, por lo tanto, muy variado; muchos minerales se someten á la separación magnética para librarlos, en parte, de la apatita y aprovechar ésta como materia prima en la fabricación de los abonos.

Antiguamente se hacían (en lo que al fósforo se refiere) cinco clases de mineral, llamadas A, B, C, D, E; hoy día no suelen hacerse en Gellivare más que las clases A, C y D, cuyas leyes medias son:

A,	con menos de 0,025 p. 100	fósforo	y un 69 p. 100	hierro.
C,	un 0,293	» fósforo	67	» hierro.
D,	» 0,536 á 1,250	»	y 63 á 65	hierro.

y conviene observar que el contenido en apatita sumado al de hierro suele dar una cifra constante; es decir, que tanto en los minerales de venta sin preparación mecánica, como en los productos de la concentración magnética, la cantidad total de impurezas que no sean la apatita suele ser constante.

De las cantidades citadas de mineral se producen aproximadamente en Gellivare:

Clase A, 4 por 100 del tonelaje total.

Clase C, 16 por 100 del íd. íd.

Clase D, 80 por 100 del íd. íd.

Es decir, que aun cuando este distrito, menos fosforado que Kiruna y otros de Laponia, contiene relativamente más mena no fosforada, apta para la fundición ácida Bessmer, ésta es relativamente exigua, y aun de la clase C, mena mixta para mezclas, se produce poco. La gran parte es mineral para el procedimiento básico Thomas ú otros similares: ó dicho en otros términos, al tratarse de Suecia, no es mena de tratamiento local y nacional, sino de exportación.

El mineral A, proviene principalmente de Koskullskulle, de Hertigen, Frederika, Kaptén, es decir, del extremo Sur.

La forma general de los criaderos es la interestratificada en lentejones con buzamiento de 50 á 70°. En profundidad, y á juzgar no sólo por los sondeos ejecutados, sino por estudios prolijos magnetométricos, parecen conservar hasta cierto punto su forma y espesor algunos, como Linne y Her-

melin; otros, cual Kungen, tienen marcada tendencia al acunamiento, y algo parecido, si bien no de una manera tan marcada se nota en la mina Tingvallskulle, la más importante tal vez de Gellivare. En cambio hay lentejón, como el de Hertingen, que, después de un estrechamiento á poca profundidad, ha vuelto á abrirse, adquiriendo mayor potencia que en el crestonaje.

La zona Poniente, donde están enclavadas las concesiones de Valkomman y Linne, ó sea, el extremo Oeste del Malmberget, se explota hoy en una corrida de cuatrocientos metros y con espesores de mena de cuarenta metros y aún más.

En la Hermelin, la corrida reconocida no pasa de trescientos metros ni sus espesores de diez y ocho metros, presentando por lo tanto el lentejón una forma muy alargada.

No así en Tingsvallskulle, donde adquiere dimensiones mucho más fuertes. Su corrida llega á un kilómetro, y, aunque los espesores son variables, pasan á veces de cincuenta metros, con un buzamiento de unos 50.º.

En la alineación de bolsadas, más al Sur y Levante, los criaderos afectan formas mucho más irregulares y menos alargadas.

Así, por ejemplo, en Koskullskulle, mina muy importante por la cantidad y calidad de su mena, y único criadero en esas regiones de Laponia que no está nacionalizado, y propiedad de la Sociedad austriaca Freja, la masa no tiene la forma ordinaria alargada, sino más bien afloramiento redondeado con mayores ó menores irregularidades; su corrida es de 220 metros y su anchura media de 100, surcada toda la masa por varios diques de metabasita, transversal el uno, y longitudinal de granito el otro, con uno diagonal de pegmatita.

En Alliansen y Dennewitz (de esta misma alineación), el criadero en su cretón es aún más redondeado. En Alliansen aparece el afloramiento casi con forma de un cuadrado curvilíneo de 60 metros de lado, y en Dennewitz la masa total tiene una corrida de 100 metros y espesor de 50, de los cuales, sin embargo, una cuarta parte en su centro la ocupan la metabasita y diques graníticos.

En toda esta alineación ó parte Sudeste del distrito, las masas no sólo son más irregulares en cuanto á su forma, sino

más fraccionadas é impurificadas por diques plutónicos y eruptivos.

Respecto á las cantidades de reserva con que puede aún contarse en este distrito, las cifras de diversos autores no están de acuerdo.

El primer cálculo concienzudo fué hecho hace algunos años por el profesor Peterson, ingeniero eminente sueco y geólogo distinguido del Gobierno, dedicado, en estos últimos años sobre todo, á los estudios magnetométricos. Llevó á cabo una escrupulosa cubicación de Gellivare hasta 100 metros por bajo de los actuales trabajos, ó sean 200 metros de profundidad en las minas del Sur, 123 en Koskullskulle y 130 á 160 en el resto, y obtuvo:

Minas de la región Sur.....	4.417.500 toneladas.	
Koskullskulle	9.800.000	»
Demás minas de la Sociedad Gellivare-Kirunavaara	36.884.500	»
TOTAL.....	51.102.000	»

Esta cifra de 51.000.000, en número redondo, es seguramente inferior á la realidad: taladros posteriores á grandes profundidades han venido á aumentarla considerablemente, hasta el punto de que los ingenieros suecos, cubicando hasta 320 metros por bajo de los trabajos actuales, ó sea unos 500 metros de hondura, presentaron oficialmente en el Congreso de Estocolmo la siguiente cifra de mineral de reserva *efectiva*, aparte de las reservas *potenciales*.

Haitefors-Dennewitz-Alliansen	24.133.500 toneladas.	
Norvatten-Koskullskulle-Safia	80.394.000	»
Upland-Hermelin-Valkomman	102.858.600	»
Kaptenslagen-Selet	18.955.400	»
TOTAL.....	226.341.500	»

De los cuales, la clase A:..... 6.300.000
Koskullskulle..... 40.000.000
de 0,10 á 0,40 por ciento de Ph.

Resultaría un tonelaje total en cifra redonda de 266 millones contra los 51 anteriormente cubrados por el profesor Peterson: diferencia grande y tal vez no suficientemente garantizada por los sondeos recientes, con tanto más motivo cuanto que no se han tenido en cuenta los accidentes perturbadores debidos á la gran acción del metamorfismo, harto sensible en este distrito, y que fácilmente podrían destruir la hipótesis de la no disminución de espesores en las masas hasta los 500 metros de profundidad, fundamento del último cálculo, aparte de que en alguna mina, como ya hemos dicho, esa disminución ó tendencia al acuñaamiento es evidente.

Es, pues, muy fácil que la cifra de reserva efectiva sea muy inferior á esos 266 millones, y que aún ciertas partes profundas no sean económicamente extraíbles; pero, á pesar de esto, es indudable que en Gellivare quedan grandes cantidades disponibles y que tienen tanta mayor importancia, cuanto que no sólo existe cierto tonelaje de clase A. (Bessmer), sino que aun los mixtos se dejan concentrar y limpiar de apatita, con relativa facilidad, en mucho mejores condiciones que en Kiruna.

La extracción actual de Gellivare podrá ser de 1.035.000 toneladas, incluyendo la producción de Koskullskulle, única mina no nacionalizada y que contribuye por un 5 por 100 al tonelaje total del distrito. Pero el contrato del Estado con la Compañía Graengesberg-Gellivare-Kiruna, del cual hablaremos detenidamente más adelante, ha concretado estas cifras é impide que se pueda extraer en Gellivare (excluyendo Koskullskulle) en los veinticinco años siguientes al 1910 una cifra superior en junto de 18.750.000 toneladas, ó sea un promedio de 750.000 anuales, de las cuales, las pertenecientes á la clase A. serán utilizadas en Suecia, quedando el resto para la exportación por el puerto de Lulea en el Báltico. Este puerto se cierra por los hielos durante una parte del invierno.

La explotación en Gellivare se efectúa sobre todo á cielo abierto, y ha sido hasta el día muy beneficiosa, aun cuando con el tiempo vaya indicándose más y más la conveniencia de sustituirla en parte por un laboreo subterráneo; es más: ya en la actualidad se arranca por contramina una cuarta parte grosso-modo de la producción total.

El disfrute se inició por Corta; la posición topográfica de las masas y afloramientos en ladera, siguiendo las crestas de los montículos; su buzamiento no muy pronunciado y la potencia media de los lentejones de mineral, á más de la relativa solidez de los hastiales, permitió desde un principio un arranque económico desde la superficie, abriendo bancos de ocho á diez metros, y en algunos casos hasta de veinte metros de altura.

La relación (dados los perfiles del terreno y de los criaderos) entre los pesos de mineral y estéril que produce la explotación, fué en los primeros años de marcha todo lo ventajosa que podía desearse; claro está, sin embargo, que no aumentando el espesor de mena en profundidad, y siendo el buzamiento de las masas superior al talud de las faldas del terreno, esa relación tenía que decrecer más y más y reducir, por consiguiente, la conveniencia de la explotación á cielo abierto.

Este decrecimiento en etapas diferentes se deduce del estado adjunto demostrativo, en el que figuran las relaciones citadas correspondientes á dos quinquenios.

1894 = 85,4 por 100.

1900 = 54,4 por 100.

1905 = 48,3 por 100.

Hoy día no excederá esta relación de la cifra aproximada de 42 por 100; es decir, que si bien en 1894, por cada 100 toneladas de zafra todo-uno, salidas de la Corta, se aprovechaban 85,4 de mena y desechaban tan sólo 14,6 de estéril, ya en 1905 era más de la mitad de la cantidad de zafra la que había que depositar en los vaciaderos, y al presente, tan sólo, tal vez, un 42 por 100 del total será aprovechable.

Claro está que esto tiene que traducirse en un aumento del gasto de explotación, el cual, en condiciones técnicas iguales, aparecería hoy día en cifra más que doble de la que correspondiese á la primera etapa del arranque.

Los campos de explotación más á propósito hoy día para proseguir la labor á cielo abierto parecen ser Valkomman y Koskullskulle, y la mina más desventajosa, la Barón: el término medio puede tal vez representarlo Tingvallskulle.

En esta última, por ejemplo, el fondo de la Corta se encuentra á un promedio de tan sólo 60 metros bajo el primer banco, y el socavón general que sirve la vía férrea deja todavía un desnivel aprovechable de 40 metros más por bajo del fondo de la Roza, pudiendo ésta fácilmente profundizarse sin obstáculo para el arrastre. Actualmente, la salida del fondo de la Corta por socavón vierte por plano inclinado sobre la línea férrea, salvando así el desnivel citado de 40 metros.

Posteriormente y en combinación con la explotación á cielo abierto, se ha emprendido el arranque subterráneo aplicando con éxito el método americano, llamado de «Cámaras», corriente ya en muchos sitios de Europa é iniciado en algunas minas de España entre las que podría citarse alguna de la provincia de Huelva.

Este método se reduce, como es sabido, y en sus ejes, al realce á grandes tajos de dos á cinco metros de altura, ascendentes de hastial á hastial, dentro de un mismo macizo sin relleno consecutivo con estériles, sirviendo de tal el mismo mineral, que va ocupando el hueco de la cámara en formación, merced al mayor volumen que ocupa el mineral después de arrancado, y permitiendo de esta manera una extracción metódica por coladeros y tolvas, sin que cese el realce, ni deje de estar la cámara debidamente rellena para su consistencia; al finalizar la explotación de un macizo ó de una cámara, cabe vaciarla de mineral y rellenarla de estéril, á fin de explotar los pilares que se dejan entre dos cámaras consecutivas, ó conservarlas huecas y abandonar el campo perdiendo las columnas.

Generalmente á estas cámaras se les da una anchura, es decir, una dimensión, según la corrida del criadero, de 12 metros, con la otra dimensión horizontal de toda la potencia de la masa; su altura llega, á veces, á 60 y 70 metros; los pilares suelen ser de 8 metros en la mina Hermeline (en la cual, por cierto, el mineral tiene un crucero transversal muy limpio que facilita el arranque, pero que obliga á exagerar algo la anchura de las columnas); en otros sitios se disminuye la sección del pilar hasta tres metros; todo depende, naturalmente, de las condiciones circunstanciales del tajo.

Por regla general, toda caña transversal ó galería de transporte sirve por tolvas y colaredos á dos cámaras colocadas á un lado y otro de la vía.

El arranque, propiamente dicho, es siempre mecánico, como también lo es el trazado de galerías; lo mismo en el exterior que en el interior, la perforación á mano es hoy día casi desconocida en Laponia.

Para las galerías y ciertos tajos de las Rozas se usan mucho las perforadoras neumáticas Ingersoll de diversos tipos, en cambio, en el interior, para los realces y aun en otros sitios de las Cortas, los martillos perforadores son la herramienta corriente, unas veces marca Ingersoll, y otras patente sueca «Atlas», de un resultado muy satisfactorio, aun cuando necesitan alguna presión mayor de aire que los tipos Ingersoll, y que rinden unos 16 metros de taladro por jornal de ocho horas con barrena de 25 milímetros. Para subdividir en las Rozas los grandes bloques producidos por los barrenos profundos se emplean martillos perforadores suecos especiales, Hart-bogers, de un peso reducido de 2,50 kilogramos, que ejecutan taladros pequeños de 0,30 á 0,40 metros. Los barrenos, en la labor á cielo abierto, no suelen pasar de 7 metros, con diámetro inicial de 60 milímetros y final de 37 milímetros, que se cargan con 40 á 50 kilogramos de dinamita, y sin que sea satisfactoriamente explicable en algunos bancos la oposición á la ejecución de taladros de mayores dimensiones.

La mano de obra es cara: eliminada del trabajo la población nómada lapona, el obrero sueco del Sur, por la inclemencia del clima en las regiones septentrionales, su aislamiento y condiciones de vida exige una retribución elevada, y rara vez se aclimata por mucho tiempo en estos distritos, tanto de Gellivare como de Kiruna, donde suele hacer campañas de un año ó dos, á lo sumo, para repatriarse al Sur en cuanto logra algunos ahorros. De aquí que, aun en faenas ordinarias del exterior y transporte interior, se paguen jornales medios de 5 y 6 coronas (7,50 á 9 pesetas) por ocho horas escasas de trabajo; los barreneros encargados de perforadoras y martillos llegan á 9 y 11 coronas (13,50 á 16,50 pesetas), y los demás en igual relación.

Esto no obstante, y á pesar también de que la dinamita al-

canza precios nada baratos (el kilogramo de clase corriente á 2,60 coronas, ó sean cerca de 4 pesetas), el rendimiento total es muy económico.

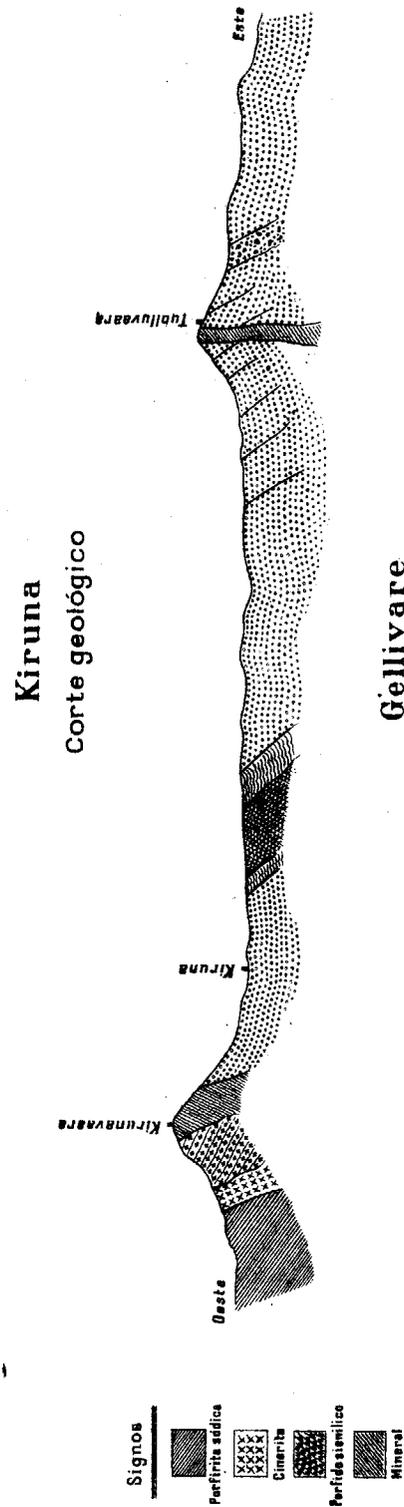
En taladros grandes de siete metros en la Corta se obtiene un promedio de 1.300 kilogramos de mineral por kilogramo de explosivo, aun teniendo en cuenta la relación actual de peso de mena á peso total de zafra (42 por 100), correspondiendo, por lo tanto, el kilogramo de dinamita á más de tres toneladas de todo-uno arrancado, y rindiendo cada jornal de barrero un promedio de unas 6 toneladas de mineral, ó 3,25 si se refiere el cálculo á jornal medio de obreros de todas clases.

Las galerías ordinarias de tres metros por cuatro metros en roca muy dura no pasan, con todo gasto, de 120 pesetas por metro corriente en pórfido, y de 60 pesetas tan solo cuando van en mineral y se reducen sus dimensiones á 2,50 por 3. El transporte general minero, ya sea por los bancos en las Rozas, ya por las galerías de dirección en los trabajos subterráneos, es siempre eléctrico con corriente por lo común á 500 voltios; y lo mismo puede decirse respecto á los pequeños desagües interiores.

Se usa para este transporte material móvil muy variado, generalmente basculante, y que, según el tipo y servicio á que se destina, carga de 2 á 4 toneladas por vagón.

Todo este zafreo, á pesar de los jornales elevados, es relativamente económico, merced á la baratura del fluido eléctrico, y lo será aún más cuando se disponga en Gellivare del plus de fuerza eléctrica pedida al Estado; sale hoy día el transporte general eléctrico á unos 0,16 pesetas por tonelada kilométrica, y 0,75 en los planos inclinados; conviene advertir, sin embargo, que hasta la fecha, parte de estos servicios hay que verificarlos con energía inicial de vapor, si bien las instalaciones correspondientes estén lo bastante perfeccionadas para consumir en calderas de alta presión tan solo 8 kilos de combustible por kilogramo de vapor; este combustible suele ser un semicannel.

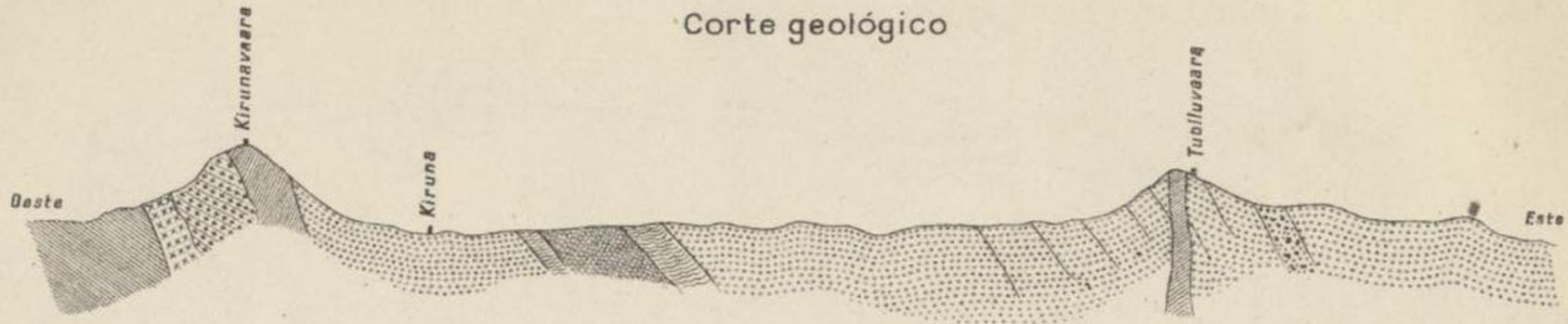
El gasto total, sin embargo, por tonelada de mineral no sometida á la preparación mecánica (es decir, el grueso corriente, y teniendo en cuenta que una cuarta parte proviene de explotación subterránea), puesta sobre vagón del ferrocarril gene-



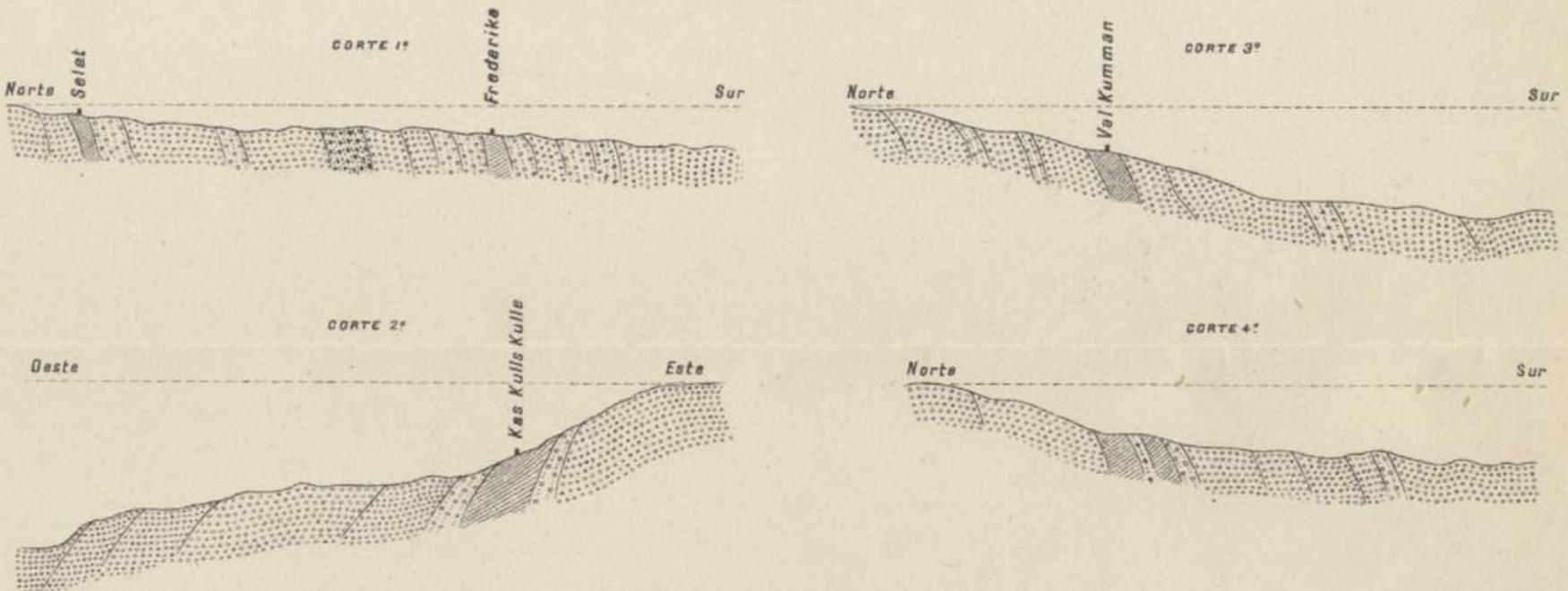


Kiruna

Corte geológico



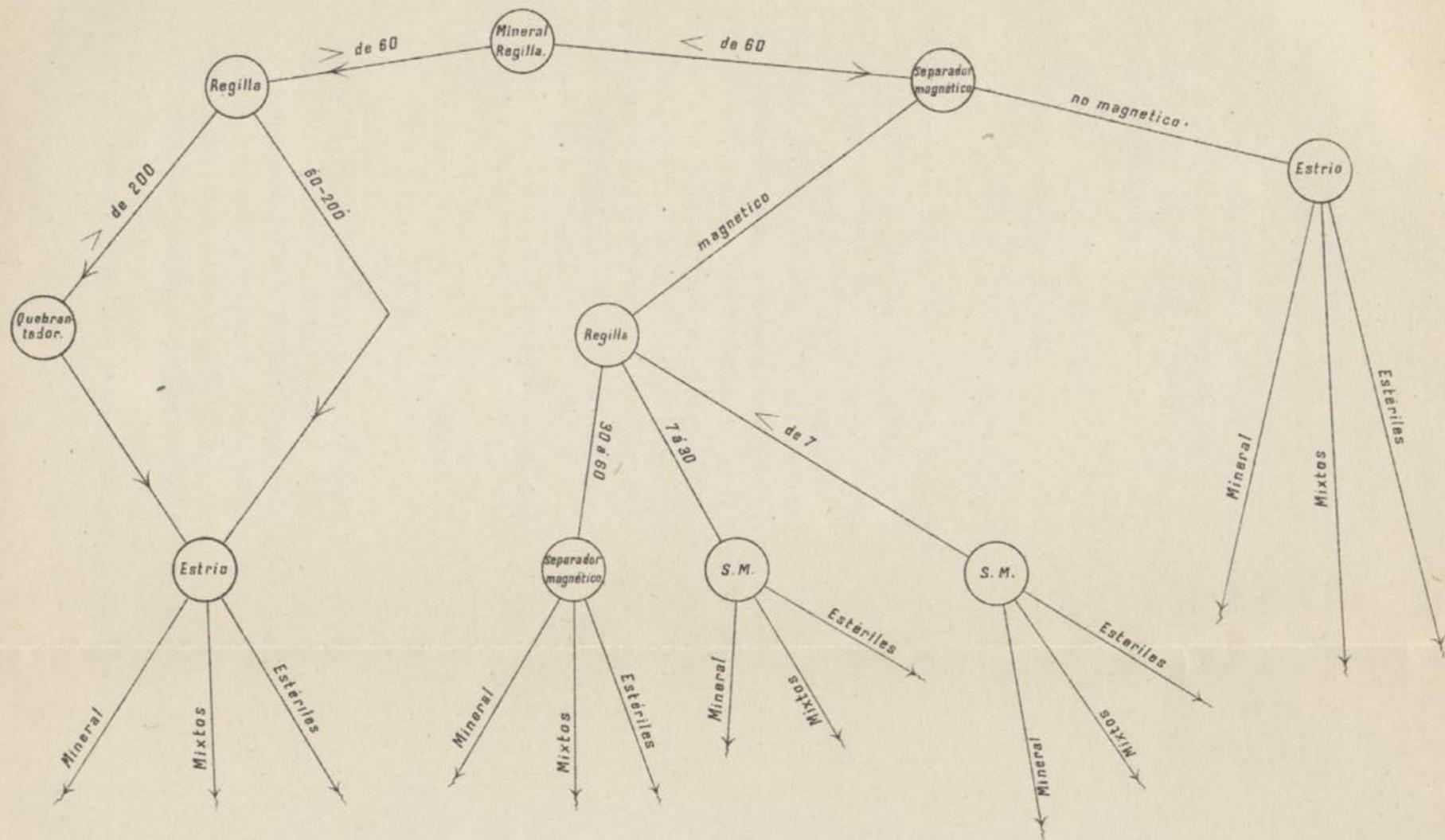
Gällivare



Signos

- Porfirita sódica
- Cinerita
- Porfido sienítico
- Mineral
- Porfido cuarcífero
- Grauwacas y pizarras
- Cuarcitas
- Leptitas
- Metabasita
- Skarn
- Granito

PREPARACIÓN MECÁNICA
ESQUEMA



ca
á
tatie
m
pe
de
la
re
sero
me
va
tra
ya
es
y
intge
setiv
co
de
te
tri
en
ve
ne
co
bu
sersor
te,
plo

ral, parece oscilar entre 2 y 5 coronas, según las minas, ó sea un promedio, tal vez, de tres coronas (4,50 pesetas), pues son más frecuentes los campos de explotación que proporcionan el producto al precio inferior de dos coronas. Como el gasto de transporte total de Malmberget á Lulea (según se verá más adelante) es de 3,03 coronas, comprendiendo carga y gastos de puerto, resulta el mineral grueso, puesto franco á bordo, á un precio aproximado de

Explotación	3,00 kr.
Transporte, etc.	3,03
Total	6,03 = unas 9 pesetas.

La preparación mecánica de una parte de los productos se verifica en instalación capaz de pasar 250 toneladas por diez horas de trabajo, y movida por corriente trifásica á 500 voltios; exige un consumo de 750 H P. de energía.

La materia prima principia por clasificarse con rejillas de 60 milímetros, en dos clases, siguiendo la mayor á otras y escogida á mano; un proceso parecido sufre la clase 60-200. La media, inferior á 60 milímetros, es sometida á una primera separación magnética, subdividiéndose luego por rejillas de sacudimiento en clases de 60 m/m, á 30 m/m, 30 m/m á 7 m/m y menos de 7 milímetros, que á su vez y cada una de ellas, paversen en el esquema adjunto.

El mineral que entra en el lavadero suele tener, por regla general,

Fe.	= 52	por ciento.
Ph.	= 0,632	»

Los concentrados suelen variar poco: la parte gruesa acusa en general Fe = 65 por ciento, y Ph = 0,958; las granzas Fe = 66 por ciento y Ph = 0,582; y los polvos ó menores de 7 milímetros, Fe = 67 por ciento, Ph = 0,694.

Los estériles del estrío salen con Fe = 9,6 por 100 y Ph = 0,094: los rehusos de los separadores magnéticos con Fe = 8,5 por 100, Ph = 0,434.

Los mixtos, que se almacenan para tratamiento ulterior

cuando se disponga de la bastante energía eléctrica para ampliación de las instalaciones, tienen

27 á 39 por 100 Fe.
0,196 á 0,960 Ph.

El gasto total de concentración parece oscilar alrededor de 0,70 coronas, ó sea, en cifra redonda, una peseta por tonelada limpia obtenida.

No se fabrica briqueta en Gellivare; tanto ese producto como el aprovechamiento parcial de las apatitas tiene lugar en las proximidades de Lulea, y da lugar á industrias secundarias y subordinadas.

Minas de Kiruna.

Unos cien kilómetros más hacia el Norte, siguiendo la línea férrea, ya á la latitud de 67°,50, y por lo tanto más allá del círculo polar, se encuentra el célebre distrito de Kiruna, tal vez el más importante de hierros fosforosos de cuantos hoy día se conocen en el mundo.

El paisaje es muy parecido al de Gellivare: la misma planicie sembrada de lagos y lagunas de fondo turboso; la misma vegetación y análoga rareza de fauna; pero su mayor latitud Norte, la extremada crudeza del clima, mucho más frío y riguroso que el de Gellivare, á pesar de la relativa proximidad de ambas regiones, acentúan el carácter ártico, melancólico, monótono, triste, aunque en cierto modo bello, de esa zona. La vegetación en la planicie es más raquítica, y totalmente nula en los altos de las minas; la meseta aparece también sembrada y recubierta, á veces, de detritos erráticos y restos de morenas.

Los fenómenos glaciarios, el movimiento de retroceso de los grandes heleros cuaternarios, han dejado en Kiruna huella, si cabe, más honda que en Gellivare, y las rocas, incluso los crestones de hierro, aparecen unas veces aborregados, desquebrajados otras, siempre cuajados de las estrías típicas que caracterizan ese fenómeno.

Sobre la meseta, á quinientos metros de cota, en la estación férrea, se eleva la gran montaña de Kirunavaara, alineada casi de Sur á Norte en unos cinco kilómetros, que muere en el lago Luossajaervi por su extremo septentrional, para volverse á alinear por el Norte, formando otro levantamiento de un kilómetro, donde radica la mina Luossavaara. La altitud máxima de Kirunavaara es de 748 metros en la cúspide llamada Geologen; la máxima de Luossavaara es parecida, pero algo inferior (722 metros); ambas, pues, dominan la planicie general con diferencias de cotas de 248 metros y 222 respectivamente, y entre las dos constituyen los campos ferríferos más interesantes del distrito.

Al Este de esta serreta, y pasada la verdadera población de Kiruna, sigue la planicie ligeramente ondulada con menores diferencias de nivel, y surcada de cuando en cuando por vaguadas suaves; cuatro kilómetros más á Levante de la vía férrea radica la mina Tuolluvaara, de mucha menor importancia que las anteriores, y perteneciente á una Sociedad que, aun cuando sueca, es ajena á la general de Kiruna y Gellivare; un cable aéreo une Tuolluvaara con la línea general.

La formación geológica, en su conjunto, es porfídica, si bien á veces perfectamente estratificada y enclavando en ella algunos lienzos estrato-cristalinos, ó por lo menos precambrianos, é interrumpida hacia el Noroeste por un gran asomo granítico eruptivo y otros más pequeños de diabasa.

Adosada al granito aparece, ante todo, una gran zona de porfirita ácida y verdosa, en la cual predominan las plagioclasas albita y oligoclasa con cuarzo y hornablenda en coladas estratificadas y limitadas al Este por verdaderos tuffs ó cineritas porfídicas; descansa sobre ellos el pórfido sienítico que forma el yacente de los criaderos de Kirunavaara y Luossavaara, y cuyo pendiente, á su vez, le constituye un verdadero pórfido cuarífero, muy parecido á la leptita y algunas haellflintas de los suecos, bordeado á Levante por pequeñas fajas de anfibolitas, apareciendo luego sobre el pendiente de éstas, otra vez y en gran extensión, el pórfido sienítico con los caracteres típicos de la región. Encerrados entre el pórfido cuarífero y el general sienítico, se observan fajas estrechas precambrianas de grauwackas, pizarras y conglomerados. La ins-

pección general del plano de Kiruna, y corte geológico de Poniente á Levante adjuntos, dan una idea del distrito.

Toda esta formación estratificada y concordante corre, como ya queda dicho, de Norte á Sur con un buzamiento de 60 á 70° al Este.

El pórfido sienítico, de colores variados, rosáceo, gris y aun verdoso, es bastante básico y contiene mucha hornablenda, cristales y venas de magnetita y titanita. Su estructura es, á veces, amigdaloides, con cavidades vesiculares cuajadas de anfíbol, titanita, magnetita, biotita, y muy frecuentemente de apatita; viene surcado por diques también porfiricos, mucho más pobres en magnetita.

El pórfido cuarcífero, mucho más ácido y de dureza extraordinaria, de color generalmente rosáceo, contiene, á menudo, grandes fenocristales de feldespato y magnetita.

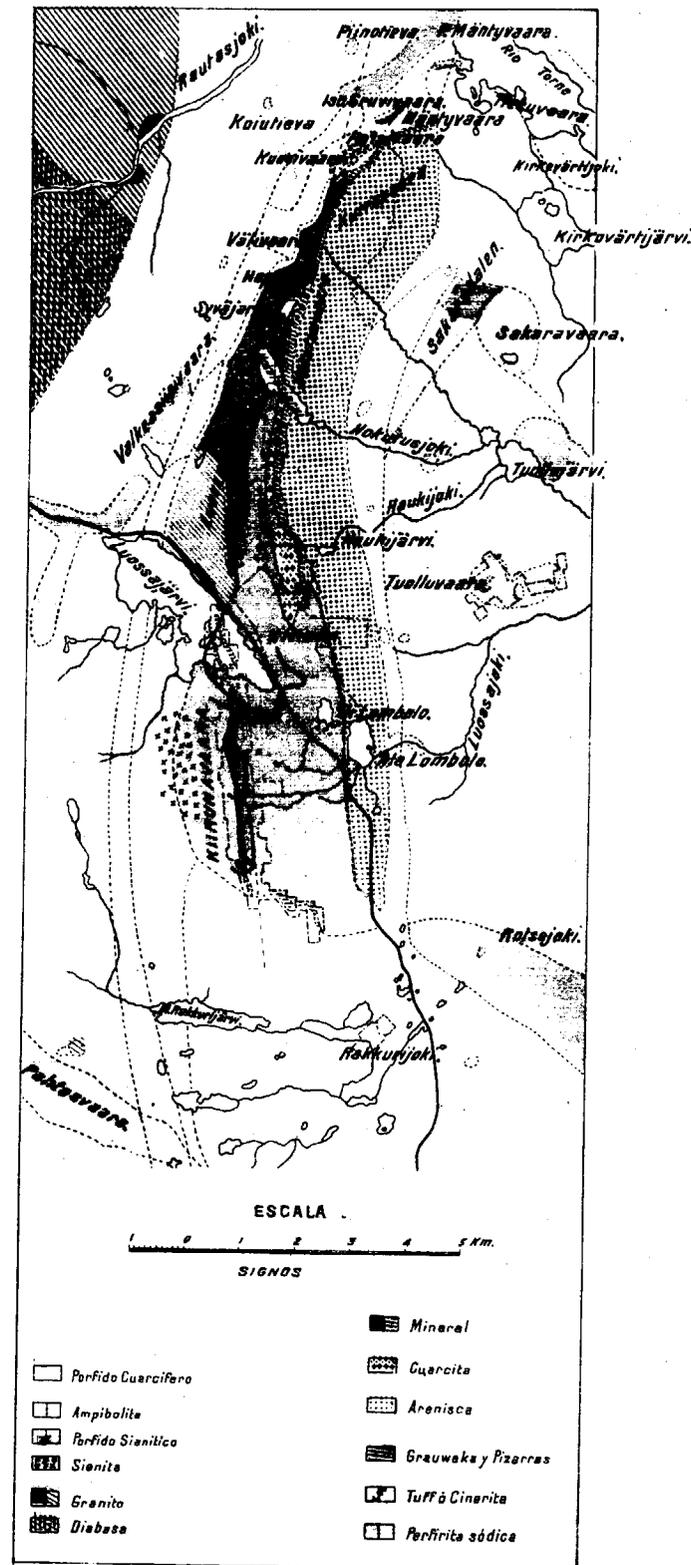
Tanto los pórfidos sieníticos como los cuarcíferos están á veces, cuajados de magnetita microscópica diseminada en toda la masa.

Los efectos tectónicos han sido en Kiruna relativamente débiles; cierto es que el metamorfismo ha influido en toda esta región, y sus huellas aparecen claras y evidentes, pero en mucha menor escala que en Gellivare. Las rocas de Kiruna conservan, más ó menos, sus facies propias y originarias; los diques de pegmatita, metabasita, faltan en absoluto, y son más raras las zonas turmalíferas; la masa de mineral aparece más compacta, más limpia y casi exenta de intrusiones de rocas eruptivas y extrañas.

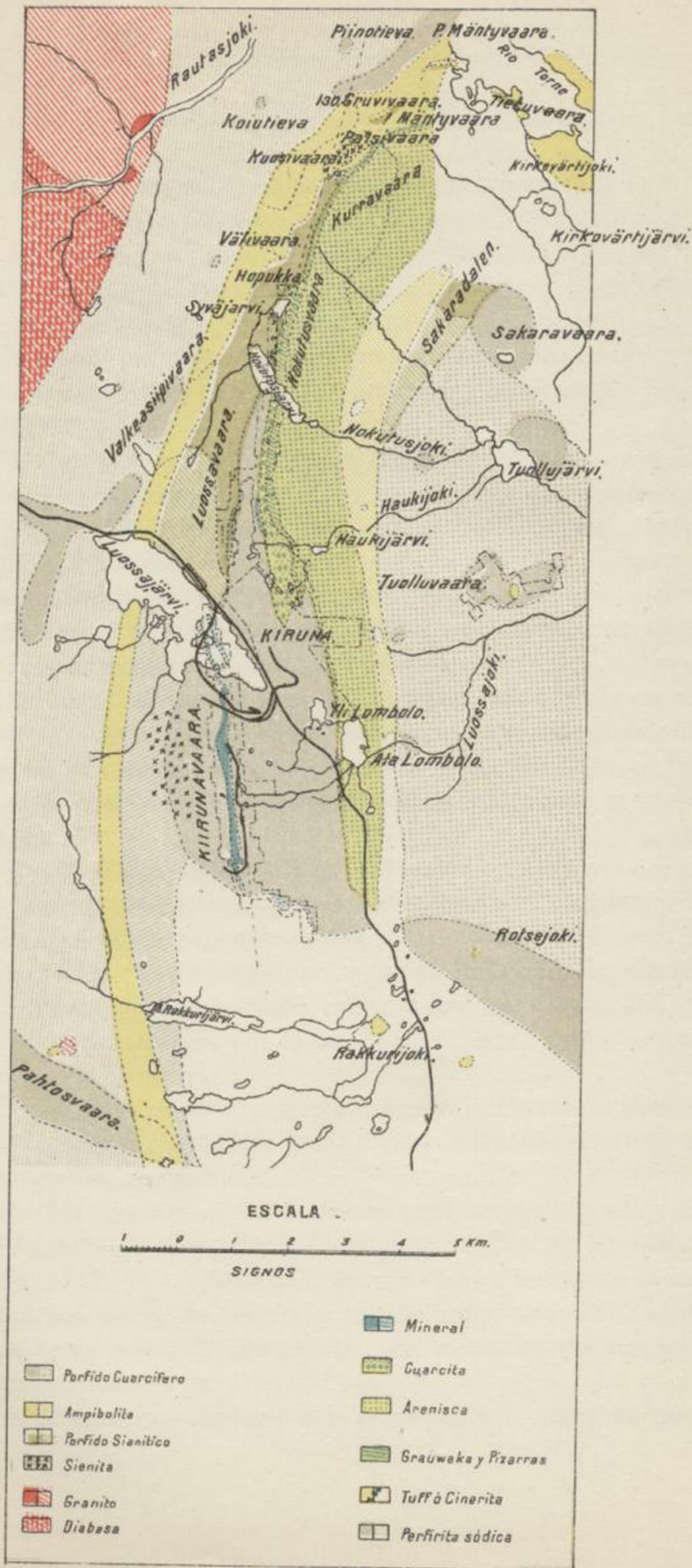
De los tres criaderos principales, Kirunavaara, Luossavaara y Tuolluvaara, el más importante es el primero, y el de menos dimensiones el último, insignificante con relación á los otros, sobre todo comparado con Kirunavaara.

En Kirunavaara corre la masa estratificada de mineral por la cresta de la serreta, en unos 5 kilómetros, con espesores que varían desde 40 á 190 metros; esta potencia máxima, extraordinaria y excepcional tal vez en el mundo, la adquiere en el mogote culminante de la montaña, en el sitio denominado Geologen, cúspide que en honor y á presencia del Congreso Geológico XI reunido se hizo volar, en el mes de Agosto

MAPA GEOLOGICO DE KIRUNA.



MAPA GEOLOGICO DE KIRUNA.



de 1910, por una descarga de más de una tonelada de dinamita.

Los espesores de la masa suelen ser máximos en los puntos altos de la sierra, medios en los collados, y mínimos en los extremos Norte y Sur, donde la montaña muere en la planicie por el Sur, ó sumerge sus faldas por el Norte bajo el lago Luossajaervi; y esta regla puede observarse, no sólo en Kiruna, sino en la mayor parte de los yacimientos de Laponia. El espesor ó potencia media del crestonaje no bajará seguramente de 70 metros.

Ha sido investigado este criadero por numerosísimos sondeos, aun á 200 metros bajo las aguas y dentro del Luossajaervi; los taladros más profundos en la concesión Zenobia bajaron á 300 metros bajo el nivel de la planicie; en estos reconocimientos mineros y numerosos, pero todavía insuficientes, dada la extraordinaria amplitud del yacimiento, no parece notarse estrechamiento en profundidad.

La masa de Luossavaara aparece con una corrida de más de un kilómetro y un buzamiento de 65° con espesores mínimos de 20 metros y que no pasan de 65 metros; parece relacionarse con la de Kirunavaara, de la cual puede ser continuación.

Todavía más al Norte de Luossavaara, y á muy pocos metros, han evidenciado las observaciones con el magnetómetro la existencia de pequeñas bolsadas en Thor-Oden, que por cierto no afloran; y otro tanto se puede decir de la región más al Nordeste, donde también deben yacer pequeños lentejones aislados, y acusados por la aguja magnética: están, sin embargo, por investigar.

Los sondeos verificados hasta ahora en Luossavaara demuestran un acuñamiento de la masa á profundidades relativamente pequeñas, por el Sur.

Tuolluvaara es el tercer campo en explotación, situado, como queda dicho, á unos cuatro kilómetros al Este de Kiruna. Se trabajan allí varias bolsadas, aisladas más ó menos en la misma alineación, y de las cuales la más importante hasta el día tiene una corrida de 400 metros, con espesores que no pasan de 20 metros.

Existen otros criaderos más pequeños aún, cerca de Luos-

savaara y Kiruna, y entre ellos las minas ó concesiones de Haukivaara, Nokotuvaara y Syvajardi; pero raquícos, de mineral muy feldespático, que no pasa del 54 por 100 de hierro; la mayor parte estudiados sólo con magnetómetro.

Forman Kirunavaara, Luosavaara y Thor-Oden una alineación de masas, y otras más á Levante, Tuolluvaara, Haukivaara, Nokotuvaara y Syvajardi; ambas alineaciones más ó menos paralelas.

Más importante que todos estos últimamente citados y otros próximos más pobres en hierro, descubiertos también por la aguja magnética, es el criadero de *Mertainen*, á 30 kilómetros por el Sudeste de Kiruna, enclavado en el pórfido sienítico, aun cuando su mineral magnetita, por estar muy mezclado con anfíbol, no acuse leyes en hierro superiores al 50 por 100; hasta ahora está poco investigado, lo cual no ha impedido que se le asigne un contenido de 16.000.000 de toneladas hasta una profundidad de 100 metros.

Las cantidades de mineral de reserva y explotable que se calculan en Luosavaara son grandes; las de Kirunavaara, francamente enormes.

La primera cubicación técnica de estos criaderos la verificó en 1907 el profesor Peterson para ver si su tonelaje podía garantizar al Estado el capital que se invirtiera en la línea férrea. Esta cubicación arrojó las siguientes cifras:

Kirunavaara	215.000.000 de toneladas
Luosavaara	18.000.000 de »
TOTAL	233.000.000 de »

El mismo profesor, con más datos, apreciaba posteriormente en Kirunavaara 480 millones, de los cuales, unos 200, bajo las aguas del lago Luossajervi.

Por último, los ingenieros suecos, en vista de trabajos más recientes de sondeos y resultados del estudio magnetométrico, fijaron en el Congreso último de Estocolmo los siguientes tonelajes:

Kirunavaara...	}	Sobre el lago.....	240 millones.
		Bajo el nivel del mismo...	500 »
			740 »
Luosavaara.....			18 »
		TOTAL.....	758 »

En Luosavaara se suponen cinco millones con menos de 0,07 por 100 de fósforo.

Para estas cubicaciones, sobre todo en Kirunavaara, se ha tomado una profundidad de 300 metros bajo la planicie, ó sean 550 metros como promedio por bajo de los crestos altos, admitiendo la persistencia de los espesores de los afloramientos.

Posible será que la reserva real no alcance á lo calculado; pues por numerosos que sean los sondeos abiertos, necesita aún mucho más un campo minero como el de Kiruna para hacer apreciaciones inflexibles á tales profundidades; fácil será también que una gran parte de ese tonelaje profundo, y á veces bajo las aguas del Luossajervi, tropiece con grandes dificultades de explotación; pero es indudable que, aun haciendo una notable reducción en las cifras, resulta Kirunavaara á la cabeza, tal vez la cabeza misma, de la serie de cuantos yacimientos ferríferos de mena rica existen conocidos hoy día en el mundo.

El mineral de dureza extraordinaria es casi esencialmente la magnetita; el hematites se presenta como especie accidental, y principalmente en la parte Sur de Kirunavaara y en Luosavaara.

Como impurezas se observan el anfíbol, algo de turmalina asbesto, y, sobre todo, la apatita. Esta última viene impregnando siempre la magnetita, y de una manera tan irregular, que, cual en Gellivare, se llevan planos especiales esquemáticos y gráficos de los diversos campos de explotación con curvas representativas del contenido en fósforo.

La apatita entra en la mena por cantidades que varían desde 0,16 hasta 27 por 100; unas veces diseminada casi microscópicamente en la magnetita, otras en vetas fajeadas, en segregaciones irregulares y hasta en placas alternando con otras de mineral de hierro.

De todo el distrito, el mineral menos fosforoso parece ser el de Tuolluvaara, cuyo promedio no pasa de 0,88 por 100 Ph. (mineral de mezcla), y que da bastante de la clase A.

Por lo demás, los criaderos, aunque casi constantemente muy fosforosos, son, en lo que á su masa general se refiere, más puros que los de Gellivare y exentos casi de inyecciones pegmatíticas, graníticas, skarn y tantas otras como trastornan y fragmentan los de este último distrito.

Suelen hacerse en Kiruna seis clases: A, B, C, D, F y G, que se clasifican, como siempre, por su contenido en fósforo, abundan los menos fosforados en la región de Voktmaestaren; y los más ricos en apatita, en Geologen y Gruffingeneren

Sus leyes suelen ser:

A,	menos de 0,05	por 100 de fósforo.
B,	— de 0,05 á 0,10	por 100 »
C,	— de 0,10 á 0,60	por 100 »
D,	— de 0,75 á 2,50	por 100 »
F,	— de 2,50 á 3,00	por 100 »
G,	— de 3,00 á 6,00	por 100 »
	medio, 4	por 100.)

En 1908 se explotaron aproximadamente estas clases, en las siguientes relaciones de peso:

A,	15	por 100.
G,	10	»
F,	6	»
D,	65	»
C,	3	»
B,	1	»

Aun de la clase A, la mayor parte se aproxima mucho al 0,05 por 100, es decir, deja de ser mineral propio para el procedimiento ácido Bessemer y entra más bien en la categoría de *minerales de mezcla*.

El contenido en hierro es siempre elevado y superior al 61 por 100, observándose aquí, como en Gellivare, que la suma de impurezas, exceptuando la apatita, es constante; es decir, que los minerales ricos en fósforo bajan su ley en hierro, y

el contenido en apatita adicionado á la cifra representativa de óxido magnético suman una cantidad casi invariable.

La explotación en Kirunavaara se efectúa esencialmente á cielo abierto; verdad es que pocos criaderos se prestarán á ello tan admirablemente como éste. Sus grandes, enormes espesores, la compacidad de su relleno, la limpieza y consistencia de los hastiales, su desnivel de más de 200 metros en algún punto sobre el valle, el buzamiento de la masa coincidiendo casi en muchas regiones con el talud de las tierras y la vertiente de la ladera, su corrida alineada y siguiendo la cresta de la montaña, la fácil salida de los escombros y las amplias depresiones sobre el yacente del criadero para verter estériles; todo, en fin, está adecuado y constituye un ejemplo casi típico para la explotación á cielo abierto, en la cual no se llega á formar en una gran parte de la corrida verdadera Roza, sino á partir de cierta profundidad, quedando, como testimonio de la explotación, tan sólo el yacente de la caja.

Estas ventajas se patentizan considerando la relación que ha resultado en los pasados años entre el peso del mineral producido y el peso total de zafras y mena extraída; esta relación es como sigue, en cifras redondas:

1902	82	por ciento
1903	92	»
1904	89	»
1905	83	»
1906	73	»
1907	81	»
1908	80	»

El arranque se hace en grandes bancos de 12 hasta 20 metros de altura. Concentrada como está aquí la labor, fué más fácil introducir, desde el primer momento y exclusivamente, la perforación mecánica, principalmente con perforadoras Ingersoll y martillos perforadores Atlas. Todos los taladros se hacen á destajo, pagando 1,20 coronas (1,80 pesetas) á cada equipo por cada metro de taladro; lo cual permite al obrero sacar un jornal medio de 6 coronas (9 pesetas).

Para desalojar la Corta, sobre todo cerca del arrastre, de

los bloques grandes de estéril (pórfido sienítico), cuando se ejecutan barrenos grandes y para su carga en las vagonetas-bateas, se dispone de una máquina-cuchara de vapor.

Toda la tracción es eléctrica, empleándose en los bancos vía de 0,80 y material móvil basculador que carga de 2,50 á 3,50 toneladas, según los diferentes tipos, y con vía casi constantemente recubierta de armadura de madera para defenderla de los aludes, nevadas copiosas y conservar libre el tráfico.

Una cadena sin fin vierte de ciertas regiones de la explotación en un muelle con depósitos y de carga directa á la vía general del Estado; esta cadena, con cambios de vía y vía doble en el muelle, tiene en éste la contrarrampa de entrada, y pendiente con contrapendiente de salida adecuadas, para que automáticamente lleguen los vagones, viertan, retarden su movimiento, cambien de vía, suelten la cadena, tomen la pendiente y vía inversa, salgan por su propio peso del muelle y sean aprisionados por la cadena para su marcha ascendente hacia el banco de la Corta. Las vagonetas de forma achatada y basculadoras automáticamente alrededor de un eje transversal, casi en su punto medio, pero algo excéntrico, tienen, sin embargo, el defecto de su enorme peso muerto, pues llega éste á casi dos toneladas, es decir, casi al peso de mineral que puedan cargar; el servicio se hace por trenes de ocho vagonetas.

A pesar de la inclemencia del clima (cuya temperatura media en invierno oscila alrededor de 30° bajo 0 con mínima de 50°) y de que, por estar más al Norte del círculo polar, queda todo el mes de Diciembre, y prácticamente por las nieblas Noviembre y Enero en noche eterna, el trabajo á cielo abierto y todos los servicios anejos no se interrumpen, merced á un lujoso alumbrado eléctrico en todos los tajos.

El trayecto de Kiruna hasta los bancos superiores, para los obreros, se verifica también en tranvías eléctricos que recorren el valle, desembarcan los relevos en los vagones de un plano inclinado, eléctrico también, y destinado especialmente á este servicio.

Con todos estos perfeccionamientos, el gasto total de la tonelada de mineral, puesta sobre vagón en la vía del Esta-

do, no creemos que exceda de 1,8 coronas á 2 coronas, á lo sumo (3 pesetas).

El gasto de transporte á Narvik, aun cuando una cierta parte no sea fija (cual ya diremos al tratar del contrato de estas minas con el Estado noruego, pues depende de ciertos gastos de arrastre que varían con el tonelaje), puede evaluarse en 3,45 coronas, poniéndose en Narvik sobre vagón, la tonelada de Kiruna, á un precio aproximado de 5,45 coronas (8,17 pesetas).

No es fácil calcular exactamente los gastos en el puerto, incluso la carga en vapor; pues si bien es muy económica por la disposición del muelle, cuando se hace directamente de los trenes de Kiruna y en vapores grandes, no lo es tanto cuando se necesita depositar esos trenes directos en stock para volverlos á cargar y verterlos en vapor; y hay que tener en cuenta que esta faena intermedia se impone muy á menudo, no sólo porque los rigores del clima y entorpecimientos consiguientes, durante el invierno, en la parte alta de Riksgraenzen, obligan á hacer ese stock en Narvik para regularizar la explotación, sino porque los pedidos de clases determinadas no pueden siempre servirse con trenes directos.

De todos modos, aun calculados los gastos en puerto, desmuestre y carga en vapor, en 0,55 coronas, resulta siempre el mineral de Kiruna, fr. á b., á unas 6 coronas (9 pesetas).

El precio medio de este mineral en Narvik fué de unas 10 coronas escasas en 1908. Pero, para calcular más exactamente su beneficio total, conviene tener en cuenta los precios de venta y fletes en las regiones adonde se suelen exportar, á saber: Inglaterra por Narvik, y Westfalia por Narvik ó Lulea; si bien convenga advertir que el transporte á Lulea desde Gellivare, de 0,42 coronas, es más barato que á Narvik, aunque la carga sea más cara.

Los fletes en 1908 oscilaban alrededor de

Narvik-Inlaterra.....	4,25 coronas
Lulea-Alemania.....	5,50 »
Narvik-Alemania.....	4,50 »
Lulea-Inlaterra.....	5,20 »

Para calcular ahora con alguna mayor aproximación, el gasto total de estos minerales franco á bordo en el extranjero, preciso es recargarlo con el canon que cobra el Estado á cuenta de sus acciones liberadas (contrato del cual hablaremos más adelante). Este canon varía, tanto en Gellivare como en Kiruna, según los años en que se haga la producción, á saber:

	Gellivare	Kiruna
1908 á 1927	0,50	1,00
1928 á 1932	0,75	1,50
1933 á 1937	1,00	2,00

que representa un promedio, suponiendo una explotación anual constante, de

Gellivare	0,63
Kiruna	1,26

Suponiendo, por lo tanto, condiciones técnicas y de mercado constantemente medias y parecidas á las de 1907 á 1909, resultará:

	Coronas
Gellivare en Rotterdam = 3 + 0,63 + 3,03 + 5,50 =	12,16
Gellivare en Inglaterra = 3 + 0,63 + 3,03 + 5,20 =	11,86
Kiruna en Inglaterra = 2 + 1,26 + 3,70 + 4,25 =	11,21
Kiruna en Roterdan = 2 + 1,26 + 3,70 + 4,50 =	11,46

Cifras que, reducidas á nuestra moneda, arrojan:

Gellivare-Rotterdam.....	18,24 pesetas.
Gellivare-Inglaterra.....	17,79 »
Kiruna-Inglaterra.....	16,81 »
Kiruna-Rotterdam.....	17,19 »

Se ve ante todo que el mineral de Kiruna resulta siempre algo más barato; y si se tiene en cuenta que en Gellivare el costo de la tonelada por explotación está llamado á aumentar por el crecimiento de la labor subterránea, es fácil deducir que el margen á favor de Kiruna esté también llamado á hacerse más sensible.

El valor de estos minerales ó su precio de venta es difícil

de calcular, pues, depende de los diversos contratos, secretos muchas veces, y circunstancias mercantiles del momento.

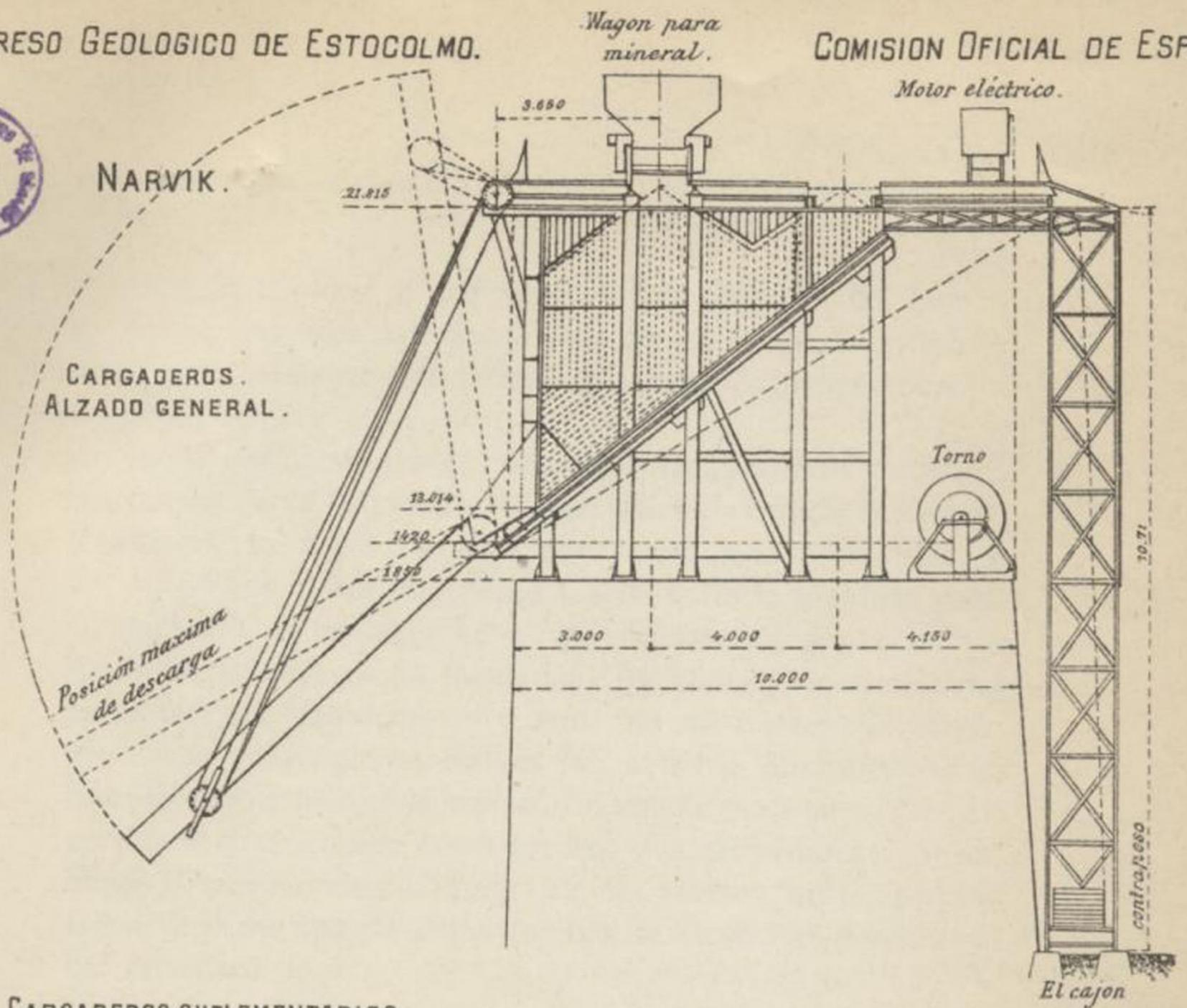
Aproximadamente, se puede decir que durante 1908 se vendieron en Inglaterra, sobre la base del 60 por 100, hierro, á 19 chelines la clase A, y 17 las demás: las unidades en exceso se suelen evaluar á 6 peniques; según esto, la clase corriente fosforada (no A.), de un promedio de 63 por 100, valdría unas 24,73 pesetas: de este precio hay que deducir la descarga en Inglaterra, que lo dejará reducido á unas 23 pesetas.

En Westfalia se hacían contratos en 1909 para varios años de mineral sueco, pagando en fábrica el 60 por 100, hierro, á 15,75 marcos para minerales de 1 por 100 fósforo; las demás unidades de hierro á 0,40 marcos. Hay que tener en cuenta también el transporte y gasto adicional de Rotterdam á las fábricas, que oscila alrededor de 1,50 marcos. Tomando siempre el tipo de mineral de 63 por 100, hierro, y uno por ciento Ph., se pagaría en Westfalia á unas 22,66 pesetas; pero, deduciendo de este precio 1,50 marcos del transporte entre Alemania y Holanda, se reduce la cifra anterior á unas 21 pesetas, número redondo.

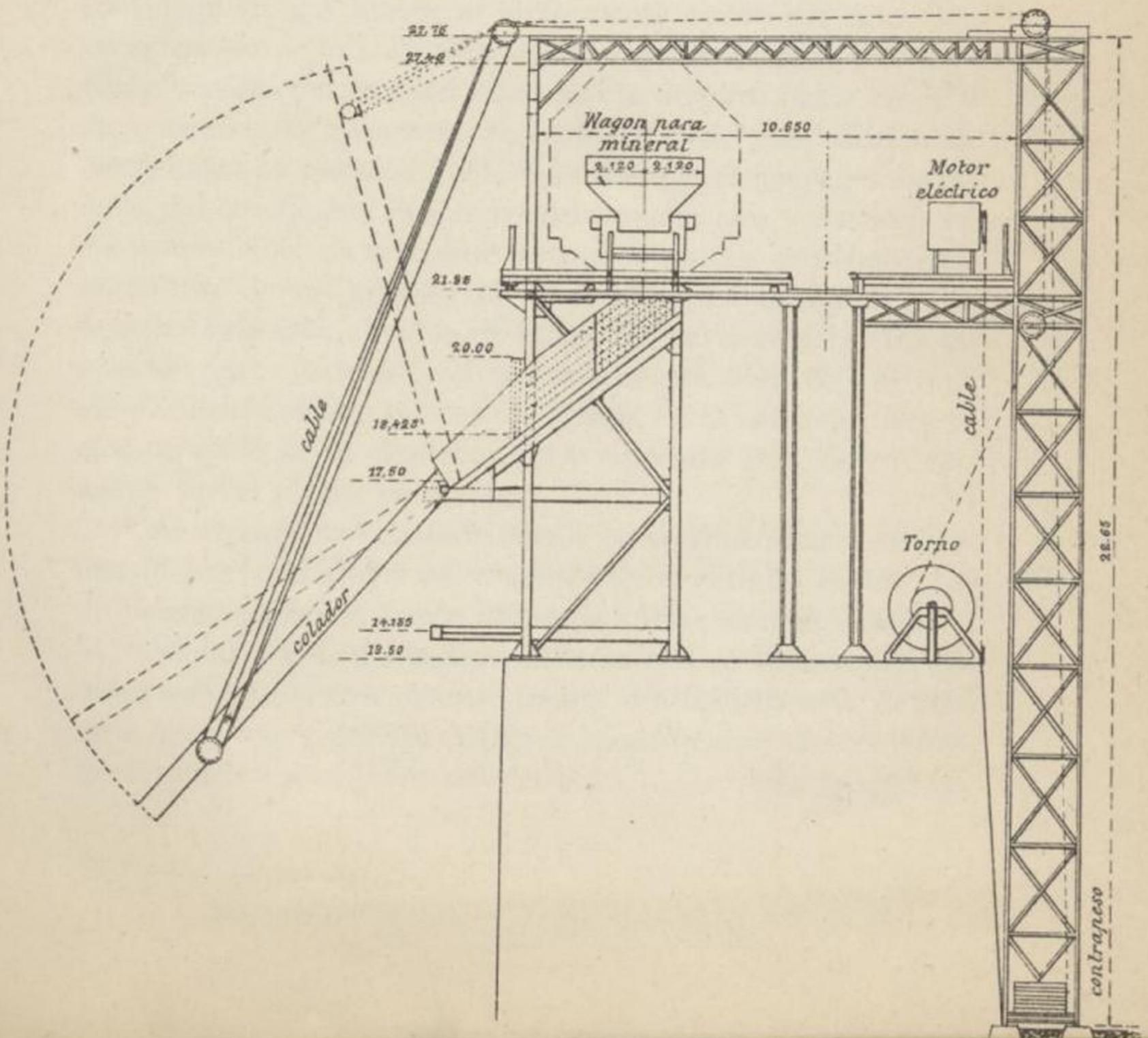
Según esto, el margen total que dejarían los minerales suecos para sus explotadores sería aproximadamente:

	Ptas.
Gellivare en Alemania...	21,00 — 18,24 = 2,76
Gellivare en Inglaterra...	23,00 — 17,79 = 5,21
Kiruna en Alemania.....	21,00 — 16,81 = 4,19
Kiruna en Inglaterra.....	23,00 — 17,19 = 5,81

Claro está que el mercado de 1908 fué muy bajo, y más aún para estos minerales, pues en 1907 se vendían cerca de 6 pesetas más caros en Inglaterra; pero de todos modos se ve que, después de pagar el canon al Estado, la ganancia de la Compañía oscila entre 3 y cerca de 6 pesetas por tonelada, según se trate de una mina ú otra, y del mercado alemán ó inglés, aun con precios bajos de hierro; pero siempre las ganancias con Kiruna son superiores á las de Gellivare, y el mercado inglés parece ser también más ventajoso: en cambio



CARGADEROS SUPLEMENTARIOS.



es más escrupuloso en lo que se refiere á las clases de mena que acepta.

Es clara, por lo tanto, la tendencia á derivar la exportación hacia Inglaterra, y tal vez Estados Unidos, si no se hacen mejores precios en Alemania ó se abaratan sus fletes: este último renglón es el que trata de perfeccionar también en provecho propio la Compañía minera con vapores de su propiedad.

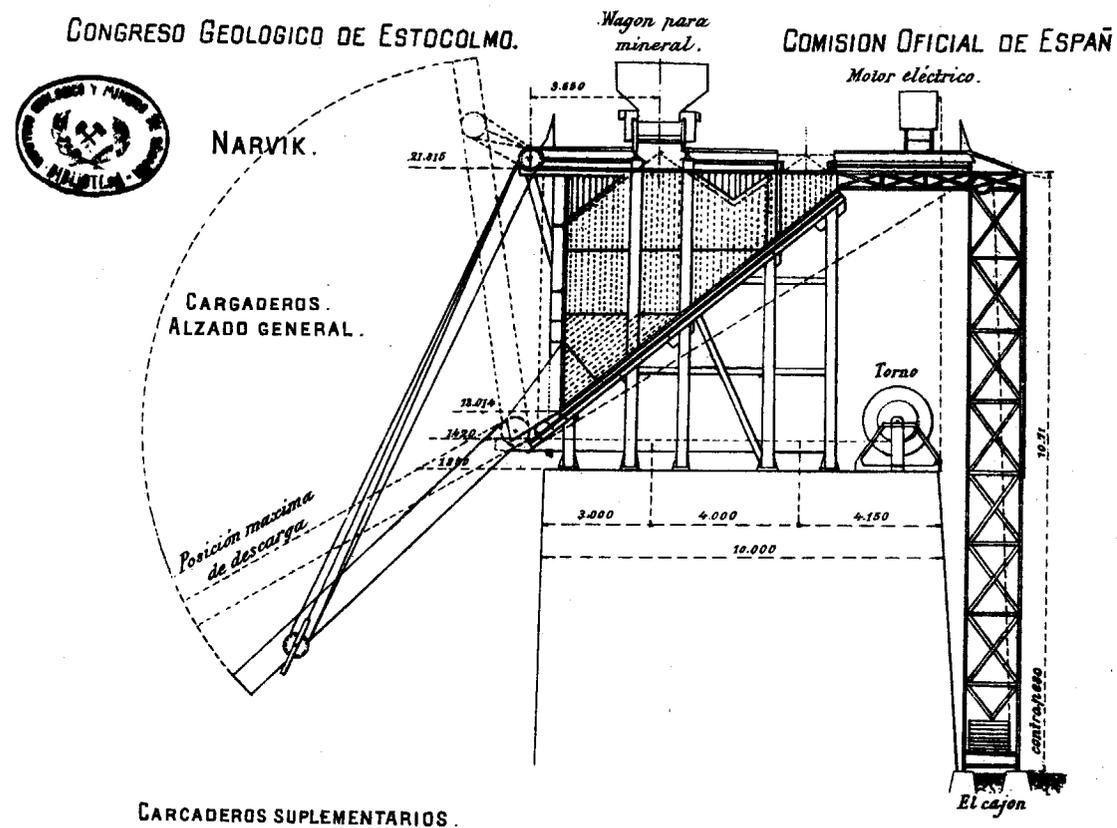
Narvik.

Una de las instalaciones más importantes de la Sociedad de Kiruna es el embarque en el puerto de Narvik, situado en Noruega, en el extremo Levante del Ofoten-fjord del Océano Glacial y final de la línea Lulea Narvik, de unos 475 kilómetros, la más septentrional de Europa.

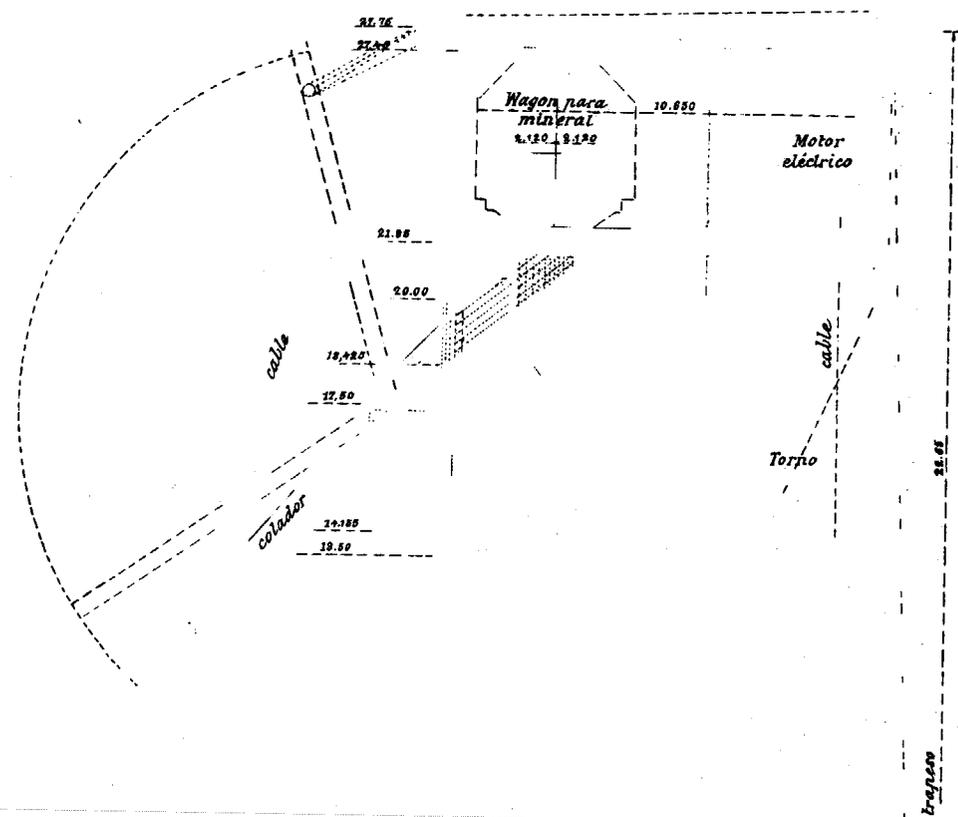
El puerto tiene inmejorables condiciones de calado, poca marea y un clima relativamente suavizado por la corriente del Gulf-stream, incomparablemente más dulce que el de Laponia y de Lulea: el mar se encuentra siempre libre en Narvik.

Llega el mineral en vagones de 35 toneladas de peso útil, y se descarga en *stocks* cuando no hay barco para verificar la carga directa: de estos almacenes al aire libre lo toman oportunamente máquinas cargadoras que vuelcan sobre material también de 35 toneladas, que es el que por el muelle carga directamente en el vapor.

Este transvase constituye uno de los grandes gastos que tiene que soportar el mineral en Narvik, y se trata de reducirlo lo más posible: difícil será suprimirlo por completo, no sólo porque impone este almacenaje la frecuencia de interrupciones que durante los días más crudos de invierno puedan sobrevenir en las minas y en la vía, y que no deberán influir en la regularidad de la exportación, sino por la necesidad de aislar en grandes montones las clases diferentes de mena para poder servir los distintos pedidos á los compradores.



CARGADEROS SUPLEMENTARIOS.



El embarcadero propiamente dicho, de unos 350 metros de largo, está montado sobre base de bóvedas de granito: la parte superior de esta base queda á 13,50 metros sobre la bajamar.

Sobre ella descansa el verdadero embarcadero metálico, compuesto de 26 tolvas de 240 toneladas de cabida cada una, ó sea un total de 6.240 toneladas: por encima de éstas, y á 7,30 metros, corre una doble vía de entrada y salida para la maniobra de descarga en tolva, con los vagones corrientes de la vía normal de 35 toneladas. De ellas, pasa el mineral al buque por canalones-vertederos de 10 metros de largo, giratorios y fácilmente izables (en caso de no funcionar el embarcadero), merced á transmisiones de cable movidos por un motor eléctrico que corre por una vía secundaria y puede hacer el servicio de cualquiera de las tolvas: un contrapeso frente á cada una de éstas facilita la elevación y descenso del vertedero.

Este contrapeso no es único: de ser así, y ser también constante é invariable su acción, el descenso del vertedero no sería regular, por aumentar el momento motor del peso del vertedero desde una cantidad nula, correspondiente á la posición vertical del canalón sobre su eje de giro, hasta un máximo cuando se encuentra en la horizontal, para disminuir luego hasta su posición final. A fin de que el momento resistente del contrapeso siga convenientemente esta variación, se construye aquél de una serie de placas unidas por charnelas según una de sus aristas: la placa inferior queda fija, y la superior va unida al cable de maniobra del vertedero. En la posición vertical de éste, el contrapeso está plegado: el movimiento del canalón produce la subida de la primera placa y el contrapeso se va desdoblado y entrando así consecutivamente varias placas en acción.

Como quiera que con este muelle no se almacenan más que unas 6.240 toneladas y se carguen barcos grandes en los que no puedan entrar en acción todas las tolvas sino en bajamar, se ha dotado al embarcadero de otros tres vertederos adicionales que ganan tres metros, treinta centímetros más de altura, sin tolva, y por los cuales se hace la carga directa en el barco desde los vagones del ferrocarril. Con este arreglo se

carga fácilmente en tres horas un barco de 7.000 toneladas y se despacha en cuatro horas. Los planos-croquis, adjuntos, dan una idea de la instalación. La Compañía ha adquirido también buques especiales para el transporte á Inglaterra y Estados Unidos, con bodega á propósito, en doble pirámide invertida, servida por dos elevadores en el mismo buque, que no sólo permiten la carga rápida en Narvik, sino una descarga fácil y barata.

Se ha ultimado también en Narvik una instalación especial de toma de muestras, en la cual, un conjunto de molinos americanos, de cono oscilante, quebrantan hasta 250 toneladas de mineral por hora de 40 mm. á 10 mm., pasando luego á trituradores más finos é intercalando, entre cada dos de éstos, aparatos selectores, que separan un 0,5 por 100 de materia que pasa al aparato siguiente. Esta instalación típica es necesaria para que la muestra exprese realmente la calidad media del cargamento, y está servida eléctricamente.

*

**

Los yacimientos de los distritos de Gellivare, Kiruna y sus proximidades son los de mayor importancia industrial de la Laponia, y los únicos además en franca explotación. Pero no son, ni con mucho, los solos depósitos de mineral del distrito, que, si no hoy por hoy, puedan en el porvenir representar un papel airoso en el mercado mundial de las magnetitas; y algunos de ellos han preocupado al Gobierno sueco hasta el punto de efectuar una compra directa, en beneficio de la Nación, á la Sociedad particular que los poseía; compra de la cual se hablará más adelante al tratar especialmente de los contratos llevados á cabo por el Estado para asegurar su supremacía en la minería lapona. Lo Sociedad á que nos referimos es la de Svappara, que poseía los yacimientos de Leveanieni, Svappara, Salmivara y Tansari.

Las minas de Leveanieni fueron descubiertas por el magnetómetro, á dos kilómetros de Svappara. La constituyen dos lentejones en las sienitas, uno de 300 metros y otro de 100 metros (fragmentadas las masas en otras más pequeñas, alineadas y muy costosas). El mineral es rico, muy poco fosforoso, y tiene la particularidad de ser algo vanadífero. Han

sido prospectadas por sondeos, y se les asigna un tonelaje de doce millones.

Svappara es el centro más importante y que dió nombre á su primitiva Sociedad propietaria; es de fácil exportación, por estar á media ladera y á propósito para la apertura de una buena Roza: se encuentra á unos 40 kilómetros al Sudeste de Kiruna. El criadero es algo cobrizo, sobre todo en las salbandas; pero, en general, la masa está constituida por magnetita rica en hierro con 0,5 á 3 por 100 Ph. Su buzamiento es de unos 70°, y la investigación por sondeos ha permitido asignarle una reserva de 18 millones de toneladas.

Ya las minas de Tansari y Salmivara son de mucha menor importancia y apenas si han sido estudiadas.

Todavía existen otros criaderos que no han entrado en los contratos del Estado con las Sociedades citadas de Kiruna, Gellivare ni Svappara, y entre ellos, por ejemplo, el cercano al macizo montañoso de Tornaetraesk; pero la investigación en esa región, no ha dado hasta ahora resultado.

No así el grupo Routivara, en la latitud 67° N., á unos doscientos kilómetros de la estación de Murjek de la línea de Ofoten, y que parece contener gran cantidad de mineral, pero tan titanífero, que hoy por hoy tropieza con grandes obstáculos para su explotación.

Minería del Sur.

La región minero-ferruginosa del Sur de Suecia es muy extensa y conocida desde hace varios siglos. Investigadas y aun explotadas muchas de sus minas, desde hace 600 años y más, en busca de metales nobles que se presentaron más ó menos irregularmente en sus zonas altas, constituyeron luego el núcleo que ha alimentado constantemente la siderurgia escandinava, y en los últimos cien años la fabricación del acero típico de Suecia, conocido en el mundo entero por sus especiales condiciones.

Las menas son en general de superior calidad: exceptuando el criadero de Graengesberg (el más importante hoy día),

y algunos otros como Blotberg, casi todas las minas acusan una ley muy reducida en fósforo, y sus productos son aptos para la fabricación de acero ácido: las gangas suelen ser en muchos casos, calizas, en otros el cuarzo, y tan solo algunos, como Taberg acusan excesivo contenido de ácido titánico. Aparte de esto, son muchas las bolsas que vienen asociadas al skarn, en cuyo caso el anfíbol se mezcla de tal modo al mineral de hierro en algunas regiones de las masas, que la materia prima tiene que someterse á la concentración magnética y briquetaje.

Son estos minerales (los no fosforados) los llamados en Escandinavia *Bergslagen*, que, como ya se ha indicado, no sólo alimentan la industria metalúrgica nacional, sino que su exportación está realmente prohibida por el Gobierno sueco.

Ocupan una zona amplísima, desde el Golfo de Botnia hasta el lago Vaern y Klaraelv, cuya región está salpicada de numerosas explotaciones, profundas en general.

Aparte de Graengesberg, Blotberg, alguna clase de mena de Norberg y otras explotaciones más insignificantes, las menas son todas de clase A., y casi exentas de titano, exceptuando Taberg (cerca de Joen-Koeping), cuya masa viene encerrada en una peridotita, y cuya mena de un 32 por 100 de Fe., y más del 8 por 100 de ácido titánico, no tiene hoy por hoy aplicación inmediata.

Las demás constituyen las menas corrientes del Sur, magnetitas y hematites puros y ricos, de buena calidad, tipos calizos como Dannemora, ó tipos skarn ó cuarcíferos como Norberg.

Rara vez alcanzan grandes dimensiones las Bergslagen: lentejones ó bolsas de 300 y 400 metros con espesores de más de 12 metros están en minoría; pero estas bolsas son tan numerosas, que á veces una sola concesión disfruta de cuatro y más de ellas.

Es muy común que estos criaderos vengan asociados y en contacto con el skarn, roca cuya base son los silicatos de alúmina, cal y magnesia, unas veces constituyendo anfíboles, otras piroxenas, y principalmente la augita y encajando frecuentemente en leptitas que pasan á verdaderas haellfintas ó á tuffs ó cineritas estratificadas: las calizas que á veces bor-

dean las masas, constituyen parte de la formación general feldespática.

La región ocupada por todos estos distritos diminutos es fértil, de clima relativamente suave, dotada de riqueza en arbolado, surcada por vías férreas y salpicada de lagos; condiciones todas que traen consigo circunstancias muy favorables para los arrastres de los productos, aprovechamiento de energía eléctrica, fortificación de las labores, vida de la población obrera, y para la industria en general; y que explican cómo muchas de estas minas, parcialmente agotadas, explotadas á grandes profundidades (aun á 500 y más metros) por relleno, con desagües, si bien poco importantes, y con menas de poco valor y producción exigua, puedan sostenerse, sin embargo, y seguir alimentando la siderurgia sueca. En esta región fué donde se introdujo y desarrolló el célebre procedimiento de concentración y briquetaje de Groendal; y ciertamente, dada la abundancia en ella de las menas impuras anfíbolíticas, varios distritos hubieran tenido que parar si tan oportunamente no hubiera venido el procedimiento apuntado á salvarlos de la ruina.

A pesar de esta producción exigua, en muchas de las minas, van extraídas de esta región unos 90 millones de toneladas, de las cuales 70 han sido de clase A. para el procedimiento ácido; pero predominando ya la producción de Graengesberg, ó mejor dicho, habiendo disminuído tan considerablemente la de las minas de mineral dulce, la estadística de 1908 no es tan favorable y arroja las cifras de

Minas pobres en fósforo..	637.815 toneladas
Minas ricas en fósforo.....	1.246.636 »
TOTAL.....	1.884.451

que se descomponen como sigue:



	TONELADAS		
	1906	1907	1908
Norberg	147.358	154.805	145.542
Dannemora	41.807	44.242	46.237
Strossa	»	16.615	44.794
Stripa	51.714	52.361	37.663
Skoett grufva-field.....	45.297	39.790	36.226
Staelberg	20.187	28.892	35.905
Dalkarsberg	18.385	21.454	33.872
Striberg	43.648	43.760	30.190
Persberg	30.205	24.102	29.734
Herraeng	26.453	29.892	26.300
Kallfall	28.277	23.554	18.565
Finmosse	16.250	16.733	17.426
Bjoernberg	19.662	17.227	17.006
Kantorp	19.173	21.841	16.347
Pershytte	15.719	12.298	16.295
Vintjaern	12.810	14.077	15.328
Klacka-Lerberg	15.092	13.044	13.634
Bispberg	11.820	12.570	12.223
Ingelshytte	8.881	7.452	11.486
Taberg	13.241	14.447	11.109
Niaeng	16.840	16.559	11.077
Bastkaern	11.470	9.212	10.856
Graengesberg	756.105	757.965	715.208
Bloetberg	115.687	113.778	129.837
Idkedberg	56.828	47.174	59.121
Otras minas	284.481	277.863	342.470
TOTALES.....	1.827.390	1.831.707	1.884.451

En la cifra de fosforosos entra Graengesberg por más de una mitad.

Esa producción decae cada día más, y, salvo descubrimientos que puedan venir á modificar este descenso, se vislumbra una paralización parcial á corto plazo, razón por la cual el Estado sueco no sólo multiplica los estudios magneto-métricos en toda la zona, sino que toma medidas enérgicas

Mapa geológico



para ayudar á las explotaciones con facilidades de todo género (principalmente con producción de energía eléctrica á bajo precio), dificultando y evitando la exportación de las menas no fosforosas, base fundamenal de su industria siderúrgica.

A pesar de todo, los ingenieros suecos, apurando los medios técnicos que en el porvenir pudieran aplicarse á estas minas semiagotadas y ya en condiciones precarias y difíciles de arranque, calculan una existencia ó reserva aprovechable muy subida ; cálculo es éste tal vez aventurado y que llega á un tonelaje total de 122 millones, de los cuales 90 pueden ser de mineral corriente y 32 de producto concentrado, todo él no fosforoso.

Entre las minas más importantes, por su producción unas, por la calidad de sus menas otras, alguna por su historia é interés científico, pueden figurar á la cabeza Graengesberg, Blotberg, Dannemora, Persberg y el distrito de Norberg : á cualquiera de estos tipos pueden referirse, más ó menos, las demás explotaciones.

Dannemora.

Esta mina, situada al Norte de Upsala y al lado del lago Grufsjoen, está unida por un ramal de vía normal á Orbyhues, sobre la red general sueca, y su explotación, tal vez en busca de metales nobles, data de 1481. Está intercalada en la región de granito gneisico típico de Upsala.

Se compone esta mina principalmente (véase el plano geológico adjunto) de dos lentejones paralelos, y casi á continuación uno de otro, de unos 230 metros de largo el primero y 170 metros el segundo, con zonas estériles intercaladas : los espesores en el principal llegan á 30 metros y más en algún sitio, pero su potencia medio no pasa de 12 á 14 metros : el segundo, dividido en varios trozos por esterilidades, alcanza mayor espesor : buzan unos 75° y más hacia Levante.

Arman en la caliza arcaica magnesiana, que por el pendiente bordea una faja de haellflinta, y cruzan el criadero varios filones ó diques transversales de felsita, y á veces dio-

ríticos; en algunos sitios la mena tiene bastante mezcla de skarn. Estos diques transversales (visibles sobre todo en la zona meridional) suelen contener sulfuros metálicos (blendas, piritas, galenas), y en alguno, y por Poniente hacia el lago, se notan escapes de gas metano, betunes y trozos de verdadero asfalto.

El criadero en profundidad tiene cierta tendencia á degenerar y á acuñar. La mena corriente, muy pobre en fósforo, oscila alrededor del 50 por 100 de hierro, poco silícea y de ganga principalmente calífera.

La primera explotación de este criadero fué á cielo abierto, con una gran roza de lisos limpios y casi verticales en algunos sitios, llegando á la profundidad de 160 metros.

Hoy día todo el arranque se efectúa subterráneamente al nivel de 215 metros, con pisos de 40 metros de altura y por labor en realce á grandes tajos con toda la anchura del criadero y relleno simultáneo. La dureza de la caja y los lisos bien destacados de ésta permiten una explotación muy ordenada, segura y relativamente económica, haciéndose todo el trabajo con perforadores y martillos Ingersoll.

Como particularidad debe citarse el empleo ilimitado que se hace en el interior de Dannemora de los ladrillos ó sillares de escoria de altos hornos para la fortificación: tanto la galería central de transporte, como las cañas, coladeros, chimeneas y hasta anchurones del pozo, están revestidos de sillarejo de escoria, que se maneja admirablemente en la localidad, construyendo en la labor subterránea bóvedas en cañón, de aristas y otras combinaciones, con igual perfección que si se tratase del material labrado más adecuado para ello.

Ciertas filtraciones superficiales del lago obligan á sostener un desagüe que, si bien de poca importancia en sí, constituye una carga, no sólo por no concentrarse las aguas convenientemente, sino por el sistema anticuado de las instalaciones. Todas éstas y las de extracción son verdaderamente arcaicas; las de desagüe, con tórrones articulados que recorren la superficie en varios centenares de metros, y la de extracción, instalada á más de 150 metros del pozo.

La producción de Dannemora es hoy día muy exigua, apenas si 50.000 toneladas anuales, pero la mena está clasificada

entre las mejores para la producción de acero sueco. En las partes profundas, cual ya hemos dicho, empieza á presentarse, sin embargo, la pirita, blenda y galena, sobre todo en las proximidades del dique de impregnación citado, por el S.

Las mezclas de skarn se almacenan para tratamiento ulterior de concentración.

Norberg.

(Véase el plano geológico adjunto.)

Este distrito, situado en la provincia de Westmanland y unido por un ramal á Kriblo sobre la línea general de Sala-Upsala, es una región muy interesante por la variedad de sus menas. La zona es ferrífera en general, pero encierra no obstante filones de mineral complejo con galena argentífera en Kalmar, y otros más ó menos manganésíferos.

Pasan de ciento los criaderos (algunos insignificantes) que han sido objeto de beneficio en una extensión, después de todo reducida, pues no pasará de 25 kilómetros de largo por bastante menor anchura; pero muchos de ellos no son dignos de mención especial.

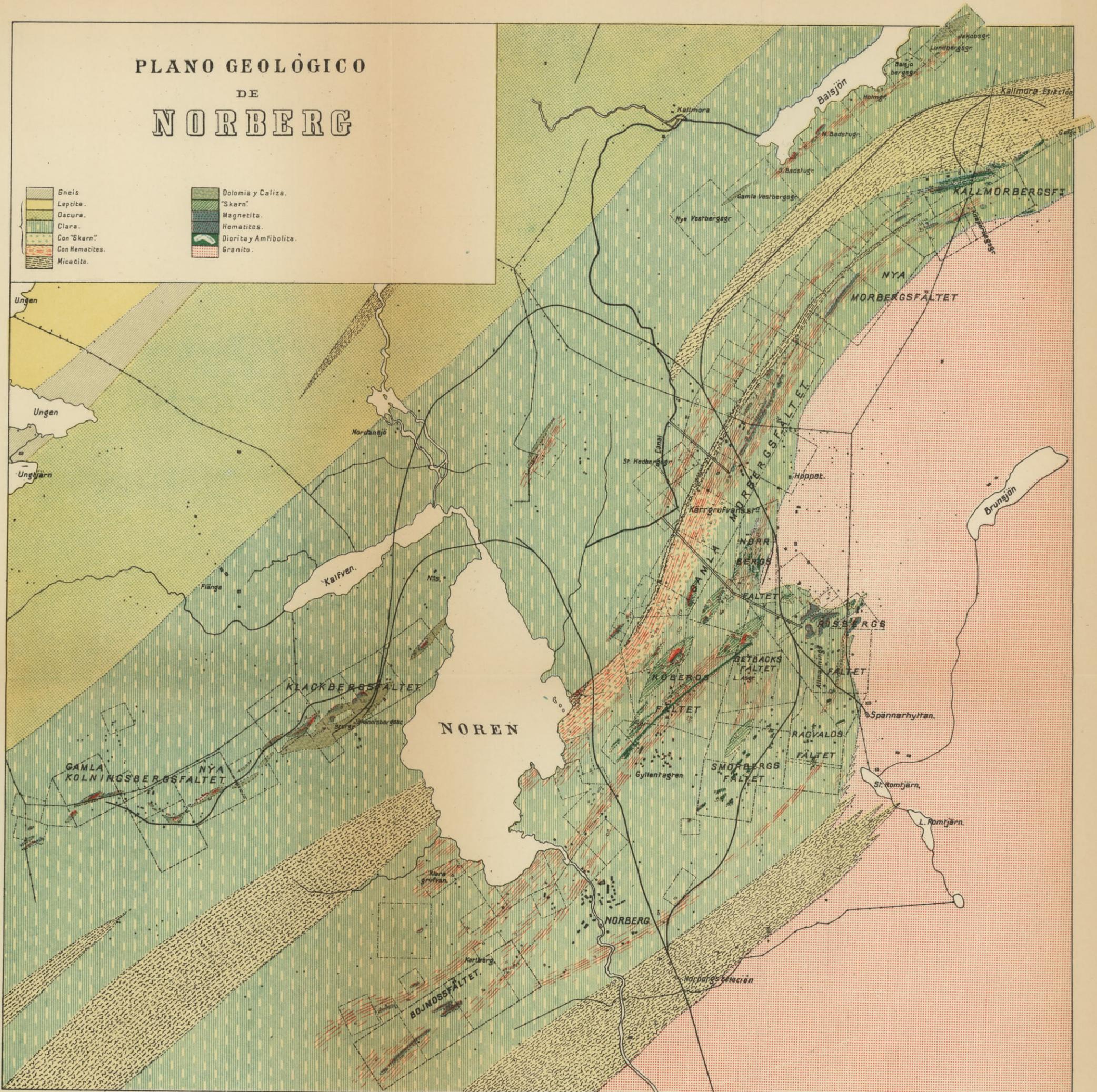
Siendo varias las Compañías suecas establecidas en el distrito, la administración aislada de cada mina hubiera absorbido cantidades que tal vez hicieran imposible la explotación de muchos criaderos, si el carácter práctico de los suecos no hubiese encontrado desde hace tiempo la solución, englobando las diversas Sociedades para el exclusivo fin de unificar la dirección técnica y administrativa de las diversas explotaciones. Están, por lo tanto, las diferentes minas, de condiciones muy distintas de explotación, calidad de mena, etc., bajo una misma dirección y administración, sin perjuicio de conservar cada una en todo lo demás su autonomía propia: de este modo se lleva á cabo el beneficio de esa serie de criaderos próximos los unos á los otros, y enlazados en general por vías férreas y cables aéreos.

El croquis general geológico-topográfico adjunto da una idea de este distrito. Casi todos los criaderos vienen encajados en una formación de leptita, ó granulita gneísica estratifica-

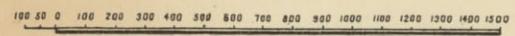


PLANO GEOLÓGICO DE NORBERG

	Gneis		Dolomia y Caliza.
	Leptita.		"Skarn".
	Oscuro.		Magnetita.
	Clara.		Hematitas.
	Con "Skarn".		Diorita y Amfibolita.
	Con Hematitas.		Granito.
	Micacita.		



ESCALA



da, muy trastornada y con numerosos pliegues en contacto con el granito por el Este, y con una faja de gneis por el Oeste. Forma la leptita entre estas dos rocas una faja dirigida de Nordeste á Sudoeste, en la cual se encierran los lagos Noren y Baelsjon.

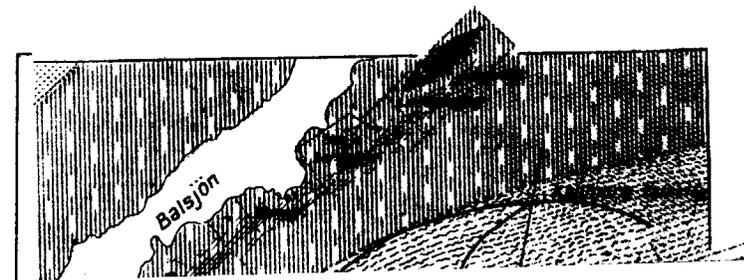
No toda la región leptítica contiene criaderos minerales, y parece notarse cierta relación entre éstos y las condiciones físico-químicas de la roca, que á su vez ofrece varias facies fáciles de distinguir: la variedad subordinada á los yacimientos ferríferos es de grano fino, color claro, cargada de mica y más especialmente de muscovita: en cambio, la leptita de grano grueso y color obscuro suele ser estéril.

Aparecen en la zona minera, y dentro de la leptita, algunas fajas de verdadera micacita, sobre todo por el Sudeste, en el contacto con el granito, y por el Norte en la región del lago Baelsjon y Suroeste del Noren: también esta micacita parece ser estéril en yacimientos ferríferos.

Dentro de la granulita clara, especialmente por Levante, se presentan diversos lentejones interstratificados de skarn, por regla general anfibolítico; pero en algunos puntos, como en el grupo minero Risbergsfaeltet, muy piroxénicos.

Por último, muy principalmente al Suroeste del lago Noren, en el grupo Klackbergsfaeltet y Gambla por un lado, y en el extremo Norte del lago Baelsjon, se intercalan en la leptita, y formando la caja de los criaderos, lienzos de caliza dolomítica de color generalmente claro y brillo céreo, conteniendo granos de anfíbol, serpentina, magnetita, y muy frecuentemente, en el contacto con el criadero, numerosos cristales de magnetita y granates que acusan efectos de indudable metamorfismo.

Las dos especies mineralógicas de hierro parecen ser de formación primaria; ó, al menos, la magnetita diseminada fuera de la caja, en la leptita y en el gneis, presentan caracteres de tal origen; pero posteriormente, en la parte Norte sobre todo, en Kalmar, ha debido tener lugar una segunda inyección mineralizante que dió lugar á los yacimientos argentíferos de aquella región, cuyo origen epigénico parecen indicar algunas zonas del gneis que limita la caja caliza de esos filones; se ven en efecto, en muchas muestras de esa



granulita ó gneis, infiltraciones de galena y pirita, rellenando los huecos del cuarzo, magnetita y anfíboles primarios.

Todo el distrito viene á veces surcado por pequeños diques dioríticos más modernos, y que en general siguen la misma dirección de la estratigrafía de la leptita, y lentejones de hierro, es decir, aproximadamente de Nordeste á Sudeste.

El buzamiento general de la formación es hacia el Noroeste.

Prescindiendo de la mina argentífera de Kalmar, y de alguna otra magnésifera del Sur, las especies minerales corrientes son los hematites (frecuentemente oligistos) y la magnetita. Esta última es la más general, pero también son frecuentes los sesquióxidos anhidros puros ó mezclados con el magnético, sobre todo en el grupo importante de Risbergfaeltet, en el de Boejmossfaeltet, y en una serie numerosísima de vetas estrechas alternando con skarn y con lienzos finísimos de cuarcita en Morbergfaeltet.

Las condiciones metalúrgicas de los minerales son muy diversas, y sobre esa base se hacen en la región tres clases que sirven de clasificación y constituyen tipos bien concretos en cada mina. Son estas tres clases:

- 1.^a Minerales cuarzosos (Torrstemaer).
- 2.^a Minerales complejos con ganga skarn (Engaende Malmmar).
- 3.^a Minerales calizos (Kalkmalmer).

Los primeros son los más corrientes. Los segundos, asociados siempre á rocas anfíbolíticas y piroxénicas, forman, cuando pobres, la materia prima para la concentración magnética y el briquetaje; y sus impurezas (silicatos de alúmina, magnesia, cal y hierro) se acercan tanto á la composición media de un bisilicato múltiple de estos metales, es decir, á la de una escoria de alto horno, que se puede fundir sin mezcla de otras menas y con reducida proporción de castina; esto constituye principalmente su propiedad característica y apreciable, y de ella se deduce su denominación técnica de «engaendemalmer», «menas fusibles por sí solas».

Los minerales calizos son, cual su nombre lo indica, aquellos ricos en carbonatos de cal y magnesia, con reducido contenido en sílice.

Parece también (salvo excepciones frecuentes) existir cierta correlación entre la clase y edad del mineral: los calizos, casi siempre en el pendiente (Noroeste) de la formación leptítica, los más modernos: los cuarzosos, en el yacente, en el contacto á veces con el granito, los inferiores en nivel geológico.

La clase *torstemaer* suele contener de un 48 á 52 por 100 de hierro, 0,015 á 0,030 por 100 Ph., 0,010 á 0,030 de azufre, y 20 á 25 por 100 de sílice: son mezclas de magnetita y hematites.

La segunda clase, que podríamos denominar mineral-skarn, es de riqueza en hierro, metal sumamente variable, cosa muy racional, puesto que franca y claramente formados por una segregación y aun los diversos trozos de mena, se encuentran yacimientos y aun los diversos trozos de mena, se encuentran en muy distintos períodos del proceso. La mena *de venta* (sin haber sido sometida á concentración, es decir, generalmente gruesa) oscila entre 48 y 60 por 100 de hierro con 0,004 á 0,010 de Ph., 0,006 á 0,040 de S. y 9 á 16 por 100 de Si⁰²: es casi todo él magnetita, y el hematites y oligisto no se encuentran sino como accidentes raros y de origen secundario.

Por último, el mineral calizo oscila alrededor del 50 por 100 de hierro; trazas tan sólo de fósforo, 0,060 á 0,120 de azufre y 1 á 5 por 100 de sílice: es casi todo magnetita, pero suele contener hematites en cantidad apreciable.

Por lo que se ve, las dos últimas clases son las de mejores condiciones metalúrgicas, aun cuando las tres sean menas de fácil fusión y se destinen exclusivamente á la siderurgia indígena.

Predomina la mena silícea en casi todo el distrito, y especialmente en Risbergfaeltet; la segunda clase ó mineral skarn en Kallmora, y la clase caliza en Storrgrufwan, en el grupo Klackbergsfaeltet, formando tres tipos enteramente distintos también desde el punto de vista de trabajos mineros.

Risbergfaeltet.—Mineral silíceo en leptita y criadero casi vertical. Viene asociado á un dique de diorita, formando el yacimiento un doble pliegue sumamente agudo en forma de S completa, en el cual aparecen tres lentejones aislados, uno en la parte Norte del pliegue, otro pequeño en el medio y otro en el Sur rellenando la última parte ó curva del pliegue do-

ble. Tiene el primer lentejón unos 180 metros de corrida, y es el mayor: á los tres se les puede asignar en total una longitud de unos 300 metros con un espesor medio de 10 á 12 metros: es mineral duro, que da muy reducida proporción de menudo. Viene explotándose desde hace 200 años: primero á cielo abierto, labor que dejó un gran hueco hasta grandes profundidades, hoy día abandonado, tapizado de una vegetación exuberante, en la que se destacan grandes depósitos y témpanos de hielo que obstruyen las partes más hondas y dan á esa Roza abandonada un aspecto pintoresco é imponente. Desde hace tiempo la explotación es subterránea y tiene lugar en una zona entre 120 y 180 metros de profundidad.

La baja ley del mineral y su poco valor por el contenido exagerado en sílice obliga á efectuar un arranque económico, si bien en algún punto el sistema seguido toque á los límites de una verdadera labor de rapiña. Ayuda á poder desarrollarlo la verticalidad del criadero y la dureza y limpieza de los lisos.

No se emplea relleno; es más, ni siquiera se efectúa la preparación *previa* del piso inferior ó de salida de escombros. Se ejecuta sencillamente un banqueo en forma de embudo, con el talud natural de la mena, y en avance, que va abriendo por su fondo la galería inferior.

Para ello se hacen pisos de doce metros de altura, ó, mejor dicho (puesto que los pisos no se *trazan*, sino que resultan de por sí al final de la explotación), se toman macizos de esa altura, abriendo desde el nivel inferior donde se ha de empezar el rebaje tan sólo los metros necesarios para alejar un poco el arranque del pozo de extracción y defenderle. Una calderilla que baje á lo que ha de ser piso luego inferior, y establecida en el centro de la masa, constituye el punto de partida de la explotación, que implica á su vez, naturalmente, que el piso superior esté ya agotado, colocada su galería general en el pendiente, y comunicada con la calderilla por una caña transversal.

El arranque se inaugura entonces en toda la anchura del criadero por bancos, ó, mejor dicho, zonas transversales de unos cuatro metros de espesor, con la inclinación suave del talud del mineral, y formando embudo. Este banqueo va

abriendo en su marcha progresiva y por su fondo un hueco en el cual, si es preciso, se aísla del resto y fortifica la vía de transporte, que resulta así encerrada en una verdadera galería de dirección: claro está que es indispensable unir en un principio la primera calderilla que se ejecute con el pozo maestro á través de un macizo de respeto.

Cuando de este modo se han avanzado 40 á 50 metros y se ha ejecutado todo ese hueco, se suele dejar una llave de refuerzo, se abre otra calderilla central, y se repite el mismo proceso de arranque en otro macizo.

De este modo puede ponerse el mineral en el depósito exterior sobre vagón á unas 4 coronas, ó sean 6 pesetas la tonelada.

Kallmora.—Las condiciones de esta mina en skarn no permiten naturalmente una labor del mismo género que la anteriormente descrita.

El arranque, todo subterráneo, se ejecuta en pisos de 50 metros, y hasta á veces 70 metros de altura, por cámaras americanas, sirviendo, como es clásico, el mismo mineral de relleno, hasta que, apurada y vacía la cámara, no importe su hundimiento.

Un apartado á mano en la superficie separa próximamente la mitad de mineral como de venta rico, con 56 á 60 por 100 de hierro, quedando el rehuso, que no contiene más que un 20 á 25 por 100 de hierro al estado de magnetita, envuelto en skarn, y que constituye la materia prima para la concentración magnética y el briquetaje que describimos más adelante.

La explotación resulta aquí bastante más cara que en el caso anterior, entre otras razones por el gasto de estrío; el total para el mineral grueso separado oscila alrededor de 5 coronas, ó sean 7,50 pesetas por tonelada.

Storrgrufwan.—*Mineral calizo.*—Se explota también subterráneamente, en pisos de 15 metros de altura, por fajas horizontales en realce, con toda la anchura del criadero, y relleno consecutivo.

Se explota también subterráneamente, en sitios de 15 metros de altura, por fajas horizontales en realce, con toda la anchura del criadero, y relleno consecutivo.

Las galerías van fortificadas, como en Dannemora, con si-

llares de escoria, y el sistema de explotación es, por lo tanto, el más perfeccionado de todo el distrito, aun cuando salga, á pesar de no haber estrío, á unas 5 coronas, ó sean 7,50 pesetas por tonelada, es decir, análogo al gasto en Kalmar.

La potencia del criadero es de unos 15 metros, y la explotación actual se realiza á una profundidad entre 150 y 180 metros.

El mineral, cual ya se indicó, es de calidad excelente y algo manganesífero.

Las cifras apuntadas para los gastos de explotación han de sufrir en breve una reducción sensible, toda vez que se proyectan instalaciones modernas y adecuadas en toda la zona para los servicios de desagüe y extracción, aprovechando el disponer de fuerza eléctrica á unos 0,02 coronas (0,03 pesetas) el kilovatio para el desagüe, y 0,15 coronas para la extracción, medida esta energía por contador, incluso en este último servicio. Hoy día, tanto el desagüe como la elevación de zafras, se hacen realmente por sistemas arcaicos, con conducciones por cables extractores, de á veces 3 kilómetros, que es la distancia en que en algún sitio se encuentra el motor del pozo de extracción.

Todo el arranque en el distrito se hace con perforadoras, sobre todo con martillos perforadores.

PREPARACIÓN MAGNÉTICA Y BRIQUETAJE

La concentración magnética se aplica generalmente á los pobres de la clase «skarn», por el procedimiento Groendal.

La materia prima contiene un 25 por 100 de hierro y se concentra á polvo rico del 63 por 100 ó á briqueta del 61 por 100, dejando estériles de tan solo un 6 por 100 de hierro, entrando en ese 6 por 100 no sólo hierro al estado de magnetita, sino correspondiente á silicatos que constituyen la ganga.

Como se ve, la briqueta, fabricada con el mismo polvo rico de 63 por 100, no llega sino á una ley del 61 por 100, es decir, dos unidades menos que el primero; diferencia debida á la oxidación que sufre la briqueta en el horno Groendal, pasando una pequeña parte del óxido salino de hierro á sesquióxido, fenómeno al cual se debe en gran parte la aglo-

meración y consistencia de la briqueta: á pesar, pues, de esta diferencia de ley, la cantidad absoluta de impurezas en ambos productos es idéntica. La instalación moderna de concentración magnética en Norberg tiene capacidad para 150 toneladas de menudos ricos y 40 toneladas de briqueta, consumiendo 100 caballos de energía eléctrica y un metro cúbico de agua por minuto.

Consta el taller en su parte esencial de:

1.º Una machacadora para 150 toneladas y que absorbe unos 15 H. P.

2.º Un primer separador magnético de 0,70 metros de diámetro que consume unos 3 H. P. á 220 voltios, y capaz para 150 toneladas.

3.º Un gran molino de bolas de 2 metros de diámetro, que consume unos 70 H. P., pasando 120 toneladas que reduce á un diámetro de unos 0,25 de milímetro.

4.º Tres separadores magnéticos de mayor á menor, en cascada, que absorben unos 5 H. P.

5.º Por último, tres mesas de sacudimiento para el lodo, basculadoras, á fin de efectuar fácilmente la descarga en las tolvas y en los vagones de salida. Estas mesas, sobre las cuales el lodo rico de magnetita, que llega á adquirir un espesor de 40 centímetros, se adhiere con exceso, están dotadas de una sencilla combinación para despegar la *torta* de mineral al bascular la mesa; se reduce esta combinación á una cadena floja colocada sobre la mesa y que va enterrándose en la mena que se deposita: esta cadena, en el movimiento de báscula á la descarga, no le sigue, sino que se atiranta, rompe la *torta* y destaca los trozos, que ruedan fácilmente á las tolvas.

El briquetaje se lleva á cabo en hornos reverberos, Groendal, de 43 metros de largo y 1,20 de ancho, de cierre hermético de arena entre las pestañas laterales del horno y la serie de vagonetas que le rellenan y alimentado por un gasógeno.

Caben 21 vagonetas en cada horno, y el consumo de combustible, antracita (para el gasógeno), no pasa del 6 por 100 del peso de briqueta obtenido.

Una máquina de briquetaje ó aglomerado, que consume 5 H. P., basta para la instalación.

El gasto total, sin embargo, del briquetaje llega á 3 coro-

nas (4,50 pesetas) por tonelada, incluyendo el de concentración magnética, que no bajará de 0,30 coronas (0,45 pesetas).

A pesar de este exceso de gasto y de la pérdida de dos unidades en la ley en hierro, son preferidos los aglomerados al mineral menudo rico, por su mayor porosidad y su más fácil reductibilidad en el horno alto: compensa esto con creces el exceso de tres coronas por tonelada de producto.

Los precios ordinarios á que se vendían en 1909 estas distintas clases de menas en las fábricas suecas eran aproximadamente de 15 coronas (22,50 pesetas) la briqueta, 11 coronas (16,50 pesetas) el menudo, y 12,50 coronas el mineral grueso del 63 por 100.

La producción del distrito de Norberg oscila actualmente alrededor de 150.000 toneladas anuales, pero aumenta sensiblemente la concentración de mixtos y fabricación de aglomerados; en cambio, la de mineral crudo grueso, sobre todo calizo, tiene marcada tendencia á decaer.

Graengesberg.

El distrito de Graengesberg en Dalarna, situado en línea recta á unos 55 kilómetros al Este de la zona de Norberg, está, como todos los de Suecia, unido por vía normal á la red general. Forma en el Sur el núcleo más importante de minerales fosforosos, y el yacimiento principal de Bredsjöebroter-Skarningen sostuvo la supremacía en Suecia de las explotaciones y exportación de mena fosforada y rica en hierro, hasta que los descubrimientos en Laponia de Kirunavaara y Gellivare vinieron á reducirlo á puesto más secundario: da lugar, sin embargo, aún, al arranque más intensivo del Sur de Escandinavia.

Es muy variada esta zona minera, no sólo en lo que á las clases de mineral se refiere, sino por sus condiciones petrográficas. El plano geológico adjunto da una idea de ella.

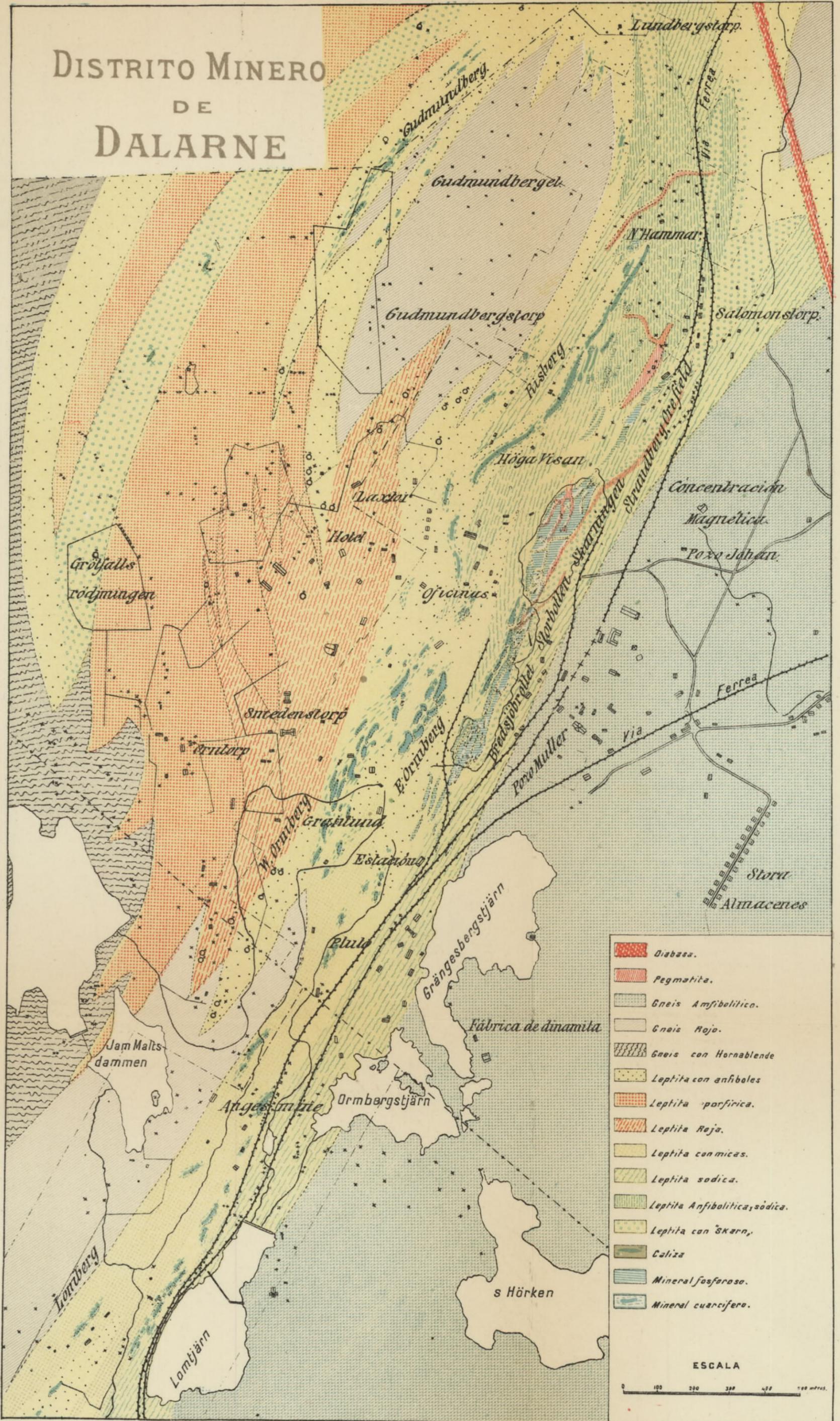
El distrito en conjunto se extiende unos 4 kilómetros de Nornordeste á Sursureste con una anchura de 500 á 700 metros, aun cuando fuera de esa faja se hayan encontrado indicios de minerales más alejados.

Esta faja, compuesta de terrenos precambianos, de lepti-



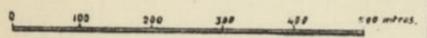
MAPA GEOLOGICO DE GRANGESBERG.

DISTRITO MINERO DE DALARNE



- Diabasa.
- Pegmatita.
- Gneis Amfibolítico.
- Gneis Rojo.
- Gneis con Hornablende
- Leptita con anfiboles
- Leptita porfirica.
- Leptita Roja.
- Leptita con mica.
- Leptita sodica.
- Leptita Amfibolítica, sodica.
- Leptita con Skarn.
- Caliza
- Mineral fosforoso.
- Mineral cuarcifero.

ESCALA



tas, haellflintas más ó menos micáceas, granulitas de textura diversa, con anfibolitas y verdadero skarn, está estratificada también en general de Nornordeste á Sursudeste con buzamiento pronunciado al Estesudeste, y encaja tanto por el Este como por el Oeste, con una formación generalmente concordante de gneis: un apuntamiento de granito rosáceo bastante lejano, á unos seis kilómetros por el Sudeste, y otro más cercano por el Noroeste, ambos más modernos que la faja arcaica de interés, completan el conjunto.

El distrito propiamente dicho está cruzado por un gran dique diorítico de Nornoroeste á Sursudeste, que deja toda la zona minera á Poniente: otros diques de igual naturaleza, insignificantes, atraviesan los yacimientos, siendo frecuentes, sobre todo en ellos, las intrusiones de pegmatita, que forman un verdadero enrejado dentro de las masas de mineral.

La leptita ó granulita micácea se presenta muy á menudo con anfibolitas compuestas casi exclusivamente de anfíbol y plagioclasa variada, desde la más básica hasta la oligoclasa, y cuyo contenido en hornablenda suele decrecer paralelamente á la basicidad del feldespató: á veces pasan al verdadero skarn, compuesto casi exclusivamente de hornablenda ó mezcla de ésta y de mica, cuya mezcla, cuando descompuesta, recibe el nombre local de «skoel» y constituye una faja estrecha, característica, que bordea por Levante la masa principal de mineral en Bredsjøebrottet-Skarningen, formando casi, puede decirse, la salbanda del pendiente.

La mena de Graengesberg es no sólo la magnetita, sino el hematites rojo. Este último, exclusivo ó como mena predominante, da lugar á una serie de *masitas* alineadas, en profusión, de pequeña importancia á lo largo de todo el distrito por Poniente y en su extremo Sur: en esa corrida se encuentra la zona minera de Lomberg, Ormberg y otras.

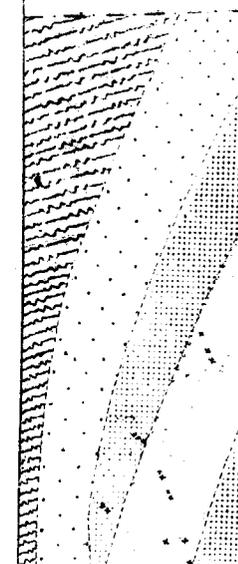
En cambio, la magnetita como mena esencial, aunque asociada á los hematites, forma el núcleo minero más importante de Braedjøebrottet-Skarningen, y el de Stranberg en la zona Levante y central, cerca del contacto con el gneis.

La mina principal es, como queda dicho, la Braedjøebrottet-Skarningen, y la constituyen una gran masa ó lentejón con dos soluciones de continuidad ó intrusiones de leptita: en el



DISTR

DA



trozo más al Sur, de unos 450 metros de largo, están enclavadas las concesiones Braedjoebrottet, Malingsbrobrotet, Mossaeker y Storbotten: el trozo más al Norte es el que recibe el nombre de Skarningen y es tal vez el más importante de todos.

Separa estos dos lentejones un caballo estéril de unos 20 metros; y aun en el campo Sur, otro caballo más corto separa Storbotten del resto.

El total del criadero desde Braedsjoe á Skarningen mide unos 900 á 950 metros, y las anchuras medias de masa filoniana en la superficie pueden estimarse en

Braedsjoebrottet.....	60 metros
Melingsbobrottet.....	30 »
Mossaeker.....	40 »
Storbotten.....	40 »
Skarningen.....	70 »

Esta masa filoniana está, sin embargo, como queda ya apuntado, surcada en todos sentidos por diques de pegmatita muy rica en apatita, é intrusiones de granulita, sobre todo en Bredjoebrottet, Storbotten y en ambos extremos de Skarningen, hasta tal punto que los espesores en la zona cercana de la superficie (y lo mismo en profundidad) de mineral limpio pueden y deben reducirse por lo menos en un 25 por 100.

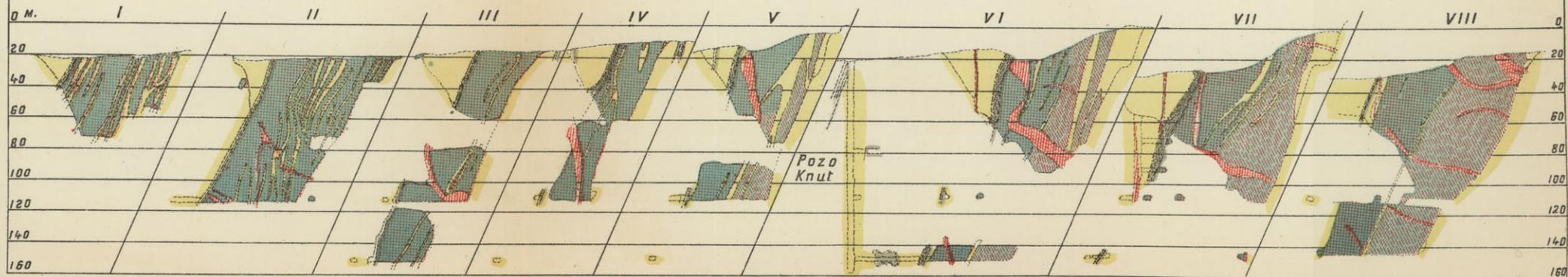
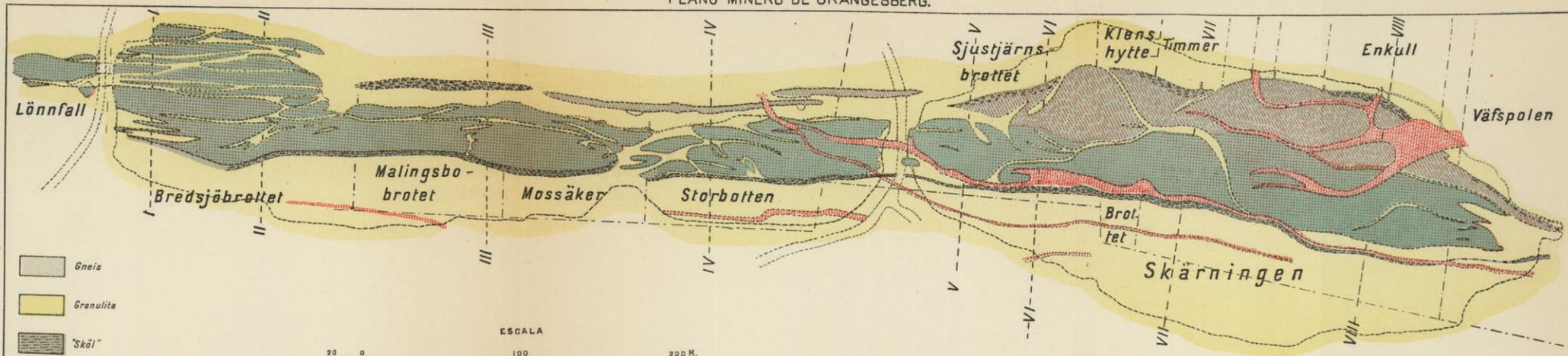
En profundidad se nota una tendencia á la disminución del espesor, sobre todo en los extremos Norte y Sur de la masa, y se multiplican aún más las intrusiones de rocas extrañas.

Los hematites forman casi constantemente la zona del yacente, y vetas aisladas fuera del criadero (siempre en la región del muro); en Skarningen es donde más abundan, entrando casi por un 50 por 100 de la masa filoniana. Se observa también, en muchas intrusiones de la pegmatita dentro del hematites, ciertas trazas de reducción, mezcla íntima ya del sesquióxido y óxido salino, drusas, impregnaciones de betunes que más ó menos veladamente indican ciertos fenómenos generales de reducción muy probablemente dentro de la magnetita, ó acciones pneumatolíticas.

Todos estos minerales de aspecto duro y cristalino son fosforados en alto grado, tanto el hematite como la magnetita;



PLANO MINERO DE GRANGESBERG.



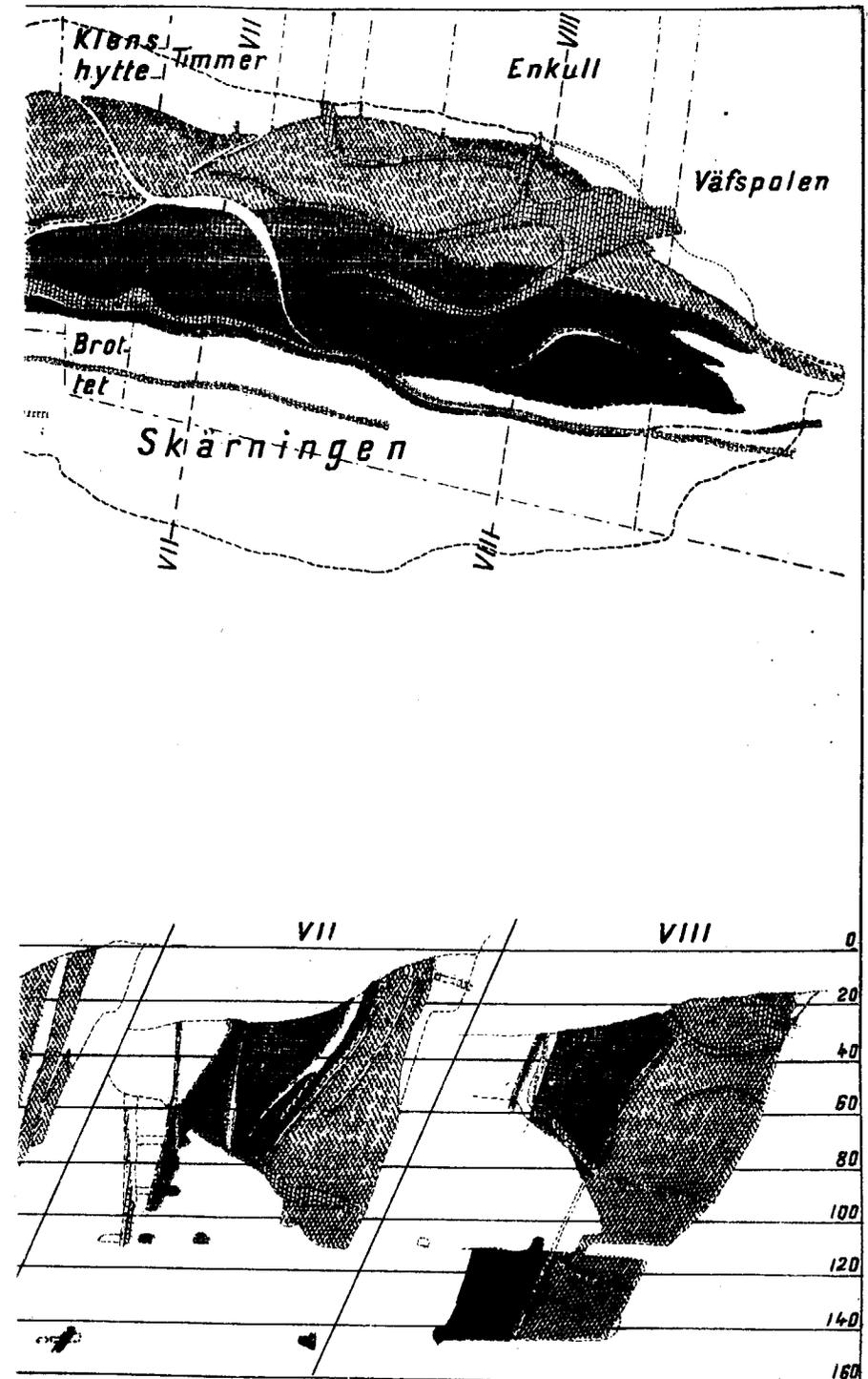
su promedio oscila entre 1 y 2 por 100 de fósforo, y parece ser máximo en el contacto con los diques de pegmatita. El metaloide viene al estado de apatita, y es tan visible á veces, predomina de tal modo, que se encuentra masa filoniana cuyo aspecto es el de una brecha compuesta de trozos de apatita, esparraguina, cuarzo, piroxena, anfíbol, titanita, etc., cementados por magnetita y hematite y conteniendo 5 á más del 8 por 100 de fósforo, es decir, del 25 al 45 por 100 de apatita. Otras veces el fosfato de cal constituye fajas paralelas á las de mineral ferrífero; y, por último, es frecuente la apatita en secreciones ó ronchas aisladas, purísimas y grandes, dentro de la mena y revelando una génesis tal vez secundaria.

Aparte del mineral fosforoso, que es el principal, se presentan también otros, cuarcíferos, casi siempre hematites, que abundan, sobre todo en la zona Sur y Poniente, en pequeñas masas alineadas, cual ya se ha hecho mención.

La producción anual de mineral fosforado (que es realmente la importante) en el distrito de Graengesberg fué en 1908 de 715.208 toneladas, todo para la exportación, y en páginas anteriores se ha indicado el tonelaje posterior á esta fecha.

Como reserva de mineral rico del 59 al 62 por 100 Fe, y con 1 á 2 por 10 Ph., calculan los ingenieros suecos (incluyendo los «concentrados») 160,50 millones, haciendo el cálculo hasta 300 metros de profundidad, ó sea 100 metros más de las labores más hondas actuales. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que aun cuando la explotación á esas profundidades sea técnica y económicamente posible, dadas las facilidades de todo género con que el Estado trata de coadyuvar, es expuesto contar con espesores constantes en los criaderos y condiciones idénticas en lo que se refiere á las intrusiones de rocas extrañas en los mismos, pues se nota por una parte cierta tendencia al acuífamiento, y por otra mayor profusión de intrusiones de pegmatita y skarn en las zonas inferiores.

El grupo Broedส์joebrottet-Skarningen ha sido explotado, como todos en un principio, á roza abierta hasta una profundidad de 100 metros en algunos puntos, y en la cual aparecen bien claros los lisos del criadero muy firmes, sobre todo el yacente.



Hoy la explotación es subterránea y el transporte interior á los pozos de extracción se efectúa con locomotoras eléctricas por una galería general abierta sobre el arrastre.

El arranque, siempre con perforadoras y martillos mecánicos, se ejecuta por el sistema americano de cámaras de 8 á 10 metros, pero con la particularidad de verter estas cámaras por tolvas á dos galerías gemelas, de un lado y otro de ellas, con cuya modificación, aun cuando se eleve el gasto por el concepto de abertura de galerías, se economiza en gran escala la entibación.

La extracción principal se lleva á cabo por una gran máquina eléctrica de 500 H. P., que eleva en jaulas de dos pisos unas 10 toneladas de mineral con una velocidad de 7 á 8 metros por minuto y una capacidad extractiva de 2.000 toneladas en veinticuatro horas.

Parte del mineral sufre una preparación mecánica muy detenida: magnética para los trozos gruesos, granzas y gran-cillas; puramente mecánica por volumen y equivalencia para las arenas, finos y lodos.

Como separador para gruesos se ha substituído en Graengesberg el Groendal por el tipo también sueco Wemmstroem. En cuanto á las arenas y finos, se enriquecen en cribas filtrantes ordinarias (tipo Harz), de varios compartimientos, seguidas de separadores magnéticos Erikson, y los lodos en spitzkasten y mesas Ferraris.

La instalación completa es de una capacidad de 1.000 toneladas diarias; la falta de desnivel no ha permitido fácilmente la aplicación de trómeles ni separadores en cascada, substituyendo aquéllos por rejillas oscilantes de sacudimientos (aunque con el inconveniente de clasificar de menor á mayor) é intercalando aparatos elevadores con cierta profusión.

El costo de lavado y concentración parece oscilar alrededor de 0,70 coronas (1,05 pesetas) por tonelada obtenida.

Como ejemplo de la profundidad á que se puede llegar en explotaciones de hierro, aun sin elementos modernos, pero con buena organización, se puede citar en este distrito de Graengesberg una mina á más de 500 metros de profundidad, con pozo inclinado á 50°, explotada con rellenos y con exigua

producción (30.000 toneladas anuales) y que, á pesar de todo, parece cubrir los gastos.

Aun cuando no precisamente en el distrito de Graengesberg, no lejos de él, en la proximidad de Fahlun, en la gran fábrica y hornos altos de Donnerfaet (Borlaenge) se lleva á cabo en la actualidad la instalación en grande de hornos eléctricos, destinados á tratar los minerales ricos de todas clases, fosforados ó no, y aun titaníferos: en parte podrán ser alimentados por Graengesberg.

A esta instalación ha precedido una etapa de ensayos, á los que ha coadyuvado el Gobierno sueco, y es de tan vital interés mundial, y particular, á nuestro juicio, para España el resultado, que no es inoportuno hacer de ello algunas observaciones en estas notas.

La importancia de la fundición eléctrica de los minerales de hierro con economía parcial, pero muy importante, de combustible es obvia; pero si á eso se agrega la carencia absoluta de carbones coquizables en Escandinavia, su gran riqueza en saltos de agua, se comprenderá el enorme y capital interés que Suecia tiene en buscar una solución en este sentido: si á más de ello se consigue tratar mineral menudo, ácido ó básico, aun titanífero, y poder hacerlo con instalaciones relativamente pequeñas y que permitan cierta discontinuidad, cierta periodicidad en la marcha, encontraría Suecia la base de poder multiplicar su industria siderúrgica, hacerla independiente de la gran exportación de algunos de sus minerales (impuesta, entre otras razones, por falta de combustibles), de pesar más aun si cabe en la industria mundial, y poner al servicio de la nacional muchas más energías y materia prima que las que hoy día, racional y prudencialmente, pueden consentir las circunstancias.

Se comprende por lo tanto la ayuda que el Estado y todos los organismos técnicos, científicos y comerciales ponen en Suecia á la solución de este problema capital.

Cierto es que una solución radical no se ha alcanzado aún: es decir, el paso directo del mineral al acero, sin gasto de combustible apreciable, constituye todavía una aspiración ideal, de realización tal vez muy lejana; pero representan un

gran paso las últimas experiencias de Borlaenge en la fabricación eléctrica de hierro colado.

Los ensayos se han hecho con gran resultado en un horno de 800 H. P.: en vista de ellos se construyen en la actualidad cuatro de á 4.000 H. P. cada uno, y cuyos planos hemos podido tener la suerte de examinar ligeramente.

El horno nuevo consta de una parte superior, aneja; la cuba, de perfil relativamente esbelto, de 9 metros de altura, con 2 metros de diámetro en el tragante, 210 metros en los 3,40 metros centrales, y 1,80 en la parte baja de los estalajes; á continuación, en su base, herméticamente unido á la cuba, viene el verdadero horno eléctrico, el crisol, de 5,900 metros de anchura y 2,500 metros de altura, revestido de magnésita, con una salida para escorias y otra para el hierro colado.

La energía eléctrica se conduce por tres electrodos de 700 x 900 milímetros con una tensión de 100 á 120 voltios entre fases y en cantidad de 25.000 amperes por electrodo. El horno consume 4.000 H. P., y se calcula su producción en 30 toneladas diarias de lingote. Resulta por lo tanto una capacidad media de 8 decímetros cúbicos de horno por H. P.

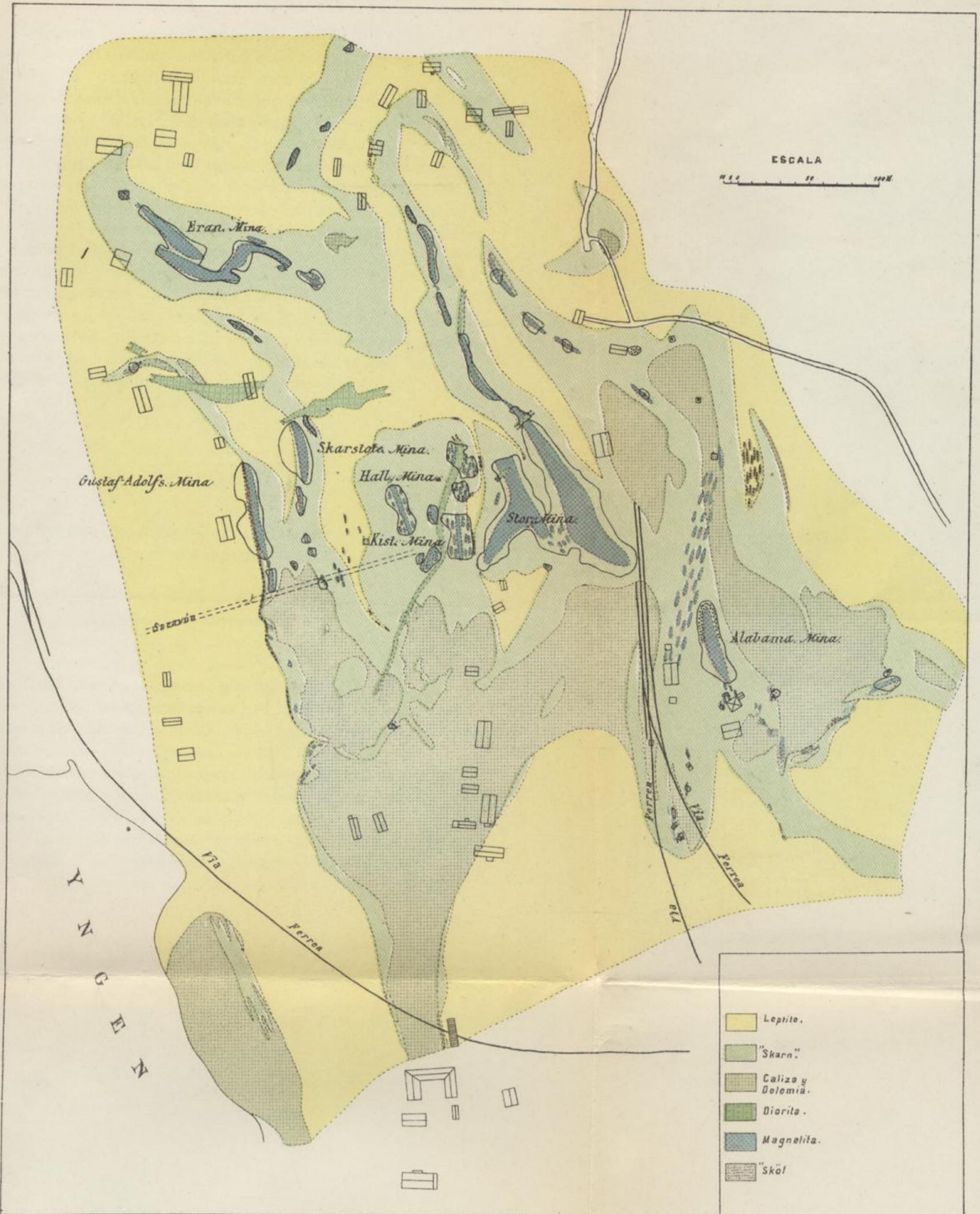
Se supone que los gases escapan á una temperatura de tan solo 150°, y se aprovecharán como refrigerante del crisol introduciéndolos en éste por su parte alta sobre el baño fundido: estarán, como es natural, casi exentos de nitrógeno, y se espera en ellos la relación corriente en los hornos altos ordinarios entre las cantidades de óxido y ácido carbónico.

En la multitud de experiencias hechas con el tipo pequeño de 800 caballos, el consumo de carbón por tonelada de mineral rico fué de 300 kilogramos de cok ordinario, ó su equivalente en otro combustible; claro está que esta cifra excede con mucho de la cantidad que habría que emplear tan solo para la reducción de la magnetita, y es indudable que, en este sentido, el procedimiento tendrá que sufrir aún grandes mejoras; pero tiene ya hoy por hoy la gran ventaja de poder emplear diversas clases de combustibles sin exigirles condiciones especiales de compacidad, dureza ni composición de cenizas.

Una magnífica instalación hidroeléctrica de 24.000 caballos alimentará seis hornos: esta instalación, terminada ya, ha podido llevarse á cabo, por las circunstancias ventajosísimas



MAPA GEOLOGICO DE PERSBERG.



ESCALA
0 50 100M

- Leptite.
- "Skarn".
- Caliza y Dolomia.
- Diorita.
- Magnetita.
- "Sköl"

del salto, con el gasto exiguo de 150 coronas por caballo, y permite suministrar el flúido al módico precio de 40 coronas anuales, ó sea apenas si 53 pesetas por kilovatio año. Con tales elementos se calcula el gasto total (combustible, flúido, fundente y mano de obra) de la tonelada de fundición obtenida á 35 coronas; y aun contando con que el mineral del 62 por 100 de hierro resulte en fábrica á 13 coronas y se necesiten grosso modo 1.800 kilogramos de mena, gravaría ésta en 23 coronas la fundición, resultando el coste total á 58 kr.

En el horno pequeño de 800 H. P., precursor de los actuales, se hicieron multitud de ensayos, en general con resultados satisfactorios. Empleando, sobre todo, minerales del 55 al 67 por 100, bien sea en granza ó en polvo, el éxito parece haber superado á las esperanzas, máxime en el caso más solicitado del tratamiento de menudos: aun con estos últimos, y con leyes de 56 al 58 por 100 de hierro, el gasto de combustible, cok ordinario, no pasó de los 300 kilogramos, obteniéndose una fundición por regla general al 4 por 100 de carbono, con 2 por 100 y hasta 10 por 100 de silicio, según las parvas: se llegó á tratar minerales titaníferos hasta con 12 por 100 de ácido titánico como límite.

Una de las ventajas del tratamiento (ventaja común á todas las patentes análogas), es la desulfuración casi completa del hierro fundido: en cambio no es fácil hacer las escorias suficientemente básicas para la defosforación; es decir, que, aplicado este horno á los minerales de Graengesberg ó de la Laponia, exige luego el afino por acero en horno Siemens-Martin ú otro similar.

En suma, es de esperar que los resultados de Borlaenge, si bien no suficientes para constituir la solución definitiva y radical del problema, marquen un adelanto notabilísimo en el tratamiento eléctrico, sobre todo de menas menudas, sulfuradas, silíceas ó titaníferas.

Persberg.

Las minas de este nombre están situadas en el Ingshyttan, cerca de Filipstad, una de las zonas ferríferas más antiguas de Suecia: de ellas han sido extraídas unas 3.000 toneladas de excelentes minerales. Al presente, su importancia industrial



es muy reducida, pues la producción no pasa de unas 30.000 toneladas de una mena alrededor de 52 por 100 de Fe. con 0,005 á 0,01 de fósforo y trazas tan solo de azufre.

Los criaderos en explotación de pequeñas dimensiones (100 á 150 metros de largo á lo sumo por 5 á 10 metros de espesor) van degenerando rápidamente en profundidad.

Encajan en zonas muy típicas de skarn concordantes y encerrados entre leptita por un lado y lienzos irregulares de caliza dolomítica por otro. Es uno de los sitios del Sur de Suecia donde parece más aplicable la teoría genética de la precipitación de la magnetita dentro del skarn, por efectos metasomáticos y pneumatolíticos, disolviéndose al mismo tiempo las calizas en las aguas ácidas ferruginosas, que tal vez procedan de un lavado geiseriano del granito eruptivo, del cual hay varios manchones en la región; los minerales aparecen, de acuerdo con esta suposición, en el contacto del skarn con la caliza. La explotación es hoy día muy reducida.

CAPITULO II

CONSIDERACIONES SOBRE LA GÉNESIS DE LOS MINERALES DE HIERRO DE SUECIA

Kiruna.

Si difícil es en la inmensa mayoría de los casos darse cuenta exacta de las circunstancias que hayan intervenido en la génesis de criaderos minerales, lo es más, si cabe, en casos especiales como el de Kiruna.

Concurren varias causas para hacer más complejo el problema, y muy especialmente las condiciones geológicas y petrográficas de los terrenos en que encaja Kirunavaara, Luosavaara y demás lentejones ferríferos, así como las enormes dimensiones que tienen la mayor parte de éstos.

El primer problema que se presenta en esta clase de investigación científica, es el referente á la verdadera clasificación que puede aplicarse á los terrenos: sus propiedades petrográficas (prescindiendo de las pequeñas fajas de filadios, grauwakas areniscas, que constituyen lo que los ingenieros suecos denominan la serie «Hauki», francamente sedimentaria y enclavada en la zona Nordeste dentro de formaciones eruptivas y plutónicas) los hacen entrar de lleno en el gran grupo epigénico: son, principiando la enumeración por el Oeste, verdadera sienita más ó menos sódica, una faja de tal vez tuff ó cinerita sienítica, pórfido sienítico, pórfido cuarcífero, hasta la serie sedimentaria antes indicada, repitiéndose luego hacia Levante (región de Tuolluvaara) el pórfido sienítico y sienita verdadera.

Pero toda esta formación, en la cual encajan los criaderos (Kirunavaara y Luossavaara entre el pórfido sienítico como yacente y el cuarcífero como pendiente), está claramente estratificada con un buzamiento muy uniforme entre 50° y 60° á Levante; y regiones hay en las cuales esos pórfidos cuarcíferos, pasando á leptitas con caracteres exteriores de un gneis de grano fino, adquieren un sello marcadamente sedimentario, en apariencia al menos.

Se ha hecho también mención, y conviene tenerlo en cuenta para la investigación científica de la génesis, de varios filones ó diques, pegmatíticos en general, con apatita, magnetita y titanita, que atraviesan no sólo el pórfido sienítico y el cuarcífero, sino que afectan directamente á la masa general de mineral, si bien en mucha menor escala que en Gellivare.

Como circunstancias y datos interesantes al objeto, apuntamos también algunos muy salientes. En primer lugar, la relativa limpieza de los hastiales; la reducida y casi nula metamorfización de los lisos, salvo algún punto en que aparece ligera caolinización del pórfido; la rareza de vestigios, aun cuando no carencia, pneumatolíticos, ordinarios en los criaderos francamente hidrotermales, que se exteriorizan por la presencia de minerales clorurados, fluorurados, etc., como la turmalina y fluorita, y drusas típicas de esta génesis; la compacidad y pureza del mineral, en el cual, aun cuando no faltan en absoluto, son raros los silicatos ferromagnesianos, el skarn,

el anfíbol, las piroxenas; la circunstancia de haberse encontrado dentro del mismo pórfido cuarcífero, y fuera de su contacto con el criadero, trozos de verdadera mena; las zonas de criaderos, si no corrientes, no tan raras, en las cuales el mineral y la apatita, ambas especies en fajas ó capitas alternas, tienen un carácter sedimentario, aparentemente al menos; y, por último, el islote en Kirunavaara, y dentro del pórfido sienítico, casi pegado al arrastre, de roca amigdalal característica.

La facies eruptiva de la roca, y al mismo tiempo su presentación en estratos, sugiere por de pronto la idea de que se trate de verdaderas coladas sucesivas en tongadas extensas y más ó menos paralelas, en las que posteriormente y por efectos tectónicos y de metamorfismo se haya acentuado esa estructura estratiforme de las rocas ó coladas mismas y de los productos proyectados en forma de cenizas. Parece también indubitante que la erupción pórfido-cuarcífera ha sido posterior á la sienítica, no tan sólo por su posición stratigráfica, sino por otra multitud de caracteres; y aún más moderna que el criadero mismo, toda vez que encierra en su seno pedazos de mena desgajados de la masa ferrífera. Según este orden de razonamientos, habrá que suponer dos épocas distintas de coladas eruptivas, pórfido sienítica la primera, cuarcífera la segunda, y entre ellas, con poco intervalo, la época verdadera de aparición del criadero.

Que este intervalo ha debido ser corto, coincidiendo tal vez con las últimas manifestaciones volcánicas de la primera etapa, inclina á suponerlo el indicio de acción hidrotermal dentro de la masa de magnetita (cual ya apuntaremos); acción hidrotermal, ó más bien de gases casi secos, pneumotolítica en el sentido extenso de la palabra, que puede y debe tener su origen ó su testigo en la zona porfírico-sienítica amigdalal, vesicular, de que ya se ha hecho mención.

El examen microscópico de muchos ejemplares de pórfido sienítico, y sobre todo de algunas zonas muy cargadas de magnetita dentro de los pórfidos, zonas que los suecos han denominado pórfido-sienito-magnéticas, y que abundan no sólo en Kiruna mismo, sino en el Norte de Luossavaara, acusan también una marcada estructura fluidal de la apatita y

magnetita, en microlitos orientados según la presunta corriente flúida del ejemplar, costeando á veces fenocristales de la misma substancia.

Pone también al descubierto el examen microscópico cierta persistencia en la cristalización de la magnetita y aún de la apatita: aquélla parece haber sido la primera en cristalizar; pero aún en un mismo ejemplar se notan otras cristalizaciones en la última fase, como si la cristalización de este último mineral y aún de la apatita, hubieran durado todo el tiempo de enfriamiento del magma, precediendo y siguiendo á la cristalización de los feldespatos y silicatos ferro-magnesianos.

Por último, y como datos también para intentar siquiera un avance respecto á la génesis de este criadero excepcional, véanse los adjuntos análisis medios de las diferentes rocas presentados por el Profesor Per Geiger en su peritísimo informe petrográfico sobre este distrito:

Pórfido sienítico.

Si O ₂	3,99	}	82,52
Orthoclasa.....	21'80		
Albita.....	50'05	}	78,53
Anortita.....	6'68		
Diopsido.....	7'16	}	7,66
Hiperstena.....	0'50		
Magnetita.....	6'96	}	8,34
Hematites.....	0'16		
Ilmenita.....	1'22	}	16,93
Apatita.....	0,93		

Pórfido cuarcifero.

Pórfido cuarcifero.

Sílice 23 á 14 por 100.

Orthosa, albita y anortita, 68 á 75 íd. íd.

Diópsido é hiperstena, 1,70 á 3,50 íd. íd.

Magnetita, hematites é ilmenita, 3,50 á 8,00 íd. íd.

sin fósforo ó tan sólo con indicios de este metaloide.

Sienita.

Sílice (Si O ₂).....	0'42	}	70'67
Ortosa (K ₂ OAl ₂ O ₃ 6SiO ₂)....	12'86		
Albita (Na ² O Al ² O ₃ 6SiO ₂)..	53'21	}	70'25
Anornita (CaOAl ₂ O ₃ 2SiO ₂)..	4'18		
Diópsido (CaOSiO ₂).....	5'70	}	10'64
(MgO SiO ₂).....	4,94		
Wollangstonita (CaOSiO ₂) ..	0'46	}	11'10
Magnetita.....	9'05		
Hematites.....	4'64	}	17'04
Ilmenita.....	3'35		
Apatita.....	0'93	}	29'07

El pórfido sienítico magnético de Luossavaara contiene mucha más magnetita y especies ferríferas, sin acusar cuarzo libre. Véase este análisis:

Ortoclasa.....	1'12	}	66'29	} Con trazas tan solo de magnesia.
Albita.....	63'77			
Anortita.....	1'40	}	22'92	
Magnetita.....	19'95			
Hematite.....	7'84	}	2'13	
Ilmenita.....	2'13			
Apatita.....	0'62	}	2'80	
Calcita.....	2'80			

Conviene también no perder de vista que tanto en Kiruna como en Gellivare, y en general en todos los criaderos lapones, la especie apatita es más ó menos clorurada y fluorurada.

Finalmente, y prescindiendo ya de los caracteres químicos, haremos dos observaciones importantes: la primera concierne á la manera física en que aparecen mezcladas dentro del criadero unas veces, dentro de las rocas otras, las diversas especies: hay muestras en las cuales, entre el pórfido sienítico, aparece una aglomeración ó empedrado de cuarzo, feldespato, apatita y magnetita, presentándose esta última en manchas irregulares bordeando el pórfido y la apatita. La segunda observación, puramente minero-geológica, es que, si

bien en Kirunavaara y Luossavaara la masa ferrífera aparece interestratificada, en Tuolluvaara *corta*, por el contrario, esa estratificación más ó menos real y toma una forma clara de dique ó lentejón discordante.

Los primeros juicios que se emitieron sobre este distrito de Kiruna, á raíz de su descubrimiento, tendieron todos á atribuirle un origen sedimentario, atendiendo á la regularidad de las masas, su enorme potencia, su interestratificación (en Kirunavaara y Luossavaara) y su mayor ó menor semejanza con algún criadero del Sur, con Graengesberg sobre todo, acerca del cual eminentes geólogos como el Profesor Beck se habían pronunciado por la génesis sedimentaria.

Muy pronto, desde el momento en que las rocas del distrito de Kiruna, á pesar de su estratificación aparente, fueron definitivamente comprendidas en la serie epigénica, la teoría sedimentaria, tanto en Kiruna como en Gellivare, fué con razón desechada en general.

Tampoco era factible atribuir á estos criaderos un origen metasomático, de substituciones y reacciones químicas mutuas entre disoluciones ácidas salinas y las rocas de los respaldos; entre otras razones, porque esos hastiales los constituyen materiales inatacables, y por no aparecer vestigio alguno de lienzos preexistentes calizos ó dolomíticos que pudieran servir de base á la aplicación de este proceso.

Quedaban abiertas al estudio y á la discusión tres clases típicas de formación: la hidrotermal, ó mejor dicho, la pneumotolítica en todo el amplio sentido de la palabra; la segregación magmática; la formación simplemente magmática, ó algún fenómeno complejo de todos estos procesos, entre ellos alguno predominante.

Profesores é Ingenieros eminentes, como los suecos Lundbeehm y Backstroem y el docto De Launay, se pronuncian en general por una génesis francamente pneumotolítica, de reacciones químicas entre los gases y lejías mineralizantes ferríferos procedentes de las últimas fases de erupciones próximas, con el agua, ácido carbónico atmosférico y otros meteoros, en condiciones de alta temperatura y gran presión, siendo el cloro, el fluor y aun el ácido carbónico los agentes pneumotolíticos por excelencia, los que, por la mayor solu-

bilidad y volatilidad de sus compuestos metálicos, son más adecuados á servir de vehículo para el transporte de los metales á las fallas donde ha de tener efecto la formación del criadero. Y es evidente que en Kiruna han tenido lugar ciertas acciones pneumotolíticas, de reacción de gases sobre todo, pues las verdaderamente hidrotermales con gran intervención del agua escasean más: la región de pórfido amigdaloides, vesicular, es testigo claro de esa última acción volcánica, como lo son también ciertas zonas turmaliníferas. Pero no es fácil, á pesar de todo, aplicar á este criadero un proceso puro y neto de esta clase: la precipitación química de esa enorme masa hubiera dado lugar á una gran cantidad también de disoluciones ácidas de desecho que hubieran dejado trazas. Aun admitiendo la reacción más sencilla, la precipitación del hierro al estado de sesquióxido de vapores ó soluciones de cloruro férrico, de fluoruro ferroso ó férrico, de bicarbonatos, por la reacción con el agua y el oxígeno del aire, las inmensas cantidades de ácidos clorhídrico, fluorhídrico, carbónico, liberados para dejar un depósito ferrífero como el de Kiruna, hubieran dejado huellas imposible de ser borradas: á más de que el metamorfismo necesario para la reducción del sesquióxido á óxido salino magnético se atestiguaría hoy día de un modo claro y en vasta escala; y debemos insistir en lo ya apuntado anteriormente y recordar que el distrito de Kiruna, en contraposición al de Gellivare, presenta una facies relativamente poco alterada por los efectos tectónicos y de metamorfosis.

La teoría de segregación magmática, de aplicación tan sencilla en otros casos, sobre todo cuando se trata de una roca madre muy básica, como, por ejemplo, en Taberg (una peridotita encerrando magnetita titanífera), tampoco parece aplicable á Kiruna. Faltan en este criadero las impurezas de silicatos ferromagnesianos, los anfíboles, piroxenas, skarn, etc., que deben representar los restos de esa roca madre básica del criadero, ó al menos esas impurezas entran por cantidades infinitesimales en la masa de mineral: la regularidad sorprendente del yacimiento se adapta también con dificultad á esta clase de génesis.

Queda, por lo tanto, la suposición de un origen franca-

mente magmático, eruptivo, aun cuando en grandes lacolitos intrusivos, submarinos bajo presión de agua y de otros materiales; y por esta génesis, á nuestro juicio la más admisible, dados los conocimientos que de esta región se dispone hoy día, se declaran geólogos eminentes, suecos unos, como los Profesores Hoegbom y Per-Geijer; germanos otros, como Stutzer, aun cuando no concuerden en ciertos detalles del proceso.

Este, puramente magmático, es compatible no sólo con las enormes masas de Kiruna, sino con la compacidad y pureza de la mena, y no exige efectos posteriores de metamorfismo para el paso á magnetita del sesquióxido originario: explica casos como el de Tuolluvaara, de discordancia bien clara entre el criadero y la formación en que encaja: se adapta perfectamente á la forma regular en dique aparente de los lentejones, y explica la carencia absoluta de los efectos que hubieran producido las disoluciones y gases ácidos de desecho en un proceso simplemente pneumotolítico, sin exigir tampoco una roca madre de excesiva basicidad.

Pero indudablemente la génesis no ha debido ser tan sencilla: cierta intervención hidrotermal geiseriana, de reacción de gases, ha debido tener lugar en la última etapa, y seguramente la zona amigdaloide del pórfido sienítico que sirve de yacente á Kirunavaara, por ejemplo, está bien directamente relacionada con parte del fenómeno, cuyos resultados han sido la formación de algunas zonas de hematites (en Kirunavaara y fuera de este criadero), y de ciertas estampaciones, aunque escasas, de turmalina en el yacente.

Tampoco puede negarse cierto proceso de segregación magmática: el magma del criadero, aun cuando muy magnetífero y básico, debió contener ciertas cantidades de feldespatos, y aun muy reducidas de silicatos ferromagnesianos: una composición algo parecida, aunque mucho más rica en magnetita, á la de los pórfidos sienito-magnetíferos que ya hemos dicho abundan en la región; y disponer al mismo tiempo tan solo del suficiente contenido en silicatos feldespáticos para ayudar á la fusibilidad del magma; y claro está que una concentración magmática, en masa tan pobre en feldespato y sobre todo en magnesia, debió dejar libres muy po-

cos anfboles, piroxenas, skarns y sílice, impurezas que en tan corta medida entran en el criadero que nos ocupa: los silicatos alcalinos y térreo-alcalinos, ya de por sí probablemente exiguos, descompuestos luego por múltiples causas, y entre otras por la aparición posterior del pórfido cuarífero y diques pegmatíticos, serían arrastrados ó incluídos en las rocas de contacto.

Aparentemente, sin embargo, dos fenómenos se oponen á la génesis indicada: por un lado, esas zonas fajeadas en placas alternantes, estratificadas al parecer, de apatita y magnetita que se encuentran en determinados puntos del criadero; por otra parte, el mismo contenido de los minerales en apatita, especie que en general se supone de origen hidrotermal. Este último argumento es, sin embargo, de poco peso: apatita y de primera cristalización muchas veces, existe en casi todas las rocas eruptivas, desde las más básicas hasta las más ácidas; y además, en el caso especial que nos ocupa, su estructura *fluidal* (como la de la magnetita) se acusa claramente en muchos ejemplares.

Mayor peso pudiera tener la primera objeción; pero nada se opone á suponer que en la primera época de enfriamiento del magma haya cristalizado parte de la apatita en fenos-individuos que, laminados luego entre la magnetita por efectos tectónicos ó resbalamientos, hayan podido pasar á la estructura fajeada alternante de algunas regiones de este yacimiento, zonas que, después de todo, son excepcionales, pues lo ordinario es que la apatita aparezca en puntos aislados, afectando el mineral una textura compacta, de empedrado microscópico, y á veces afanítica.

La formación de los criaderos de Kiruna parece, pues, ser debida á coladas de carácter pegmatítico, es decir, principalmente magmáticas, aunque con intervención de acciones pneumotolíticas y segregaciones: esta colada debió originarse á raíz de la del pórfido sienítico y poco antes de la del pórfido cuarífero que sirve de pendiente al criadero. Esto puede explicar la grandiosidad de esos yacimientos, su pureza y su regularidad en profundidad, y la facies propia que conservan las rocas de la formación.

Gellivare.

Muchas de las consideraciones expuestas en las líneas que preceden pueden aplicarse al distrito de Gellivare: también aquí aparecen las masas ferríferas más ó menos intercaladas é interestratificadas en la formación general: también aquí las rocas principales, de origen francamente eruptivo, granulitas, anfibolitas, rocas sieníticas, verdaderas leptitas, etc., recuerdan á grandes rasgos las de Kiruna y reconocen análogo origen: no faltan, antes bien menudean más (sobre todo en la región de Dannevit, Koskullskulle, Alliansen, etc.), la estructura amigdalara, si bien de grano mucho más fino que en Kiruna; y los diques de pegmatita y otras rocas surcan con profusión todo el distrito cortando en trozos las masas ferríferas, principalmente en su extremo Sudeste. Pero algunas particularidades por una parte, más amplio desarrollo de otras rocas análogas á las de Kiruna, por otra, juntamente con un proceso más agudo en la acción orogénica, dan á esta región minera aspecto muy distinto á la de Kiruna, é implican tal vez detalles muy distintos también en su modo de formación.

En primer lugar, y por regla general, la roca predominante en la proximidad de los criaderos, en sus hastiales, á veces dentro de las masas mismas de mineral, es el skarn, es decir, una roca básica altamente ferromagnésiana, anfibolítica unas veces, piroxénica otras, en la cual abunda la magnetita y no faltan el cuarzo, el espatofluor, la apatita y la titanita: con frecuencia, como en Dannevit y Alliansen, pasa á una verdadera brecha de cemento anfibolítico y magnetífero.

El mineral, además, es más impuro, y su contenido en skarn más elevado.

Los hematites son mucho más frecuentes que en Kiruna, y es más, suelen coincidir en su contacto con los hastiales con huellas muy claras de metamorfismo.

Los innumerables diques que atraviesan la formación y las masas de metabasita, pegmatíticos, de granito eruptivo.

contienen siempre grandes cantidades de magnetita, apatita y skarn; y los de pegmatita (los más modernos de todos, y posteriores por supuesto á los lentejones de mena) presentan siempre, en mayor ó menor abundancia, especies de carácter marcadamente pneumatolítico, entre ellas el espatofluor y la turmalina.

Por último, recordaremos el rasgo característico de esta región, y que ya se indicó al describir especialmente estas minas; los efectos de metamorfismo agudo y pronunciado de sus rocas, que velan á veces completamente sus facies propias originarias.

No es, pues, absurdo atribuir en las génesis de los criaderos de Gellivare una intervención más importante á la segregación de la magnetita dentro de un magma más ferromagnésiano, y adoptar el skarn como la roca-madre de los depósitos minerales, aun cuando ese magma en sí haya tenido que ser en su origen mucho más magnésiano que el que pudieran originar los criaderos de Kiruna, y tal vez más pobre en hierro.

Pero también la acción pneumatolítica, é hidrotermal propiamente dicha, ha debido modificar grandemente las masas minerales: la formación de sesquióxidos, no como excepción, aunque sí en menor escala que la de magnetita, coincidiendo con su contacto con los hastiales, con mayor metamorfización de éstos; la mayor intensidad en esas alteraciones al contacto de las masas con los filones de metabasita, y *muy especialmente* de los pegmatíticos, inducen á considerar por un lado esos hematites, no como una reducción de la magnetita, ni tampoco como mena ferrífera madre de ésta, sino como depósito, tal vez posterior, principalmente pneumatolítico, relacionado íntimamente con los diques de pegmatita y quién sabe si también con la aparición de los pequeños islotes de granito eruptivo.

Acciones metasomáticas de menor importancia, de metamorfismo pronunciado, debieron completar el proceso complejo, variado, en Gellivare, desquebrajando las masas, plegándolas en diversos sentidos, y hasta subdividiéndolas en trozos aislados.

Aun cuando, por lo tanto, en Gellivare sea admisible la

aplicación de la teoría de génesis magmática, y, cual en Kiruna, intrusiva, submarina, á presión (cual lo atestiguan los caracteres de textura francamente granitoide de las principales rocas que parecen directamente singenéticas de los criaderos), es indudable que, por las razones apuntadas, la acción pneumotolítica, y hasta metasomática, ha sido en Gellivare mucho más importantes que en Kiruna, y la segregación magmática mucho más típica.

Minas del Sur.

Prescindiendo ya de la región lapona, á cuyos otros criaderos pueden aplicarse más ó menos atenuadas y con variaciones de detalle las anteriores consideraciones, apuntaremos algunas ideas acerca de la génesis más probable de los yacimientos del Sur que nos ha sido dado visitar, es decir, de los Bergs-lagen en general y de Graengesberg como caso especialísimo del Mediodía sueco, no sólo por las condiciones de sus menas, sino por su importancia industrial.

Estos yacimientos del Sur son tan variados en sus condiciones, como distintas han debido ser también las que han regido su formación, y han sido clasificados en general dentro del grupo de sedimentarios.

No participamos de esa opinión: una génesis metasomática con ciertas fases peumatolíticas debe atribuirse, por ejemplo, á Dannemora, á Persberg y á los criaderos calizos del distrito de Norberg. En todos éstos, la precipitación del óxido de hierro en el seno de la caliza unas veces, en el contacto de ésta con el skarn otras, ó de este último con la dolomía, parece ser debida á una substitución del óxido cálcico-magnesiano, al de hierro, dentro de una disolución ferruginosa, ácida, ó más frecuentemente de un magma rico en skarn; precipitación acelerada por el enfriamiento que debió producir el contacto con una roca fría y compacta cual las calizas magnesianas de esas regiones.

Es un caso muy análogo á otros muchos de género similar en España, y entre otros á los criaderos de Cala en Huelva, Cehegín en Murcia: esa acción metasomática de los magmas

básicos, principalmente, sobre ciertas calizas, precipitando hierro, «digiriendo», por decirlo así, el óxido cálcico de la roca de contacto, es caso muy típico y frecuente en los criaderos ferríferos de contacto de calizas con rocas eruptivas, ó impregnaciones básicas, anfibolíticas ó piroxénicas de alguna sedimentaria, substituyendo en estos últimos casos al magma, propiamente dicho, líquidos ó disoluciones metalíferas ácidas, procedentes de la última fase de enfriamiento de erupciones vecinas.

Pero en algún ejemplo de los citados, en Dannemora, la acción hidrotermal, ó pneumotolítica por lo menos, ha debido contribuir al ciclo genético, como lo atestiguan las emanaciones de metano, las impregnaciones de asfalto y otros betunes que se observan, cual ya se indicó en páginas anteriores, dentro de la mina Dannemora.

Génesis más claramente hidrotermal y sencilla, puede atribuirse á los numerosos criaderos estrechos de hematites en Graengesberg, cuyo mineral se infiltra con frecuencia en la roca que le sirve de caja: ese sinnúmero de filoncillos estratificados, sin huella posterior de metamorfismo, tiene fácil explicación por un proceso hidrotermal, tal vez en su fase más sencilla de precipitación de hierro dentro de lejías de cloruro ó bicarbonato.

En cuanto á los criaderos de magnetita fosforosa asociada al skarn de Graengesberg, es decir, á la principal masa de ese distrito, son tan análogas en el fondo sus circunstancias á las que se han enumerado para Gellivare, que difícilmente pudieran dejar de aplicarse en aquél las mismas teorías emitidas al tratar del último. Mineral muy parecido; idéntica asociación por el skarn; análogo fraccionamiento de las masas de mena por diques ó intrusiones de pegmatita con iguales caracteres; todo inclina á ver en ellos el resultado de una segregación dentro de un magma ó roca-madre de skarn con intervención marcadamente pneumotolítica derivada ó en conexión con los diques de pegmatita: y esta explicación de su procedimiento nos parece mucho más aceptable que el considerarlo como puramente sedimentario, cual ha sido clasificado por varios geólogos.

CAPITULO III

CONTRATOS DEL ESTADO SUECO

Varias veces se han citado en estas líneas los contratos llevados á cabo entre las Sociedades mineras laponas y el Estado sueco; y tanto estas contrataciones como la ingerencia que el Estado tiene en toda la minería de la Nación son realmente dignos de estudio, y tienen que llamar poderosamente la atención sobre todo de los estadistas y de cuantos se preocupan de la administración de las riquezas naturales de un país.

Uno de los rasgos característicos de los pueblos escandinavos, pero muy especialmente del sueco, es el espíritu nacionalista que en ellos predomina y que encarna con diversos matices y bajo múltiples aspectos en todos y cada uno de sus ciudadanos. Este sentimiento nacionalista, llevado á su más alto grado y con una finalidad discutible algunas veces en cuanto á su éxito, pero sana siempre y arraigada, trae consigo no sólo una solidaridad completa en sus miembros á los fines de afirmar en todas las esferas la nacionalidad, sino que implica necesariamente un estado de socialismo por parte del Estado casi inconcebible en otros países, y una supeditación completa de los intereses y derechos individuales ó regionales á la supremacía de la Nación en general. Como consecuencia también de esta tendencia y de la educación cada día más perfeccionada de la población sueca, predomina en toda la Administración de carácter socialista que trae consigo ese estado de cosas, la mejor buena fe y absoluta confianza por parte de los particulares en los sanos propósitos de esa misma Administración.

No se concibe, por lo tanto, que en cualquier proceso de cumplimiento de un contrato entre el Estado y una Empresa particular pueda aquel faltar ni al supremo bien general de la Nación que debe guirle, ni tampoco que se aproveche de su

predominio para gravar más allá de lo justo y necesario los intereses particulares. Este concepto de la Administración pública en aquel país se revela en las contrataciones, en las cuales muchas veces el árbitro supremo, aun en lucha de intereses particulares con los del Estado, queda totalmente á merced del Gobierno y del Parlamento. El espíritu nacionalista es sobre todo preponderante en lo que se refiere á la explotación de riquezas naturales y sus anejos, como la minería, saltos de agua, vías férreas, etc., etc.

En el desarrollo de la minería, sobre todo de la del hierro, y particularmente desde el descubrimiento de los famosos criaderos de la Laponia; en el de la siderurgia nacional y de todas las industrias manufactureras que de ella emanan, han creído los suecos que estriba para el porvenir el afianzamiento de su nacionalidad y su preponderancia en el movimiento mundial del comercio y de la industria.

Han sido, por lo tanto, opuestos siempre al principio y base de declaración de *res nullius* que tanto ha predominado y sigue predominando en otros países (sobre todo en España) para la propiedad minera: no han permitido la omnimoda libertad de explotación, de uso y abuso de las minas mismas y de sus productos, cual en España acontece.

En Suecia se parte del principio de que todas las riquezas minerales y muchas de otra índole son patrimonio de la Nación; se otorga la concesión de aquéllas en ciertas y determinadas condiciones muy restrictivas al investigador, al descubridor que investigue, las prepare y explote realmente, pero reconoce ante todo un derecho también directo importantísimo al dueño del terreno, y se reserva al Estado medidas conducentes no sólo á que los explotadores estudien científica y comercialmente las minas que están en sus manos, sino el ser árbitro de que su explotación sea un beneficio para la Nación, para todas las industrias á quienes alimente, sin perjuicio de dejar un amplio margen para beneficio de quien lleva á cabo esa explotación.

El dueño del terreno tiene derecho, en cualquier momento, á una participación del 50 por 100 en las minas, con sus cargas correspondientes: derecho que puede hacer efectivo incluso cuando la bondad de la mina esté plenamente demos-

trada, sufragando también la parte que le correspondía en los gastos.

Obliga el Estado al explotador á efectuar estudios mineros, topográficos, geológicos y de toda clase en sus concesiones, y esos estudios, esa documentación que en las Oficinas de la Administración pública han de formar el Archivo para el perfecto conocimiento de la riqueza, ha de ofrecer garantía de exactitud, imponiendo el Gobierno para ello á las Sociedades los empleados técnicos que hayan de ejecutarla.

La industria minera, la de producción de fluido eléctrico y otras muchas están completamente nacionalizadas, imposibilitando á los extranjeros el adquirir las minas, ni interesarse en sus empresas y anejos, siendo en la mayoría de los casos las acciones nominativas; y á veces, cual en toda la Laponia, se va más allá, no permitiéndose el aprovechamiento de saltos de agua (una de las mayores riquezas de Suecia) ni á las Sociedades nacionales, reservándose el Estado su exclusiva explotación: en las vías férreas acontece algo parecido, por lo menos en las redes nuevas que sirven los distritos mineros, si bien estas últimas leyes sobre ferrocarriles, que han extremado la preponderancia del Estado en tan importante riqueza, no hayan podido surtir efectos retroactivos en otras redes ya en explotación.

Pero en Laponia se ha llegado al límite. Esta región, considerada poco menos que como país conquistado, está declarada patrimonio del Estado, hasta el punto de desconocerse en ella la propiedad particular; y comoquiera que precisamente en esa región haya sido donde se han descubierto los grandes criaderos ferríferos de Suecia (y alguno quizá sin rival hasta hoy en el mundo), que á su vez, por su ley en metal y otras condiciones, regulan una gran parte de la marcha de la siderurgia de países vecinos, preocupó hondamente desde el primer momento su explotación al Estado sueco; y la tendencia del país á participar de una manera directa en los beneficios y pesar de un modo real y efectivo en su aprovechamiento, desarrollo y finalidad, evitando que se malgastase ese patrimonio, se patentizó inmediatamente, alimentada por el anhelo nacionalista constante de los suecos: se decidió por lo tanto, de un modo ú otro, llegar á recabar una gran

parte de esas explotaciones para el Estado, sin atropellar ni menoscabar los intereses particulares de las Empresas que ya se habían formado; y en esta lucha, de índole muy delicada y escabrosa, se ha llegado, sin embargo, á un acuerdo, á una solución, que, dando satisfacción á los deseos del país, no ha lastimado, sino respetado y más bien consolidado y acrecentado, los derechos, beneficios de presente y futuro de las Compañías, poniendo en manos del Estado la suprema dirección del desarrollo de esas riquezas, y de su aprovechamiento dentro y fuera de Suecia.

Para llegar á esa solución no han faltado las luchas entre el Estado por una parte y las entidades interesadas en Gellivare, Kirunaavara, Svappavaara (las tres principales en la Laponia); pero las concesiones fueron mutuas y la solución y contratación se efectuó.

Un arma poderosa esgrimió el Gobierno en este conflicto de intereses. No existiendo la propiedad particular en Laponia, y siendo todo el terreno de la Nación y de la Corona, resultaba el Estado *ipso facto* dueño también de los saltos de agua, y con opción al 50 por 100 en todas las minas conocidas y por descubrir en el territorio. Disponía por lo tanto de la energía eléctrica que pudiera crearse; y como poseía también la línea férrea de unión de Gellivare con el Báltico, que se proponía continuar ó no por Kiruna hasta la frontera Norte con Noruega, según que se llegara ó no á un acuerdo, tenía en la mano la clave del desarrollo de las minas citadas. En cuanto á la Sociedad Svappavaara, cuyos criaderos para beneficiarse necesitaban otros ramales de ferrocarril, siempre en terrenos del Estado, la situación y el conflicto eran muy parecidos. Los derechos adquiridos por las Sociedades mineras fueron defendidos por éstas; pero también esgrimía el Estado las armas legales y justas que en su mano tenía; concluyendo este estado de cosas con varios contratos, entre ellos dos muy importantes, cuyas bases y vicisitudes es curioso conocer.

Contrato Kiruna-Gellivare.

Este contrato entre el Estado y la Sociedad «Luossavaara-Kirunavaara-Aktienbolaget» rige desde 1.º de Enero de 1908.

Se trata de la Sociedad minera más poderosa de Suecia, que dispone no sólo de los criaderos de Kirunavaara y Luossavaara, sino también de los de Gellivare en Laponia, y de Graengesberg en el Sur: según los derechos que le da el contrato, resulta hoy día esta Sociedad dueña, ó monopolizadora al menos, directa ó indirectamente, de todos los criaderos de Laponia, descubiertos ó por descubrir, excepto los que, por compra á la Sociedad Svappavaara, son ya propiedad del Estado, y alguno suelto sin condiciones de explotación: absorbe, por lo tanto, el movimiento de hierros entero de Laponia, y el más importante del Sur de Suecia, y por de pronto dispone de casi todos los minerales fosforosos exportables.

Las vicisitudes por que ha pasado esta Sociedad hasta disponer de todas esas riquezas mineras, son curiosas, pues su origen fué tan sólo un Sindicato ferroviario.

En efecto, en 1896 se formaba este Sindicato ó Sociedad «Trafikaktiebolaget-Graengesberg-Oxeloessund», cuya finalidad debía ser la compra de los tres trozos de ferrocarril que formaban la vía de exportación desde Graengesberg á Oxeloessund, ó sea á su puerto natural del Báltico; de esos trozos de ferrocarril, dos pertenecían á distintas Sociedades suecas, y uno á una Entidad inglesa.

Llevó á cabo estas compras en parte; y, en cuanto al resto, adquirió mayoría de acciones; así es que consiguió el objeto de unificar y asegurar la salida de los minerales de Graengesberg, acabando por interesarse de tal modo en esta última mina (á la sazón la primera en Suecia y única exportadora de minerales ricos fosforados, pues no se trabajan aún las de Laponia), que de Sociedad ferroviaria se transformó en minera y de transporte á la vez, pues su base financiera acabó por ser la mina de Graengesberg.

Posteriormente, y ya en 1898, los yacimientos de los distritos de Kiruna y Gellivare recluyeron á un papel secundario á Graengesberg. En Kiruna, el gran criadero de Kirunavaara, y el de Luossavaara, con otros pequeños como Kaukuvaara, Nokatuvaara, etc.) y el grande de Montainen (exceptuando Tuolluvaara, concedido á una Sociedad sueca), perteneciente á la Sociedad Luossavaara-Kirunavaara-Aktienbolaget: en Gellivare, todos los yacimientos del distrito (exceptuando Koskuskulle, de una Sociedad austriaca) eran propiedad de la Sociedad sueca Gellivare-Maelmfaelt: cada una de estas Compañías representaba un capital de seis millones de coronas, demasiado reducido para sus fines, y ambas atravesaban momentos difíciles.

De estas dificultades supo aprovecharse la Graengesberg-Oxeloessund, mediante adelantos á las Compañías de Kiruna y Gellivare, y hacerse con gran parte de sus acciones é hipotecas sobre sus inmuebles: era condición, sin embargo, esencial para hacer firme esa especie de *trust* entre la Graengesberg-Kiruna y Gellivare, el que la primera obtuviese del Estado no sólo la construcción de la línea Kiruna-Ricksgräzen al puerto de Narvick, sino determinadas tarifas de transportes reducidas para el gran exceso de explotación que se pensaba inaugurar, pues no bastaba á su desarrollo la cantidad máxima de 1.200.000 toneladas á la que, según contrato anterior con el Estado, podía aplicarse tarifa mínima de transporte sobre el ferrocarril: pedían estas Compañías además que la de Graengesberg negociase con el Estado un empréstito de 20 millones de coronas que necesitaba para sus instalaciones y que garantizaría con una hipoteca sobre sus minas.

Fué, pues, el momento oportuno de necesitar, tanto Kiruna como Gellivare, é indirectamente Graengesberg, la ayuda del Estado y de su red ferroviaria; y fué también el que se aprovechó por el Parlamento para imponer condiciones.

Las gestiones fueron laboriosas y largas: se dificultaron y estuvieron á punto de fracasar por el Tratado de Comercio vigente entre Alemania y Suecia, cuyo vencimiento no tenía lugar hasta 31 de Diciembre de 1910, y en el cual se estipulaba claramente la imposibilidad por parte de Suecia de gra-

var hasta esa fecha sus minerales de hierro en cantidad alguna como derechos de exportación.

Duraron las discusiones y gestiones hasta 1907, en cuyo año, y después de fracasar varios proyectos de contrato, se llegó al definitivo, que empezó á regir desde Enero de 1908.

Para llegar á él, se obligó ante todo á las tres Entidades Graengesberg-Kiruna-Gellivare á que se fundieran ó sindicaran en un conjunto unitario con quien pudiera tratar el Estado: en virtud de esto, y mediante arreglos interiores entre accionistas de Kiruna, Gellivare y Graengesberg (con sus ferrocarriles á Oxeloessund), se llegó á la unificación.

Las bases del contrato y los beneficios principales que obtuvieron cada una de las partes fueron los siguientes:

El Estado recababa, una vez para todas, la completa nacionalización de la industria lapona (excepto Koskuskulle, anterior á estos acuerdos); entraba como poseedor directo y por una mitad en las grandes minas del territorio, sin indemnización alguna por su parte; regulaba y fijaba por 25 años la explotación y exportación de minerales fosforados en los grandes Centros; obtenía ventaja y hasta condiciones exclusivas para la siderurgia sueca, y opción de comprar en la última etapa del contrato el otro 50 por 100 de las acciones mineras en condiciones ventajosas por peritaje y arbitraje, en el cual tenía desde luego mayoría; imponía, por fin, la obligación de que se garantizase un interés comercial al capital empleado y que empleara en la red ferroviaria lapona.

Por su parte, las Compañías, ó mejor dicho la Compañía única refundida, contaba desde aquel momento ya con una buena línea de transporte con material á propósito para un movimiento intensivo de minerales, con una tarifa económica suficiente tan solo á cubrir los gastos de explotación del ferrocarril, más un pequeño interés; se le aseguraba durante veinticinco años, por parte del Estado y con toda solemnidad, que, aun cuando las necesidades de la Nación exigiesen en el porvenir gravar los minerales ferríferos con derechos suplementarios, éstos no regirían con la Sociedad Graengesberg-Kiruna-Gellivare, á la cual, ó no se cobrarían, ó serían reembolsados; cedía el Estado á favor de esa Compañía sus derechos de terrateniente único en Laponia (exceptuando lo

que pudiera referirse á las minas de Svappavaara, objeto de otro contrato con el Estado); se aumentaba considerablemente el tonelaje de explotación que permitía el Estado; se convertía la parte de beneficios (50 por 100) que como partícipe tenía la Nación, y durante el contrato, en un canon progresivo, inferior ciertamente á la mitad que para esos beneficios se podía calcular; y se daba, por todas estas razones, á la Sociedad lapona una situación privilegiada: la exención de futuros derechos y gastos fijos de transporte la permitían emprender contratos de venta de minerales á largo plazo con entero conocimiento del costo de la mercancía, y su substitución al Estado en la calidad de terrateniente lapón le entregaba por un cierto tiempo el casi monopolio de la explotación ferrífera, pues el Estado mismo en sus propias minas se obligaba á no explotar sino para la industria nacional.

Con estas sólidas bases financieras y comerciales, la Compañía no necesitó ya ayuda pecuniaria del Estado; acudió al público y pudo realizar en magníficas condiciones el empréstito que necesitaba.

Quedaron, pues, satisfechos los anhelos de nacionalización de esta industria; la íntima compenetración de los intereses particulares y de la Nación; la supremacía directiva del Estado en cuanto á la exportación, reguladora de otras industrias análogas extranjeras (sobre todo de Westfalia); se complació á la siderurgia sueca, y se consolidó la situación financiera de la Compañía lapona, tan precaria antes del contrato.

A pesar, por lo tanto, del antagonismo de intereses que entraban en juego, la solución no solamente pudo complacer á todos y cada uno de ellos, sino que despejó de una vez para todas la situación y formó precedente para otros problemas análogos.

Esta compenetración del Estado en la minería; las garantías que éste se reserva; la opción á declararse á su debido tiempo único propietario, con la debida indemnización por su parte; las cláusulas del contrato de transportes en la que la base no es otra cosa que la declaración por parte del Gobierno del gasto anual que ha tenido en la explotación; la condición de que las Compañías se vean forzadas á tomar

el fluido eléctrico al precio que el Estado pueda producirlo, con una pequeña y justa amortización; todas estas condiciones, estas cláusulas y otras revelan realmente una mentalidad, educación y ética en el pueblo sueco dignas de admiración y de respeto.

Porque, prescindiendo de si esa ingerencia del Estado en la industria, ese socialismo absorbente, es ó no ventajoso para el desarrollo de la riqueza de la Nación, lo que se desprende ante todo de esas contrataciones es que la industria y el pueblo sueco tienen fe y confianza no sólo en las aptitudes industriales de su Estado, sino en la completa justicia con que el mismo ha de proceder. Suponen que el Gobierno instalará bien los saltos de agua y la red ferroviaria, y que los explotará económicamente y con todos los progresos técnicos; que declarará verazmente y sin ambigüedades sus gastos de explotación; y cuando llegue el momento de reivindicarse por el Estado la compra de la mitad que no le pertenece en la Sociedad lapona y el arbitraje correspondiente, en cuyo seno tendrá mayoría directa é indirectamente el Estado, no se le ocurre á nadie temer que el Gobierno, la Administración, puedan abusar de su posición y lastimar los derechos de los particulares. De aquí que este contrato, que tal vez en otros países hubiera sido irrealizable, ó base de un monopolio irritante, y en muchos casos sin garantía para el porvenir, haya sido en Suecia cosa relativamente fácil, y se desarrolle su eficacia y cumplimiento con el completo acuerdo y confianza de todos, á pesar de los múltiples y antagónicos intereses que en él juegan.

Según este contrato, y después de haber gastado el Estado unos 50 millones de coronas en la construcción de la línea férrea total, se permite á la Compañía minera una exportación y transporte, en los diversos años, de las cantidades de mineral siguientes:

Kiruna: 1908.....	1.500.000	toneladas anuales.
1909.....	1.900.000	» »
1910.....	2.300.000	» »
1911.....	2.700.000	» »
1912.....	3.100.000	» »
1913 á 1932.....	3.175.000	» »

Gellivare.—18.750.000 toneladas desde 1908 á 1932, ó sean unas 750.000 toneladas anuales, pero pudiendo forzar esta última cifra hasta un millón en los cinco primeros años y rebajándola á 687.500 en los otros veinte.

Resulta, por lo tanto, acordado, en suma, á la Sociedad:

1908.....	2.500.000	toneladas anuales.
1909.....	2.900.000	— —
1910.....	3.300.000	— —
1911.....	3.700.000	— —
1912.....	4.100.000	— —
1913 á 1932...	3.862.500	— —

Sobre estos tonelajes otorga el Estado una tarifa privilegiada reducida de transporte.

Son, en suma, estos tonelajes, en veinticinco años, de 75 millones para Kiruna; 18,75 millones para Gellivare.

Cuyas cifras, en la primera cubicación que se hizo de las reservas disponibles en las minas, representan próximamente la quinta parte del total.

Las tarifas acordadas son:

Kiruna á Riksgraenzen	= 2,64 coronas.
Gellivare á Lulea	= 2,75 —

en vez de 3,30 y 3,35, respectivamente, que regían antes del contrato.

El Estado se encarga, además, de las maniobras en las estaciones Kiruna, Gellivare, Malmberget, etc., pero abonando la Compañía minera el importe de esta tracción especial, en la cual se tendrá en cuenta una amortización elevada para las locomotoras necesarias: además garantiza la Compañía al Estado el 5 por 100 de amortización del capital empleado en la vía, su material móvil, y el que pueda adquirirse, si no cubriese la tarifa los gastos de transporte y de amortización; condición, sin embargo, hoy día de valor nulo, pues el gran tonelaje transportado, con la tarifa indicada los salda con largueza.

De estos tonelajes se determinan las cantidades de minerales no fosforados en Gellivare que se puedan exportar, y cuáles deben quedar para la industria nacional, á la que se

reserva también toda la clase A. de Kirunavaara: y eso, á precios racionales, equitativos, en cuya determinación interviene el Estado. La Compañía cede á éste sus minas de menor cuantía en los distritos secundarios de Syvajaerdi, Nokortuvaara, Haukivaara y Mertainen, pero sin que se puedan explotar más que para la industria nacional, es decir, sin hacer competencia á la Compañía lapona en el mercado extranjero.

Se cede al Estado (y esto es mucho más importante) el criadero de Luossavaara hasta el año 1938: bien entendido, que esa cesión periódica es tan sólo para surtir el mercado indígena; al final de esa etapa y volver Luossavaara á poder de la Compañía minera, ésta se obliga á indemnizar á la Nación de los gastos efectuados.

Y, por supuesto, se impone á la Compañía minera en absoluto la nacionalización: las acciones son nominativas; los extranjeros quedan excluidos, no sólo como tenedores de acciones, sino como personal técnico, administrativo ó de otra clase: todo el conjunto de la Compañía, capital, personal de toda índole, ha de ser nacional.

Durante el contrato, el Estado, que posee la mitad de la propiedad representada por acciones liberadas privilegiadas, no percibe el 50 por 100 de los beneficios: en su lugar cobra un canon escalonado, que se ha fijado en las cifras siguientes:

	Gellivare.	Kiruna.
1908 á 1927.....	0,50 kr. por T.	1,00 kr. por T.
1928 á 1932.....	0,75 —	1,50 —
1933 á 1937.....	1,00 —	2,00 —

Llegado el final del contrato, el Parlamento optará por que la Nación cobre su 50 por 100 en los beneficios ó por comprar la mitad de la propiedad que no le corresponde actualmente. En este último caso, la cifra á pagar á la Compañía minera dependerá de los beneficios por tonelada en los últimos años, pero probablemente oscilará entre 150 á 200 millones de coronas el importe del sacrificio.

Establecidas así las bases de las relaciones entre la Sociedad Kiruna-Graengesberg-Gellivare con el Estado sueco, faltaba llegar á un arreglo definitivo con Noruega, pues el

transporte en los últimos cuarenta kilómetros próximamente de línea, ó sea desde Riksgraenzen á Narvik, son en territorio noruego.

Exigió esta última Nación, en primer lugar, una pequeña porción, el 10 por 100 del tonelaje total á los precios normales para la siderurgia indígena, en caso de que ésta lo reivindicase; un derecho de tanteo en cuanto á los fletes á favor de la bandera nacional, y una garantía de transporte mínimo para asegurar un beneficio á su línea; este mínimo, muy inferior al transporte efectivo, es de

1908.—125.000 kg.,	correspondientes á unas	275.000 T.
1909.—225.000 »	»	» 500.000 »
1910.—275.000 »	»	» 600.000 »
1911.—325.000 »	»	» 750.000 »
1912 y siguientes.—200.000 »	»	» 900.000 »

No acordó tarifa fija: la cifra se calcula en cada año de manera que cubra:

- 1.º 3,8 por 100 de interés á la línea.
- 2.º 0,45 coronas sobre el exceso de tonelaje por encima de 1.200.000 toneladas.
- 3.º Gastos de tracción.
- 4.º Ciertos servicios anejos de faros, etc.

Viene esta cifra total oscilando alrededor de 0,785 coronas por tonelada, ó sea 1,177 pesetas, y en el porvenir se calcula tan solo en 0,70 coronas para el gasto de transporte y 0,81 el total, teniendo en cuenta los demás gastos.

El transporte, por lo tanto, total de Kiruna á Narvik puede calcularse en 3,45 coronas, sin temor á error apreciable.

Contrato Svappavaara.

Esta Compañía disponía de varios criaderos, y entre ellos los de Svappaara, Leveanieni, Salmivaara y Tensari. De éstos, los dos primeros, sobre todo Svappaara, son los que tienen importancia real por el momento, particularmente el último, por las cantidades de mena, por estar ya en cierto modo reconocido, y su fácil explotación á cielo abierto y por socavones.

Necesitaba la Compañía de Svappavaara facilidades análogas á las de Luossavaara-Kirunavaara, no sólo de terrenos, sino un ramal de 40 á 50 kilómetros de ferrocarril á empalmar con la línea general de Lulea-Riksgraenzen, y ésta fué la base en que el Estado se apoyó para hacer la combinación financiera.

En este caso, lo que se acordó fué la compra pura y neta de las minas y derechos de la Compañía minera por el Estado, y en una suma relativamente alta (8.450.000 coronas); cantidad que éste á su vez se hizo reintegrar por la Compañía Luossavaara-Kiruna-Gellivare en los momentos álgidos de las negociaciones con esta última, y cuyo reintegro contribuyó á que se accediese, como compensación, á elevar los tonelajes de exportación de Kiruna hasta las cifras que figuran en el contrato definitivo, superiores á las que se pensaba adoptar como solución antes de que en las negociaciones con Kiruna se mezclase la compra á Svappavaara.

En cambio, el Estado se obligó á no explotar los criaderos de Svappavaara, ó al menos no exportar de ellos mineral alguno, hasta que expirase el contrato fundamental con Kiruna-Gallivare.

De este modo, esta última Compañía eliminaba, por decirlo así, la competencia que pudiera hacerse en la exportación, al haberse concedido y ejecutado la vía férrea que hubiera de servir las minas del Estado, puesto que éstas quedaban, como consecuencia de la venta, paralizadas, ó al menos dedicadas al consumo interior nacional.

De todo lo que antecede, es fácil darse cuenta de las posiciones respectivas que la minería privada y el Estado han alcanzado hoy en Laponia.

La minería privada puede considerarse hoy día reducida á la Compañía Graengesberg-Kirunavaara-Gellivare, y á cambio de sacrificios dispone en absoluto del mercado exterior para minerales fosforosos, sin que nadie pueda hacerle competencia y sin que nuevas cargas puedan tampoco alterar las actuales; esto último es de la mayor importancia.

La Nación, por su parte, resulta condueña en Kirunavaara y Gellivare, con opción á comprar el resto de la propiedad de estas minas de aquí á veinticinco años; tiene garantizado



el capital de la red ferroviaria; encauza la explotación y exportación, á fin de que, al término del contrato, la cantidad extraída sea una mínima parte del remanente que quede de los criaderos; obtiene la supremacía en todas esas industrias mineras, y la exclusiva en las de creación de energía eléctrica; favorece la siderurgia sueca, y nacionaliza en absoluto las Compañías mineras.

Al mismo tiempo se hace dueña de las minas de la Compañía Svappavaara, de Luossavaara y otras, que, si bien con minerales mezclados, pueden el día de mañana, con medios de concentración adecuados, y cuando sea menos beneficiosa la explotación de Gellivare, ser una reserva más, y en manos exclusivamente del Estado, para regular con Kirunavaara, ó sin la cooperación de la actual Compañía, la industria ferrífera de Suecia y seguir influyendo poderosamente en la de otros países que necesitan, poco menos que indispensablemente, de estas menas.

El porvenir podrá sólo esclarecer si esta tendencia y decisión de Suecia será ó no beneficiosa para el desarrollo de su industria. Por una parte, esas minas, en una sola mano y bajo una sola dirección, han de ejercer, á igual tonelaje, mucha más influencia en el mercado mundial que si estuviesen dispersadas entre muchas entidades, con libertad omnímoda de disponer de ellas á capricho. Pero, por otra parte, esa puerta cerrada á la iniciativa individual, á los capitales extranjeros, puede ser una rémora para el completo desenvolvimiento de Laponia. Y de todos modos, el Estado sueco, convirtiéndose en principal constructor de redes de ferrocarriles, en explotador de sus minas principales, é inmovilizando capitales de consideración en la compra de otras, en las instalaciones de energía eléctrica, y dispuesta á recabar la parte de propiedad que no le pertenece en Kirunavaara y Gellivare (cuya sola combinación ha de obligarle á desembolsar tal vez un par de centenares de millones de coronas), es programa que puede conducir á períodos difíciles para el Erario, y exponerlo á las contingencias propias de todo negocio industrial, y especialmente de los mineros.

CAPITULO IV

POSICIÓN DE SUECIA EN EL MERCADO MUNDIAL DE HIERROS

Basándose en los cálculos de reservas actuales y potenciales hechos por los técnicos, la situación de Suecia hoy día en el mercado mundial de hierros es altamente halagüeña. Cuenta, al parecer, con las siguientes existencias de mineral fosforoso, referente á minas en explotación de la Laponia.

Kiruna.....	740 millones de toneladas.		
Luossavaara.....	18 »	»	»
Gellivare.....	230 »	»	»
Koskuskulle.....	40 »	»	»
Toulluvaara.....	7 »	»	»
<i>Total</i>	1.035 »	»	»

De los cuales, 988 millones de toneladas están intervinidos por el Estado de una manera directa.

A esta cifra en Laponia, y como reserva para el porvenir con plena propiedad del Estado, hay que agregar:

Svappavaara	30 millones de toneladas.		
Levianieini	30 »	»	»
Ekstromberg	50 »	»	»
Mertainen	5 »	»	»
<i>Total</i>	115 »	»	»

Es decir, que el Estado dispone, bien sea como dueño absoluto, bien como condueño privilegiado, de una reserva de mineral fosforoso de alta ley en hierro, que se eleva á 1.103 millones de toneladas.

En la región del Sur se calculan, como ya hemos apuntado, existencias de mineral representadas por las cifras siguientes:

Pobres en fósforo.....	47,4 millones de T.		
Medianos en fósforo.....	14,4 »	»	»
Muy fosforosos	60,5 »	»	»
Imperfectamente conocidos....	40 »	»	»
Titaníferos, concentrados.....	15 »	»	»
<i>Total</i>	177,3 »	»	»

Prescindiendo de los que no están bien conocidos, y de los titaníferos de Taberg, cuyo consumo dependerá del progreso de la siderurgia, pueden calcularse en el Sur:

Mineral puro Bessemer para consumo inferior	47,4
Más ó menos fosforosos para fundición básica	74,9
<i>Total millones de toneladas</i>	122,3

Dispone, pues, Suecia, en conjunto y en números redondos:

Laponia	1.150
Sur	122
<i>Total</i>	1.272 millo-

nes de toneladas, de los cuales 1.197 son de exportación, ó, por lo menos, la mayor parte propios para el procedimiento básico, exceptuando las pequeñas cantidades de la clase A en Gellivare y Kiruna.

No hay que olvidar tampoco que la exportación de minerales fosforosos ricos ascendía ya en 1909 á 4.093.725 toneladas, y que, aun siguiendo las demás minas suecas su producción actual, la de Kiruna y Gellivare, por el contrato con el Estado, podrá en estos primeros diez años aumentar su exportación en la cifra redonda de 1,6 millones elevando la salida total á 5,7 millones de toneladas con un contenido medio de 63 por 100 de hierro, cuyo tonelaje es hoy día casi indispensable para la marcha normal (por las mezclas que permite) de regiones europeas, sobre todo de la siderurgia de Westfalia, y en cierto modo de algunos centros ingleses.

Esta cifra, cerca de seis millones, no sería de por sí tan eficaz, ni ejercería una influencia tan preponderante, si no estuviere, por decirlo así, en una sola mano, ó por lo menos en gran parte, bajo una sola dirección y suprema gestión del Estado sueco; pero, por las circunstancias en que está, su importancia en el mercado europeo es de gran peso.

Esta influencia es sensible sobre todo en Westfalia, pues realmente la mayor exportación de Kiruna y Gellivare se hace hacia aquella región.

Son en la actualidad estas menas indispensables, ó poco menos, para fundir las *minettes* de la Lorena alemana y algunas de la región francesa que se tratan en las provincias del Rin; y se puede asegurar que su supresión produciría un grave conflicto, una paralización parcial tal vez hoy día de esa siderurgia alemana de Poniente; y de aquí que en el tratado de Alemania con Suecia de 1906, que expira en fines del presente 1910, se estableciese como punto esencial del mismo la obligación por parte de Suecia de no gravar con derechos de exportación sus minerales fosforosos, pues ese derecho habría de encarecer el valor en venta de la mena sueca; y como quiera que, á pesar de las facilidades de transporte, la unidad de hierro en mena sueca venga á resultar en Westfalia al mismo precio que esa misma unidad contenida en las *minettes* lorenas, y estando amenazada Alemania de tener que elevar algo su tarifa de compra para el mineral lapón, que se paga con mayor beneficio para el explotador en Inglaterra, resultaría una carga tal vez perturbadora cualquier derecho de exportación.

Pero ese tratado expira, y, directa ó indirectamente, resultará que Suecia, dadas las condiciones en que el Estado influye en su mayoría ferrífera, podrá pesar poderosamente en la industria siderúrgica de Alemania, por lo menos mientras otra nación productora y exportadora de minerales ricos fosforados no pueda substituir en parte á las menas suecas. Esa nación europea y cercana, en un porvenir no lejano, pudiera ser fácilmente España, si sabe aprovechar sus riquezas minerales, en combinación con otros países, como, por ejemplo, la colonia de Terranova.

CAPITULO V

EL PROBLEMA DEL HIERRO, RESERVAS PARCIALES Y MUNDIALES

De cuantas cuestiones y temas han sido tratados en el Congreso Geológico de Estocolmo, el que más interés ha despertado ha sido el de las reservas mundiales de mineral de hierro. Los demás, de interés científico indudable, han llamado en parte la atención de los hombres de ciencia, y los trabajos luminosos y discusiones á que han dado lugar han fijado jalones y orientaciones inapreciables para el progreso de la Geología. Pero lo que ha absorbido el interés de todos los Congresistas, de los Círculos industriales y comerciales, de las Entidades directoras de Naciones que se preocupan por su porvenir propio, y aun de los sociólogos eminentes, ha sido el tema de las «Reservas mundiales de hierro».

Porque no se trata de un estudio más ó menos científico, ni tampoco de una de tantas estadísticas de valor relativo sobre una materia cualquiera cuya aplicación ó consumo sea circunstancial, cual lo son la mayor parte de las substancias minerales. Se trata, por el contrario, de un artículo de primera necesidad, más indispensable para la vida que la mayor parte de las substancias alimenticias. Todas estas últimas son sustituíbles dentro de la industria productora de metales y aleaciones: la hulla inclusive admite substitución por carbón vegetal unas veces, por saltos de agua y energía eléctrica otras; pero no el hierro metal y sus derivados; y puede sin vacilación asegurarse que la vida y el progreso mundial están hoy día tan íntimamente ligados á la producción de hierro, que la carencia de este metal sería, por decirlo así, la asfixia de la Humanidad. Y mirada la cuestión bajo el aspecto más estrecho, pequeño y egoísta, es indudable que la región, el país que cuente con mayores riquezas ferríferas y mejores condiciones para el desarrollo de esta industria; el que mejor acierte á desenvolverla y menos derroche ese patrimonio nacional,

llegará á tener una indudable influencia comercial, industrial, y hasta política á corto plazo.

Si á esto se agrega que el estudio llevado á cabo por todas las Naciones y presentado en el Congreso de Estocolmo sobre las riquezas ferríferas evalorables, arroja un temor fundadísimo de agotamiento en plazo corto, se comprenderá la importancia que este tema geológico minero ha revestido en el Congreso, y la atención y hasta apasionamiento con que se ha seguido por todos los concurrentes.

Y las conclusiones de este estudio son verdaderamente desconsoladoras; pues resulta que, á menos de sobrevenir descubrimientos numerosos y de importancia de primer orden, el depósito de minerales de hierro se agotará en breve, pues nada son en la vida de una civilización setenta ni cien ni doscientos años; y, desgraciadamente, contando sólo con los criaderos conocidos y cubicables, no parece haber margen bastante para una etapa ni igual siquiera á la media de las apuntadas.

Cierto es que existen grandes regiones aún inexploradas, que han de venir á sorprendernos con riquezas ferríferas desconocidas hoy día; pero esa realidad puede no estar tan cercana como fuera de desear; y, además, no hay que olvidar que el consumo anual de hierro crece de una manera asombrosa y está llamado á incrementar más allá de los límites que hoy por hoy pudieran parecer inverosímiles; y que por lo tanto, aun cuando nuevos criaderos conocidos (pero actualmente faltos de investigaciones suficientes para permitir su cubicación), y otros nuevos por descubrir, vengan á aumentar las reservas mundiales de mineral ferrífero, bien pudiera ser que el consumo impuesto por las necesidades progresase más rápidamente aún que las existencias, y el problema actual, lejos de resolverse, entrase en un período más agudo y llegase á ser verdaderamente pavoroso.

Y que la tendencia es ésa y no otra, se refleja hasta cierto punto en la marcha de las cotizaciones del lingote en Europa en estos últimos años, que aun siguiendo, como las de todos los metales, una línea sinusoidal con sus alzas y bajas motivadas por causas accidentales, tiene, sin embargo, en conjunto una subida marcada y clara, evidenciando que, á pesar del aumento de producción de minerales, y por lo tanto de la

oferta, ha crecido aún más la demanda y la fabricación de lingote, la cual, en estos treinta últimos años, ha pasado de unos 18 millones de toneladas (1880) á la enorme cifra de 60 millones en 1909, que será sobrepujada por 1910, á juzgar por la producción de los primeros nueve meses de este año.

El tema, por lo tanto, de las «reservas de mineral de hierro», tratado en el Congreso de Estocolmo, era de una oportunidad innegable; y la luz que habrían de arrojar los estudios minero-geológicos de la mayor parte de las regiones ferríferas más ó menos conocidas del globo, hechos por los geólogos é ingenieros de mayor reputación, habrían de constituir los elementos básicos para la solución de tan vital problema, ó punto de partida para las ampliaciones necesarias que pueden conducir á ello.

En esto, el Congreso de Estocolmo no hacía más que condensar y exteriorizar las preocupaciones que venían sintiendo los economistas más esclarecidos, los Centros siderúrgicos de mayor importancia y los técnicos más afamados de los diversos países, que venían profundizando este problema inquietante.

En este terreno se acometió también un estudio parecido, como minero, economista é industrial, en España, por D. Julio de Lazúrtegui, cuya competencia y conocimiento nada comunes en la materia dan un valor extraordinario al resultado de sus trabajos reflejados en su *Ensayo sobre la cuestión de los minerales de hierro: Ayer-hoy-mañana*, publicado en el presente año, y en cuyo análisis concienzudo, y con la gran autoridad que le presta su autor, aparece el «Problema del hierro» con toda la intensa gravedad que en realidad encierra.

Porque el enunciado de este problema es sencillo y claro.

Allá por los años de 1880, la producción mundial de hierro en lingote (base luego de todos los demás productos de hierro y acero) era en cifra redonda, cual ya hemos dicho, de 18 millones; y en 1910 esta cifra se eleva á más de 60, repartidos de la siguiente manera, según datos recopilados por el señor de Lazúrtegui.

	1880	1895	1909
Estados Unidos...	3.892.000	9.597.000	25.795.000
Gran Bretaña.....	7.876.000	8.022.000	9.664.000
Alemania	2.702.000	5.465.000	12.918.000
Francia	1.725.000	2.400.000	3.632.000
Rusia	148.000	1.402.000	2.817.000
España	122.000	251.000	385.000
Otros países.....	1.782.000	2.783.000	5.508.000
<i>Total toneladas...</i>	18.552.000	29.529.000	60.719.000

Estas producciones se llevan á cabo hoy día con minerales de ley en hierro nada más que media, pues si bien entran en parte menas del 50 por 100, y aun excepcionales del 60 y 64 por 100 en proporción reducida, contribuyen por lo menos en más de una tercera parte minerales como las *minettes* lorenas, los de Cleveland y otros análogos; por todo lo cual, y asumiendo un promedio de 40 por 100 á las cargas en los Altos Hornos, representan esos 60 millones de toneladas de lingote unos 140 á 150 millones de toneladas de mineral anuales.

Se ve, por lo tanto, que la producción ha más que triplicado en total durante treinta años escasos: en los Estados Unidos avanzó en esa etapa á más del séxtuplo, en Alemania el quintuplo, en Rusia el séxtuplo, en España á más del triple; tuvo poco incremento, relativamente, Inglaterra.

Si ese aumento progresivo persistiese en igual relación, se llegaría para el año 1940 á un consumo espantoso de 180 á 200 millones de toneladas de lingote, correspondientes á unos 500 millones de toneladas de mena, ó más si, como es de presumir, llegan á escasear los minerales de alta ley.

Hasta qué punto, sin embargo, esa relación de progresión en el consumo de lingote ha de persistir, no es prudente asegurarlo. Sin embargo, los estudios de economistas de indiscutible autoridad, más bien apoyan que rechazan esa suposición.

Así, por ejemplo, la producción actual de los Estados Unidos repartida entre su población total, da una cifra de más de 300 kilogramos de lingote por cabeza; y si es cierta

la base fundamental de los estudios de todos los economistas relacionando íntimamente el grado de civilización con la progresión en construcciones de vías férreas, navales y metálicas de toda índole con la densidad también de población que implica las necesidades directas, claro está que, aun tomando como base la cifra de 300 kilogramos de hierro por habitante, cabe preguntar de dónde se extraerían en un porvenir remoto, cuando los 1.600 millones de habitantes del globo alcanzasen el grado de civilización de la América del Norte, los 1.200 millones anuales de mineral de hierro del 40 por 100 necesarios para producir los 480 millones de hierro metálico indispensables á ese progreso. Claro está que ese día está muy lejano; pero tampoco debe olvidarse que el desarrollo industrial actual de los Estados Unidos, con ser grande, no es ni con mucho un máximo, y que la construcción de vías férreas y metálicas de todas clases progresa más geométrica que aritméticamente, estando destinadas vastísimas regiones de Africa, Asia y Centro de América á ser campo inagotable de empresas industriales en la primera mitad de este siglo en que vivimos.

Pero, aun concretándose á límites más estrechos, sin dar vuelos á la imaginación y mirando la cuestión á plazo más corto, más tangible, y prescindiendo de que ese anhelado progreso de regiones aun atrasadas ó desiertas llegue á ser realidad cercana, la mayor parte de los economistas fijan el consumo de hierro para el año 1920 en unos 100 millones, continuando en igual proporción el aumento hasta llegar á 180 en 1950: aun tomando un término medio para toda esa etapa, es decir, unos 120 millones anuales, resultarían en cuarenta años unos 4.800 millones de toneladas de hierro metal.

Ahora bien: en el estudio llevado á cabo por todas las Naciones y presentado al Congreso de Estocolmo, se dividen los criaderos de hierro en tres clases: la clase A, representativa de aquellos yacimientos suficientemente investigados para poder dar lugar á una cubicación aproximada, llamada *reserva actual*; la segunda, B., se refiere á aquellos que, aunque no bien reconocidos, pueden reflejar una idea aproximada de su importancia, á grandes rasgos, pero sin que en ellos se pueda llegar á cálculos exactos de tonelaje; la clase C. compren-

de los yacimientos conocidos tan solo por indicios más ó menos fidedignos: ambas clases B. y C. no constituyen reservas actuales, y sí tan sólo, más ó menos problemáticamente, *reservas potenciales* con las que no es dado contar en mucho tiempo.

Prescindiendo de la mayor ó menor exactitud que haya podido concurrir en estos cálculos, acerca de los cuales haremos algunas observaciones más adelante, resultan como cifras globales existentes hoy día en el mundo:

	MILLONES DE TONELADAS			
	Reservas actuales.		Reservas potenciales.	
	Mineral.	Hierro metal.	Mineral.	Hierro metal.
Europa.....	12.032	4.733	41.029	12.085
América.....	9.855	5.154	81.822	40.731
Australia.....	136	74	69	37
Asia.....	260	156	457	283
Africa.....	125	75	Muchas.	Muchas.
TOTALES.....	22.408	10.192	123.377	53.136

Según estas cifras, y partiendo de un consumo de 4.800 á 5.000 millones de toneladas hasta el año 1950 inclusive, quedaría un remanente de tan solo otro tanto, que, dado el incremento progresivo de las necesidades, no cubriría sino una segunda etapa corta de treinta á treinta y cinco años; es decir, que las reservas actuales apenas si podrán saldar las exigencias probables del mercado durante setenta años; y hasta para conseguir ese objetivo serían precisas dos condiciones esenciales, difícil, si no imposible, de llenar; á saber: que los criaderos que componen la clase A., de reservas actuales, contengan real y efectivamente los tonelajes calculados; y que la intensidad de su explotación pueda seguir la misma progresión ascendente de las necesidades del mercado. Al tratar, aunque someramente, del detalle de las cubicaciones que integran la clase A., expondremos nuestras dudas de que la primera de estas condiciones pueda cumplirse; pero aun es más dudoso que llegue á tener realización la segunda, no sólo

porque una gran parte del tonelaje en Europa de menas ricas se refiere á Suecia, donde la explotación está ya limitada, sino porque la mayor parte de los yacimientos de alta ley en hierro y de gran producción entran ya en la fase de explotación subterránea, y su intensidad tenderá á restringirse notablemente, refrenando indirectamente la de los yacimientos de mena pobre, que de por sí solos no pueden ser objeto de tratamiento económico en las circunstancias actuales de la siderurgia.

Por todas estas razones y otras similares, que más detalladamente se apuntarán, es de temer que *prácticamente* con las reservas actuales llegue á comprometerse seriamente el abastecimiento de la industria del hierro antes de mediar el siglo actual; so pena de que gran parte de los criaderos ó reservas potenciales pasen á la categoría de riquezas conocidas, cubicables, en plena explotación, y de esta clase depende principalmente la solución por algún tiempo de la cuestión palpitante que tanto interés encarna.

Para poder orientarse siquiera respecto á ella, convendrá echar una ojeada sobre las regiones más importantes llamadas á influir en plazo no lejano, por sus criaderos nuevos, en el incremento de producción global.

Estos países, aparte de Suecia, parecen ser sobre todo Noruega, Inglaterra, Francia, Alemania, Rusia, España, Norte de Africa, Estados Unidos, Canadá, Terranova, Cuba, Brasil, India inglesa, Nueva Zelanda, China y Japón.

Noruega.

El reino de Noruega se encuentra en condiciones bien distintas á su vecino el de Suecia en lo que á yacimientos ferríferos se refiere; son totalmente extrañas su geología y petrología, y más aún, si cabe, los caracteres mineralógicos de sus criaderos: su importancia es mucho más reducida.

Las minas ricas de hierro, de siquiera un 50 por 100 Fe. se presentan en masas insignificantes, diseminadas en varias regiones; y, aun sumadas todas ellas, no arrojan como reservas sino una cifra pequeña de 17 millones de toneladas, según el Profesor Vogt.

Los distritos hasta ahora de interés son los de menas pobres encerradas en gangas diversas, y muy frecuentemente hornabléndicas, que no permiten la separación corriente de clases aceptables en el mercado, y aptas tan solo como materia prima para la concentración por métodos magnéticos y de índole variada.

En la región hasta ahora más importante, en Dunderland, esta concentración en gran escala, á pesar de haber absorbido grandes capitales, no ha dado resultado; pero es de presumir que otras tentativas ya en curso obtengan éxito más lisonjero. Calcula el Profesor Vogt, en los principales Centros explotables á cielo abierto, un tonelaje de materia pobre prima de

Sydvaranger.....	100 millones de toneladas.		
Dunderland	120 »	»	
Solangen	20 »	»	
Bogen	15 »	»	
Otros del tipo Dunderland	100 »	»	
	355 »	»	

con un 30 por 100 de hierro, y unos 750 millones más que implican labores subterráneas.

Aparte de estas minas, existen numerosas masas pequeñas, sobre todo en Soggendal, de mineral del 38 por 100 Fe., pero tan titanífero, que su contenido en óxido titánico llega al 40 por 100.

En conjunto, por lo tanto, si bien Noruega, aplicando los adelantos de la minería y preparación mecánica, puede llegar á regulares producciones de mena vendible, no es región que está llamada con probabilidad á influir notablemente en el mercado mundial.

Alemania.

En el Imperio germano son numerosos los Centros de explotación de mineral de hierro, pero de modo alguno hubiera figurado á la cabeza de las Naciones productoras de mena

sin el descubrimiento de los yacimientos jurásicos de la Lorena, conocidos hoy día bajo el nombre vulgar de *minettes*.

Según los estudios presentados en el Congreso de Estocolmo, las reservas alemanas pueden evaluarse como sigue:

	MILLONES DE TONELADAS	
	Reservas actuales.	Reservas potenciales.
Lorena (<i>Minettes</i>)	1.830	500
Ilsele y Salzgitter	248	30
Lahn y Dill.....	166	92,25
Siegerland	100,3	15,10
Otros.	195,7	430,05
	2.540	1.067,04

Pero el análisis de las condiciones de algunas de estas reservas induciría tal vez á reducir las garantías que algunas de ellas puedan ofrecer en el porvenir para cubrir las bajas en mercado de otros distritos que se agoten. Hay, en efecto, entre ellas muchos criaderos pobrísimos en hierro, que apenas si son aceptables como materia prima en las actuales circunstancias de la metalurgia; y otros de carbonatos, formando gangas de filones tan profundos, que ni su cálculo de tonelaje puede revestir tal vez la debida exactitud, ni su explotación es susceptible de adquirir cifras intensas.

Esto último tiene lugar sobre todo en el distrito de Siegerland, en el cual aparecen tan solo filones con siderosa manganesífera que se han cubicado como reservas hasta profundidades de 1.300 metros, y cuya explotación económica será de por sí bien dudosa.

Aun en el distrito de Lahn y Dill, en donde se calcula una pequeña reserva potencial de 92,25 millones de hematites parda y roja, de 35 á 45 por 100 de hierro, bastante silíceo y fosforado, podrán éstos representar bien poco en el futuro abastecimiento mundial.

Realmente la riqueza ferrífera de Alemania está hoy día en las *minettes*, y la reserva potencial de esta mena, aparte de los 1.830 millones incluidos en las «actuales», es la única

cifra probable y á la vista que en lo futuro pudiera venir á incrementar el stock de mineral de hierro, aunque pobre, pues no paša su ley de 28 á 32 por 100 en hierro.

Austria.

El tonelaje calculado para Austria, según los estudios examinados en el Congreso, es de

	MILLONES DE TONELADAS			
	Reservas actuales.		Reservas potenciales.	
	Mineral.	Hierro metal.	Mineral.	Hierro metal.
Bohemia.....	35,1	14	291,5	85
Estiria.....	206	72	21,9	7,6
Carintia.....	7,2	3,2	7,3	3,3
Moravia y Silesia.....	2,6	1,3	2,5	1,1
TOTALES.....	250,9	90,4	323,2	97

El remanente principal cubicable aparece por lo tanto en el viejo distrito devoniano de los Alpes de Estiria, cuyas menas pobres y espáticas del 25 al 45 por 100 de hierro como máximo, permiten aún importantes explotaciones.

Pero el único porvenir lejano de esta Nación parece radicar en los hematites de Bohemia, pues los de Carintia y Moravia ni acusan cantidades notables en la actualidad, ni esperanzas para el porvenir.

La reserva potencial de Bohemia, compuesta en parte de chamosita y de hematites, y cuyas regiones principales parecen ser Zditz y Krusna, se refiere á minerales pobres del 25 por 100 Fe., bastante fosforados con 2 por 100 Ph. y silíceos, pues llegan á veces al 25 y 30 por 100, como término medio al 18 por 100 de sílice: son por lo tanto criaderos, no sólo poco conocidos aún, sino que, á juzgar por los datos actuales, no están llamadas á influir en el porvenir.

Otro tanto puede decirse de Hungría, país de reducida riqueza conocida en hierros.

Rusia.

El Imperio ruso, por el contrario, no sólo conserva en gran producción distritos tan importantes como los del Ural y otros en la Rusia meridional, sino que parece ofrecer fuertes reservas potenciales.

El estudio geológico minero acusa, para la Rusia europea:

	MILLONES DE TONELADAS			
	Reservas actuales.		Reservas potenciales.	
	Mineral.	Hierro metal.	Mineral.	Hierro metal.
Ural.....	281,9	135,3	Considerable.	
Rusia central.....	»	»	789	315
Polonia.....	33,7	10,8	266,3	109,2
Rusia meridional.....	536	233,3	Considerable.	
Cáucaso.....	13	7,8	1	0,8
TOTALES.....	864,6	387,2	1.056,3	424,7

Los yacimientos del Ural son tan numerosos como variados en sus menas. Más de 31 millones del tonelaje calculado se refiere á menas muy pobres, algunas del 20 por 100 y cuyo promedio no sube de 33 por 100 Fe.; otros 140 millones se refieren á minerales del 40 al 47 por 100 como máximo; y en cambio aparecen unos 100 millones, al menos, de mena superior al 50 por 100 en hierro. En cuanto á la reserva potencial del Ural, no es fácil apreciar ni aproximadamente su importancia y calidad.

La Rusia Central, que por el momento no cuenta con yacimientos evalorables, parece contener, sin embargo, grandes reservas potenciales en criaderos metasomáticos y calizos, sobre todo en las cercanías de Nishny-Novgorod y Kaluga, así como en Tambow, Dan-Kow y departamento de Rjasan. Se trata, al parecer, de bolsadas muy irregulares é impuras de hierro pardo con un 40 á 47 por 100 de hierro y 0,2 por 100 á 1 por 100 de fósforo; pero están estos criaderos

tan poco investigados y su forma es tan irregular, que no constituyen hoy por hoy una esperanza sólida para el porvenir.

Tampoco parece que podrán influir notablemente los yacimientos metamórficos y sedimentarios de la Polonia rusa: de los primeros, las explotaciones más importantes, que radican en Bendin, proporcionan minerales pobres del 40 por 100 en bolsadas encerradas dentro del triás medio; y en cuanto á los sedimentarios, más pobres aún, son silíceos y aluminosos. Los de Kjelzy, por ejemplo, no tienen más que 26 á 28 por 100 de Fe.: algo más ricos, hasta un 40 por 100 como máximo, suelen ser los de Rasnosy; pero el contenido en sílice y fósforo llega á veces á un 40 por 100 y 6 por 100 respectivamente.

Los distritos de Losnize, Skalka y Tschentochova muestran caracteres análogos, y en general todas esas menas están llamadas al tratamiento local.

En el Sur de Rusia, los yacimientos más notables radican ó en las pizarras metamórficas de Kriwoj-Rog, ó en el plioceno de la península de Kertsch. La caliza carbonífera de Donetz encierra también sobre grandes extensiones bolsadas ó mantos irregulares de hematites pobre; pero la importancia que se le suponía ha venido á reducirse considerablemente por los resultados obtenidos en las investigaciones.

Los minerales de Kriwoj-Rog, magnetitas y hematites, son ricos y sobrepujan el 60 por 100 en hierro, con 5 á 6 por 100 de sílice y 0,02 á 0,06 por 100 de fósforo; es decir, minerales aptos para el procedimiento ácido, pero el remanente actual es tan solo de 80 millones, sin que hasta el presente haya datos bastantes para confiar en una ampliación de este distrito.

La zona de Donetz, compuesta de hematites pardos y carbonatos, ha sido objeto de evaluaciones muy diversas, y en ella se fundaron esperanzas muy optimistas, que la realidad parece ha venido á desvanecer en gran parte. Los minerales se presentan en bolsadas, y á veces en verdaderos bancos, sobre extensiones considerables: la mena oscila entre un 35 y 45 por 100 de hierro, separándose en la explotación una clase rica y silícea con 40 á 54 por 100 F. y 12 á 25 por 100 de

Si O², y otra pobre de 33 á 40 por 100 Fe. y 2 á 10 por 100 Si O². Las cubriciones de mineral, que al principio se hicieron elevar á centenares de millones, parecen haberse reducido hoy, con datos más seguros, á unos 15 millones apenas.

Los yacimientos pliocenos de Kertsch, en cambio, han alcanzado una gran importancia industrial en estos últimos años, llegando en ellos el arranque á cerca de medio millón anual de toneladas. La mena es el hematites pardo muy fosforoso, que da un 80 por 100 de menudo, oscilando entre 35 y 42 por 100 Fe., 14 á 16 por 100 Si O² y 1,15 á 2,7 por 100 Ph., con 6 á 14 por 100 de humedad. No es, pues, un mineral muy estimable; pero su explotación fácil, á cielo abierto y su acceso al mar, hacen de esta zona una de las buenas reservas de Rusia.

De todos modos, en el *stock* actual de esta parte europea del Imperio hay muchos minerales pobres y extremadamente silíceos, como los de la mayor parte de Polonia; y en cuanto á las reservas potenciales, muchas zonas están aún demasiado vírgenes de investigación para poder basar sobre ellas la compensación debida en el porvenir á la decadencia que necesariamente han de sufrir los distritos ricos de hoy día.

En cuanto á la Rusia Asiática, aun cuando se apunten algunos criaderos en los Gobiernos de Jemsejsk y Irkusk, nada positivo permite hoy día abrigar sobre ellos esperanzas fundadas; á más de que su situación les hace poco accesibles económicamente para que pudieran entrar en el mercado mundial.

Finlandia.

Esta zona está poco investigada. Sin embargo, los estudios magnetométricos llevados á cabo en ella acusan la probable existencia de diversos yacimientos de magnetita en el *gneis*, en formaciones parecidas á las de Laponia, sobre todo en Jussaroe, cerca del Golfo de Botnia, y en Pitkaeranta: en ambos puntos existen masas de materia prima para la concentración magnética.

Francia.

El ingeniero M. Nicou ha presentado al Congreso un estudio global de las reservas francesas en mineral de hierro. No aparecen en él ningunos tonelajes dentro de la clasificación de *stock* potencial B. y C., sino más bien todo englobado en las «reservas actuales», por más que con carácter dudoso ó indeterminado, al menos, y afectados de un signo interrogativo, los tonelajes referentes al Oeste de Francia (Normandía y Bretaña), así como de los Pirineos.

El estado final de existencias es el que sigue:

	MILLONES DE TONELADAS	
	Reservas actuales.	
	Mineral	Hierro metal.
Lorena (<i>Minettes</i>).....	3.000	1.000
Oeste.....	200 (?)	90 (?)
Pirineos.....	100 (?)	50
	3.300	1.140

Basta una ojeada sobre el cuadro anterior para cerciorarse de que la principal riqueza actual y futura de Francia estriba en los yacimientos oolíticos del Jurásico inferior y contacto con los primeros niveles del supraliásico; esta formación mineralizada de la Lorena, descubierta é investigada recientemente, ha colocado de un golpe á Francia entre las primeras regiones ferríferas de Europa, siendo así que, antes de conocerse estos yacimientos, la riqueza en mineral de hierro de esa Nación era relativamente exigua, y su industria siderúrgica esencialmente tributaria de minerales extranjeros.

La formación de *minettes* se extiende sobre unas 108.000 hectáreas, de las cuales 61.000 están en terreno francés, 43.000 en la parte alemana, y tan sólo unas 3.600 en el Luxemburgo.

Son varias las capas de mineral de hierro interestratificadas que se conocen; pero la más importante es la llamada «gris», que adquiere potencias medias de 2 metros en el distrito de

Nancy, de 2,75 á 3 metros en el de Briey, y hasta 6 y 9 metros en el de Londres.

El mineral es pobre y muy fosforoso; los ensayos medios de las diversas zonas acusan las cifras siguientes:

Nancy.....	Fe.	= 32	por 100.
	Ca O.	= 14	»
	Si O ² .	= 10	»
	Al ³ O ³ .	= 6	»
	Ph ³ O ⁵ .	= 1,5	»
Briey.....	Fe.	37	»
	Si O ² .	6	»
	Al ³ O ³ .	5	»
	Ca O.	13	»
	Ph ³ O ⁵ .	1,5	»
Landres...	Fe.	39	»
	Si O ² .	6	»
	Al ³ O ³ .	5	»
	Ca O.	10	»
	Ph ³ O ⁵ .	1,8	»

Pero á veces bajan las menas en su contenido en hierro hasta el 20 por 100 y menos, aumentando el de sílice hasta un 20 por 100, y haciéndolas inaprovechables.

Zonas extraordinariamente silíceas interrumpen los campos de explotación, por todo lo cual es tal vez aventurado calcular con toda exactitud el tonelaje comercial verdadero existente. Pero, de todos modos, éste es enorme, aunque, claro está, que esta mena, muy pobre y fosforada, necesita imperiosamente de mezclas con minerales ricos y puros para su debido tratamiento; y estas mezclas constituyen el rasgo típico de la siderurgia en esta región francesa, así como en la de Westfalia.

Incluída con más ó menos exactitud toda esta reserva en las «actuales», poco ó nada puede esperarse de la región en lo que se refiere á *stock* potencial.

Los estudios hechos hasta ahora no permiten tampoco esperar gran incremento de reservas en el tonelaje de los yacimientos irregulares de hematites tipo Bessemer de los Pirineos (cuyo centro principal es Canigou, y da actualmente cerca de 400.000 toneladas); y menos aun puede esperarse de los ya-

cimientos pobres de la Haute Marne. En realidad, si algún incremento tiene lugar en las reservas verdaderas, será probablemente en el Oeste (Normandía y Bretaña), si las investigaciones llegan á confirmar la cifra total de 200 millones de toneladas, incluidas con signo interrogativo en las reservas actuales.

Este distrito, cuyos criaderos en el contacto de la pizarra siluriana con la arenisca han dado lugar á varios centros de explotación como May, Saint-Andres, Barbery, Falaise, Terrière, en los sinclinales más importantes de la formación, se extiende por los departamentos de Calvados, Manche y río Orne: la mena es el hematites y el carbonato, pero dominando el primero con leyes medias de 40 á 52 por 100 Fe., 10 á 14 por Si O² y 0,7 á 0,8 por 100 Ph.; el yacimiento, en bolsadas afectando el régimen de una verdadera capa de 2 á 3 metros de espesor, ocupa grandes extensiones; pero se presentan en él depósitos considerables de arenas que se entremezclan con la mena y hacen inexplotables grandes zonas del yacimiento.

El arranque hasta ahora, por huecos y pilares, es económico; pero ni permite explotar todo el tonelaje existente, ni podrá aplicarse sino en ciertas regiones.

La cuestión importante para la debida cubicación de estas minas es la investigación en profundidad, y hasta ahora, por más que se hayan ejecutado varios sondeos, no han llegado éstos al fondo de los sinclinales, lo cual explica la enorme divergencia entre cálculos diferentes verificados por varios ingenieros, cuyos resultados oscilan entre menos de 100 millones y más de 700, según el supuesto que se admita para las condiciones en que se encuentre el criadero en profundidad.

Muy parecidos á éstos son los de hematites y hierro oligisto de Bretaña (Anjou), enteramente por investigar: la mena oscila entre 40 y 60 por 100 de hierro, á veces con una enorme cantidad de sílice (de 7 á 40 por 100) y con algo de ácido titánico.

A estos criaderos de Normandía y Bretaña es á los que por el momento se les ha asignado una reserva actual de 200 millones de toneladas, cifra bien dudosa, que lo mismo pudiera ser superior que muy inferior á la realidad.

De todos modos, el incremento para el porvenir en las reservas globales del mundo no parece, hoy por hoy, que pueda derivarse de Francia.

Inglaterra.

Las menas verdaderamente ricas de la Gran Bretaña son los criaderos de Cumberland y Lancashire, en el carbonífero, generalmente, y otras veces en el permiano, explotados hasta ahora á roza abierta. Se trata de bolsadas ó masas irregulares, por lo común, en el contacto de la caliza de montaña con el siluriano. La mena oscila entre 50 y 58 por 100 Fe., 8 á 17 por 100 Si O² y 0,008 á 0,013 de Ph.; son los únicos minerales ingleses aptos para el Bessemer. La producción total anual es de 1,05 á 2 millones de toneladas, y su cubicación representa una cifra grande en las reservas presentes.

Los hierros pardos aparecen, sobre todo en Forest of Deam é Irlanda, los primeros, con un 34 á 36 por 100 Fe., un 16 á 18 por 100 Si O² y 0,6 á 0,7 por 100 Ph.; minerales por lo tanto pobres y de mezclas, pues no son aptos ni para el procedimiento ácido ni para el básico. Los de Irlanda, mucho más pobres aún, no alcanzan sino un promedio de 25 por 100 Fe., 16 por 100 de Si O² y 25 por 100 de Al² O³. Muy principalmente al estado de beauxita impura. Estos hierros pardos, pobres, fosforosos y aluminíferos algunos, constituyen gran parte de la reserva potencial de Inglaterra.

Otra y no pequeña para plazo lejano, la constituyen los criaderos irregulares de Northamptonshire, Lincolnshire y Leicester; los primeros con un 30 por 100 de hierro, bastante silíceos y fosforados; los segundos y terceros más pobres aún, si bien más calizos.

Y, por último, las menas carbonatadas pobres, del hulle-ro, sobre todo de Escocia, las llamadas *blackbands*, menas muy pobres, del 23 al 35 por 100 de hierro, con 10 á 20 por 100 de sílice y hasta 1 por 100 de fósforo, y que necesitan una calcinación previa antes de poderlos transportar para su fusión. La mayor parte, por lo tanto, de esta reserva potencial

comprende minerales muy pobres, variados y de difícil tratamiento.

Finalmente, los minerales espáticos impuros de Cleveland, cuya explotación anual en la actualidad pasa de 6 millones de toneladas, constituyen de por sí, no sólo el *stock* grande dentro de la clase A., sino que se les calcula un enorme tonelaje potencial; pero hay que tener en cuenta que en este último cálculo se han integrado grandes extensiones de criaderos con espesores reducidísimos de hasta medio metro, y menos, de explotación económica muy problemática; á más de que se trata de una mena, no tan solo pobre en hierro (28 á 30 por 100) y rica en sílice y alúmina (12 por 100 de Si O² y unos 10 por 100 de Al O³), sino bastante fosforada (1 á 1,60 por 100 de Ph² O⁵), que requerirá siempre mezclas de otros minerales ricos.

España.

Aun cuando más adelante entremos en detalles sobre la potencialidad minera ferrífera y probable de España, he aquí globalmente las cifras aportadas para el esclarecimiento del tema en el Congreso de Estocolmo:

	MILLONES DE TONELADAS			
	Reservas actuales.		Reservas potenciales.	
	Mineral.	Hierro metálico.	Mineral.	Hierro metálico.
Vizcaya	61	32	—	—
Lugo	122	56	—	—
Oviedo.....	111	50	Considerables.	
León.....	166	78	—	—
Teruel y Guadalajara....	133	74	Considerables.	
Otros distritos	118	59	—	—
TOTAL.....	711	349	Considerables.	

Se incluyeron en esta cifra de reservas actuales tan solo: Vizcaya; los grupos Ceraín, Mutiloa, Berástegui y Arditurri, en Guipúzcoa; Villambrosa, en Alava; Vivero, Murías, Fonsagrada, Incio, Baamonde, Germada, Villaodrid y Puebla

de Brollón, en Lugo; Proaza, Teverga, en Oviedo; Wagner, hierros devonianos silíceos de León; Lesaca, Goizueta, de Navarra; las *chirteras* y el grupo Castro-Urdiales, de Santander; Ezcaray, en Logroño; Olvega, en Soria; Tierga, en Zaragoza; Almohaja y Menera, en Teruel y Guadalajara; Celrá en Gerona; Cala y Teuler en Huelva; Almadén de la Plata, en Sevilla, y Alhamilla, en Almería.

En las cubricaciones prudentes de estos yacimientos, salvo en los silíceos de León no se incluyeron más que minerales superiores al 46 por 100 de hierro, ni cantidades bajo el nivel de los valles; y en muchos casos, los más corrientes, profundidades mucho más reducidas.

Existiendo, sin embargo, muchos criaderos previamente clasificados en la clase B, por falta de datos y premura de tiempo al remitir el primer estudio á Estocolmo, y que, no obstante, pudieran en parte entrar en la clase A, fué posible ampliar en el mismo Congreso con una Nota adicional las reservas actuales incluyendo criaderos de Burguillos, Fregenal, Sierra Jayona, Pedroso, Cerro del Hierro, Morón, Alquife, Sierra de Baza, Filabres, Bedar, Aguas Amargas, Sierra Enmedio, Morata, Cartagena y Cehegín, aunque todo con extrema prudencia, y hacer subir la reserva actual á 881 millones de toneladas con 434 millones en hierro metálico.

En cuanto á reservas potenciales para lo futuro, hay razones bien fundadas en España para esperar que éstas sean de relativa consideración, prescindiendo de que, aun en los criaderos clasificados en la clase A., han sido calculados sus tonelajes con gran prudencia y sin rebasar el fondo de los valles, aun en el caso de que el cálculo se ha aplicado á profundidades máximas, las regiones ferríferas de España están aún muy poco reconocidas, y su estudio, emprendido ya desde el punto de vista científico por el Instituto Geológico, y que será objeto luego de reconocimientos mineros por los particulares, está llamado á proporcionar no pocas reservas para el porvenir; y si á ello se agregan las continuaciones de profundidad de muchos criaderos, y sobre todo las menas pobres entre 25 y 35 por 100 de hierro, cual se ha hecho en las cubricaciones referentes á los demás países, es indudable que no ya sólo las existencias potenciales han de ser de verdadera consideración,

sino que aun las cifras para las actuales han de resultar en realidad muy superiores á las supuestas, y tal vez duplicadas.

De todos modos, y habiéndose tomado para el cálculo de reservas para España bases mucho más prudentes y moderadas que las que se han aceptado para los demás países, excluyendo las minas que no podrán tener importancia sino secundaria, y salvo grandes adelantos en la metalurgia, con grandes regiones aún por explorar y con alicientes, tiene que figurar en el porvenir como uno de los países, en Europa al menos, donde se puedan presentar con mayor probabilidad agradables sorpresas.

AMÉRICA

Estados Unidos del Norte.

En este continente hay que considerar, ante todo, el coloso de la industria general y particular minera: los Estados Unidos del Norte.

Aparecen en el estudio general del Congreso de Estocolmo con las cifras siguientes:

		MILLONES DE TONELADAS			
		Reservas actuales.		Reservas potenciales.	
		Mineral.	Hierro metal.	Mineral.	Hierro metal.
Región Le-vante...	Clinton	505,3	187	1.368	481
	Ohio y otros.	—	—	308	90
	Otros.....	204,5	95,4	265,5	119
Lago Superior.....		3.500	2.000	72.000	36.000
Mississippi.....		45	21	830	382
Cordillera.....		3	1,2	115,8	50
Aderondack, etc.....		—	—	218	100
TOTALES		4 257,8	2.304,6	75.105,3	37.222

Como se ve en este cuadro, los peritos norteamericanos adjudican las reservas potenciales más importantes á los distritos del Lago Superior, Clinton y Aderondack por orden de

numeración, suponiéndole, sobre todo al primero, cantidades inagotables en muchos años, sobre todo si se aprovechan los minerales pobres.

La minería de hierro de este país radica en múltiples regiones de los Estados, pero los Centros principales son cuatro, á saber: la región del Este, la del Lago Superior, la del Mississippi y la de la Cordillera.

La región del Este tiene hoy día una producción importante, pero no llega ni con mucho á la de otros distritos norteamericanos, alimentando los Centros siderúrgicos de Nueva York, Filadelfia, Boston, etc., sin poder satisfacer enteramente las necesidades de estos últimos; razón por la cual se importan para estas mismas fábricas de 2,5 á 3 millones de toneladas anuales de menas extranjeras, en cuya cifra figuran Cuba por un millón, las minas españolas de Teruel por 0,75 millones, y Suecia por unas 300.000 toneladas.

Se producen actualmente en el distrito de Aderondack algunas magnetitas ricas; pero para las reservas potenciales parecen tener importancia tan solo las minas pobres sedimentarias en conexión con rocas eruptivas y susceptibles de concentración, á las cuales se asigna un pequeño stock de 40 millones.

Tampoco ofrecen grandes garantías para el porvenir los hematites pardos del Este de Alabama: en cambio, á los de Vermont se les asigna una cifra potencial considerable.

La región del Mississippi es de poca importancia actual, por más que se funden en ella grandes esperanzas: las menas principales en la Luisiana, Texas y Arkansas son pobres y no llegan al 46 por 100, al parecer: serán, sin embargo, de beneficio muy difícil, por su situación alejada de los Centros carboníferos y de embarque.

Menos aún puede esperarse de la región de la Cordillera á Poniente, en el Colorado, Utah, Nevada y California, donde, además de no haberse descubierto hasta el día criaderos que merezcan mención especial, los pocos que existen se encuentran en condiciones muy difíciles de explotación.

Una de las grandes reservas potenciales se adjudica á los hematites de Clinton, distribuidos por varios puntos de Alabama y Tennessee, sobre todo en Birmingham.

Pero el gran *stock* para más adelante lo atribuyen los americanos al distrito del Lago Superior, que, después de todo, es también en la actualidad el de mayor producción de los Estados.

La reserva calculada, y sin incluir más que minerales sobre el 50 por 100, se distribuye por los peritos americanos como sigue:

		MILLONES DE TONELADAS	
		Reservas actua- les.	Reservas poten- ciales.
		Mineral.	Mineral.
Michigan	Marquette	110	15.900
	Menominee.....	80	7.360
	Gogebic.....	25	3.900
Visconsin	Menominee & Gogebic.	40	45.250
	Vermilion	60	1.005
Minnesota...	Mesabi.....	3.100	39.000
	Cuyuna y otros.....	13	311
TOTALES.....		3.500	72.000

De ser exactos estos cálculos, y si la realidad viniera á confirmar los supuestos en que están basados, resultarían todavía en el Lago Superior masas enormes (prácticamente inagotables en mucho tiempo) de menas de hierro, y la posibilidad de alimentar con ellos los Centros siderúrgicos no dependería más que de la intensidad de la explotación y situación relativa de las zonas fabriles: serían, por lo tanto, en gran parte los Estados Unidos, y salvo nuevos descubrimientos, el árbitro de la siderurgia futura, dentro de cierto y determinado radio de acción.

Canadá.

Esta colonia británica está demasiado poco estudiada para que haya sido posible adjudicarla reserva alguna actual y real: se señalan, sin embargo, varios yacimientos, algunos de los cuales parecen ser continuación geológica de los del Lago Superior

En la costa Oeste de la Columbia británica, en la Isla Vancouver y en la Texada, cerca del mar y con fácil salida por el puerto de San Juan ó por el estrecho de Georgia, se señalan algunos afloramientos; así como también en la Isla de Reina Carlota. Son generalmente magnetitas pobres en fósforo; pero, hasta el presente, ninguno de estos criaderos parece tener importancia bastante para poder pesar en las reservas mundiales futuras.

Mayor la puede tener la continuación geológica, dentro de la provincia de Ontario en Michipicoten, de los enormes mantos del Lago Superior; pero hasta hoy no es dado juzgar de su tonelaje.

Menos aún puede juzgarse de los hematites de Huddsonbay, asociados á jaspes y cuarcitas completamente inexplorados, y cuya situación y clima de la región, además, los hará de una explotación difícil.

Terranova.

Desde hace unos cuantos años vienen llamando poderosamente la atención estos grandes criaderos de la parte Norte de la isleta Bell, dentro de la bahía de la Concepción, compuestos de grandes depósitos de hematites rojos silurianos, ligeramente inclinados, que descansan sobre el precambriano: la mena es de buena calidad y de un 52 á 54 por 100 de hierro, aunque fosforoso.

La cubicación total del yacimiento parece elevarse á 3.635 millones de toneladas de mineral con 1.961 de hierro metálico, de cuya cantidad van ya extraídos unos 7 millones de toneladas de mena: la cifra global de 3.635 se ha incluido como reserva actual.

Pero no solamente no se apunta cantidad alguna para el porvenir (excepto algún criadero muy titanífero), sino que es de temer que la mayor parte de este gran *stock* deje pronto de ser prácticamente explotable, por radicar casi todo el mineral dentro de la región submarina del criadero, que se extiende bajo las aguas de la bahía de la Concepción. En efec-

to, según los estudios geológicos y topográficos hechos, resultan los tonelajes parciales siguientes:

Terrestres.....	113 millones.
Submarinos.....	3.522 —
	<hr/>
	3.635 millones.

Es, pues, posible que, dado el valor de la mena y á pesar del progreso constante del arte de la minería, la mayor parte de este gran depósito permanezca inaprovechable, de tal modo que no sólo no haya que esperar por este concepto incremento futuro en las reservas mundiales de hierro, sino que hasta sea dado el caso de dar por nula una gran parte de las actuales.

Cuba.

Esta isla ofrece reservas de consideración, no sólo de actualidad, sino para lo futuro.

No estriban, sin embargo, en los antiguos hematites y magnetitas ricas de Santiago de Cuba, asociados á rocas básicas de las cuales son ya escasísimas las existencias disponibles, sino en los hierros pardos y pobres de la bahía de Nipe, que se extienden en 134 kilómetros hasta Baracoa, y cuyos centros principales son: Mayary, Niva y Baracoa.

Se trata de limonita con algo de magnetita y gran cantidad de agua hidrosférica, de combinación impurificada, sobre todo en lo que á su tratamiento metalúrgico se refiere, por cantidades apreciables de cromo y níquel que indican, al parecer, un origen secundario de este gran manto, como productos de derrubios procedentes de criaderos en rocas serpentinosas.

El análisis medio de esta mena es el siguiente:

Agua higroscópica..	31,63	por 100.
Agua combinada.....	13,62	—
Hierro.....	46,03	—
Sílice.....	5,50	—
Alúmina.....	10,33	—
Cromo	1,73	—
Níquel.....	1,04	—
Fósforo.....	0,015	—

La cantidad enorme de agua higroscópica, que impone una desecación previa en hornos antes de exportar la mena, y las impurezas que dificultan su fusión, unido á su baja ley en hierro, hace que estos minerales no puedan soportar grandes transportes. Se benefician hoy día exclusivamente en Pensilvania y Baltimore, merced á una enorme baratura del flete, y están llamados estos criaderos á ser enteramente tributarios de la industria siderúrgica de los Estados Unidos y sumarse á las reservas propias de esta Nación.

Brasil.

Esta región, en gran parte inexplorada, puede constituir, en cierto modo, una de las esperanzas futuras para satisfacer las necesidades de la siderurgia.

Aparte del distrito ferrífero de Minas Geraes, único hasta ahora tomado en consideración, posible será que en puntos más estratégicos para el beneficio ó exportación se descubran nuevas riquezas metalíferas, á lo cual alienta precisamente el conocimiento tan incompleto, rudimentario y en casos nulo que se posee de esas vastísimas regiones.

Hoy por hoy, el distrito ferrífero en estudio es el de Minas Geraes, en cuya zona, é intercaladas entre cuarcitas y pizarras antiguas cruzadas por numerosas fallas, se extiende la cuarcita ferrífera (itaberita) con mantos asociados de mineral de hierro.

Ocupa el distrito unos 5.700 kilómetros cuadrados y parece extenderse aún más.

El hierro se presenta no solo *in situ* ó en cantera, sino que

sus derrubios han llegado á constituir, mezclados ó con material extraño, formaciones modernas de importancia.

La mena en cantera parece ser en general rica, y propia para la fundición Bessemer; y en cuanto al mineral de acarreo, aunque más pobre, suele alcanzar contenidos en metal próximos al 50 por 100.

Pero todos estos datos, así como la cubicación, no pasan de ser una impresión en lo que se refiere á algunas de las zonas, pues faltan por completo los reconocimientos y estudios que hayan de constituir elementos de juicio.

Grosso modo se ha apreciado un tonelaje posible ó probable potencial de 5.710 millones de toneladas.

La gran dificultad para que este *stock* pueda explotarse, es su distancia á la costa; pues aun cuando son varias las vías férreas proyectadas é iniciadas, no bajará su trayecto de 550 kilómetros, que, aun con grandes perfeccionamientos que redujesen el precio de arrastre, pudieran hacer difícil el disfrute de los minerales pobres.

Asia.

Esta parte inmensa del continente Norte es tal vez de las menos exploradas del Globo, salvo algunas regiones aisladas.

En el balance de reservas del Congreso de Estocolmo apareció por lo tanto, y en general con cifras escasas, dudosas y problemáticas, aun cuando en el porvenir se cifren en ellas fundadas esperanzas, por su extensión y variedad de las formaciones geológicas: su estudio está aún en la más completa obscuridad.

El continente asiático podrá dar gran contingente de minerales, muchos de ellos explotables merced á sus grandes vías fluviales. El balance aparece hoy por hoy como sigue:

		MILLONES DE TONELADAS			
		Reservas actuales.		Reservas potenciales.	
		Mineral.	Hierro metal.	Mineral.	Hierro metal.
Rusia asiática.	{ Magnetita..... Hierro pardo.. }	—	—	27	14,8
Persia.....	{ Carbonatos.... Magnetitas.... }	—	—	Considerables.	
India inglesa..	Hematites.....	100	65	400 * 18 *	Considerables.
China.....	Hematites.....	100	60	Probablemente enorme.	
Japón.....	{ Magnetitas.... Hematites.... Limonita..... }	55,6	28	Probablemente moderada.	
Corea.....	{ Magnetitas.... Hematites.... Limonitas.... }	4	2	Probablemente moderada.	
Filipinas.....	{ Hematites.... Magnetitas.... }	0,8	0,5	—	
Colonias británicas.....	{ Magnetitas.... Hierro pardo.. }	—	—	Considerables.	
Colonias holandesas ...	{ Hierros titaníferos..... }	—	—	Considerables.	
TOTALES.....		26,04	155,5	457	282,8

* Considerables.

Prescindiendo de la Rusia asiática y de Persia, la primera con las exiguas cantidades apuntadas, y la segunda por su situación, que ha de dificultar en general la salida de los minerales al mercado mundial, y haciendo caso omiso de las Islas Filipinas, indudablemente poco ferríferas, así como de las Colonias holandesas, en las cuales tan sólo se apuntan vagamente minerales titaníferos, el interés directo parece concentrarse en la producción que puedan proporcionar China, India inglesa, Japón y Corea; y sobre todo en las dos primeras, puesto que, en las últimas, las reservas potenciales se revelan como de escaso interés.

En efecto, el criadero más conocido del imperio del Japón es el de Kamaishi, al que se le adjudica un *stock* calculable

de 55,6 millones de toneladas de mineral con cerca del 50 por 100 de hierro, sin que se vislumbre por ahora la posibilidad de que, bien sea la continuación de ese yacimiento, ú otro análogo, pueda aportar en el porvenir un excedente de tonelaje. Fuera de él, no se conocen en el Japón más que algunos yacimientos pobres y de poco interés y algunas masas irregulares de mena titanífera.

La India inglesa acusa ya más importancia. Las dos regiones más interesantes son, hasta el día, la parte Norte de Mourbhanj, en el Estado de Orissa, y la de Raipur con mantos muy irregulares de minerales, pobres en general, pero en los cuales aparecen ronchas de clases más ricas, que á veces pasan del 60 por 100 de hierro de buena calidad y aptos para el procedimiento ácido. Aun cuando situados muy tierra adentro y con difícil salida por lo tanto para la exportación, y estén sin investigar, podrán tal vez el día de mañana proporcionar contingente apreciable de material, y en ese sentido ofrecer indudable interés.

De todos modos, en Asia, la región que presenta más aliencie es el Imperio Chino, esa gran parte del Continente Asiático, impenetrable hasta ahora para la civilización, cuyas riquezas desconocidas para propios y extraños revisten carácter más ó menos misterioso, y que por su extensión y condiciones de laboriosidad de la población pudieran proporcionar gratas sorpresas.

Claro está que, tratándose de una materia de tan poco valor intrínseco como el mineral de hierro, muchos de los criaderos que estén situados á excesiva distancia de las grandes arterias fluviales, ó de difícil acceso á futuras vías férreas, tropezarán con grandes inconvenientes para el desarrollo de su explotación, y, en algunos de ellos, su importancia es de temer continúe siendo más ficticia que real; pero, de todos modos, del Imperio Chino podrán tal vez, en lo futuro, extraerse cantidades considerables de mineral de hierro que vayan á llenar el vacío que seguramente producirán en el *stock* mundial los agotamientos de parte de los criaderos hoy día en actividad.

Son varias las regiones chinas donde se vislumbra ya una riqueza ferrífera importante.

En la provincia Shansi, dentro de una formación carbohífera extensa, varios mantos de hematites y limonitas vienen alimentando con unas 50.000 toneladas anuales la industria siderúrgica rudimentaria é indígena. En las márgenes del Hang-tzé, á unos 600 kilómetros, por el río, del puerto de Nan-king, se señalan también en diversos puntos mantos ferríferos entre calizas poco investigados, pero que adquieren, al parecer, mucha extensión. Una gran Compañía, la Han-Yeh-Ping-C^o, instalada con altos hornos en Hanyang, trata en gran cantidad minerales de Ta-Yeh, ricos, del 60 por 100, en la provincia de Hu-pri, á pocos kilómetros del Iang-tzé, obteniendo fundición para el Bessmer en buenas condiciones, y consumiendo cerca de 500 toneladas de mena diarias. Esos criaderos parecen tener gran importancia, y sitios hay en los cuales se les señala 70 y más metros de espesor.

Por otra parte, en la Mandchuria, en varios puntos, en otros de la costa del Golfo de Pe-chi-li, se citan afloramientos serios de mineral de hierro, así como también en la región meridional de Cantón; y todo hace esperar por lo tanto que, en plazo más ó menos lejano, el Imperio Chino pueda revelarse como región ferrífera de producción importante.

Oceanía.

De Oceanía se presentó en el Congreso el estado siguiente de reservas:

	MILLONES DE TONELADAS			
	Reservas actuales.		Reservas potenciales.	
	Mineral.	Hierro metal.	Mineral.	Hierro metal.
Australia Occidental.....	—	—	26	15 *
Australia Meridional.....	—	—	Considerables.	
Queensland.....	—	—	21,6	12,3
Nueva Gales.....	48,9	26,8	13,7	7
Victoria.....	—	—	5,1	1,7
Tasmania.....	23	15	Moderadas.	
Nueva Zelanda.....	64	32	2	1
			0,2	0,1 *
			Considerables.	
TOTALES.....	135,9	73,8	68,6	37,1 *
			Considerables.	

Salvo, por lo tanto, Australia occidental y Nueva Zelanda, las demás regiones no sólo carecen de importancia presente, sino de probable potencialidad futura.

Aun la de la Australia occidental es de por sí en realidad exigua, pues aparte de los pequeños criaderos irregulares de hematites en el distrito aurífero de Murchison, las menas conocidas son ó muy titaníferas, ó limonitas de ínfima ley. Tan solo Nueva Zelanda ofrece actualmente interés.

En esta colonia aparece ante todo la región ferrífera de Paraporo, con criaderos de hematites paleozoicos, entre calizas cristalinas, con mena del 40 al 60 por 100. La región de New Plymouth ofrece también grandes cantidades, al parecer, de magnetita en traquitas, con mena del 50 por 100, pero bastante titanífera. Otro tanto puede decirse de los grandes bancos costeros de arenas ferrotitaníferas y feldespáticas, que en estos últimos años llamaron hasta cierto punto la atención de algunos industriales, y que, aunque representen un tone-

laje de consideración, tropezarán para el desarrollo de su minería en mucho tiempo con el obstáculo de su contenido en ácido titánico.

Africa.

Mucho mayor interés actual y futuro, en cuanto á explotación de hierros, ofrece el Continente Africano; y la minería de su costa Norte, y principalmente mediterránea, podrá repercutir más directa y fácilmente en la siderurgia y necesidades del consumo de Europa.

Del estudio global presentado en Estocolmo aparece Africa con las siguientes reservas:

	MILLONES DE TONELADAS			
	Reservas actuales.		Reservas potenciales.	
	Mineral.	Hierro metal.	Mineral.	Hierro metal.
Argelia y Túnez.....	125	75		
Egipto.....	—	—	Moderado.	
Sudan.....	—	—	Muchas.	
Congo.....	—	—	Considerable.	
Colonias alemanas.....	—	—	Considerable.	
Rhodesia.....	—	—	Considerable.	
Transvaal.....	—	—	Muchas.	
Colonia del Cabo.....	—	—	Considerable.	
TOTAL.....	125	75	Enorme.	

Pero, en general, todas esas masas potenciales apuntadas en el Sudán, Congo, Rhodesia, Colonia del Cabo y en la Colonia alemana oriental, no pasan en la actualidad de la categoría de riquezas más ó menos virtuales y aun hipotéticas. Son regiones casi inexploradas; y, aun en las más conocidas, gran parte de los yacimientos de hierro apuntados son muy pobres, ó más bien impregnaciones ferruginosas de segunda formación, reveladoras tal vez de verdaderos próximos á ellas, pero todavía por descubrir: constituyen por lo tanto, en general y salvo excepciones, alicientes tan solo para un estudio geológico minero de las regiones. Se señalan, sin embargo,

algunas masas de magnetitas en conexión con rocas volcánicas, muy frecuentemente titaníferas, y alguna bien definida. Como ya queda apuntado, hoy por hoy el interés se concentra en la costa del Mediterráneo, y sobre todo en Túnez, Argelia y Marruecos.

Argelia posee ya desde hace tiempo una industria minera en hierros de importancia, que ha producido en 1907 cerca de un millón de toneladas: las menas sobre todo de Mokta, Bou-Hanza y Karezas, que á ello contribuían, son en general de excelente calidad y propias para el procedimiento ácido.

Desgraciadamente estas minas, tan conocidas, especialmente las de Mokta, han degenerado mucho en actividad, y algún criadero se encuentra ya prácticamente agotado. En la provincia de Orán, las minas de Beni-Saf, en explotación intensiva, proporcionan un buen contingente; pero la producción total de la Colonia decaería en plazo muy próximo, si los incesantes estudios de Francia no hubieran puesto de relieve otros centros ferríferos de indudable porvenir. Entre ellos figuran en muy primera línea los criaderos de Ouenza, con 58 por 100 de hierro, poca sílice y casi libres de fósforo, para cuya explotación se construye una vía férrea de importancia.

Es, pues, de presumir que la producción de Argelia y sus reservas potenciales sean de verdadero interés.

Otro tanto puede decirse, al parecer, de Túnez, aun cuando en dicha región los estudios hechos sean mucho menos completos y su minería se encuentre en estado casi incipiente.

La costa de Marruecos, por último, pudiera reservar gratas sorpresas. Ya la zona del Riff se ha revelado como región de interés indudable en lo que á la minería de hierro se refiere. Aparte de los criaderos de la zona de Melilla, más ó menos investigados ya, con hierros ricos de excelente calidad, buenas condiciones de beneficio y próximos á inaugurar su explotación intensiva, hay grandes probabilidades é indicios de que menudeen los yacimientos ferríferos en la zona intermedia de Melilla y Ceuta, y esperanzas fundadas de que, más hacia el interior y en conexión con la alineación del pequeño Atlas, se pueda contar, en plazo más ó menos corto, con otros centros mineros análogos y similares.

CAPITULO VI

RESUMEN DEL PROBLEMA DEL HIERRO.—CONDICIONES PROBABLES DEL MERCADO.—SITUACIÓN DE ESPAÑA.—CONCLUSIONES.

La ligera reseña que antecede, de los datos principales que proporciona el actual conocimiento de las regiones ferríferas más importantes del Globo, así como de los fundados vaticinios que acerca de las futuras necesidades de la siderurgia hacen los principales economistas, no podrán menos de confirmar más y más el legítimo temor, ya indicado, de que las reservas actuales y las potenciales sean insuficientes á poder solucionar el arduo problema del abastecimiento. A poco que se analice el stock mundial contemporáneo, y sus cifras tales y cuales han sido presentadas, y aun admitiéndolas como genuina representación del tonelaje real, es evidente que, entrando por mucho las menas pobres, algunas del 25 por 100 de hierro y con más sílice y alúmina que óxido de metal aprovechable, esa reserva total tomada en su conjunto sería hoy por hoy difícilísimo, imposible de ser aprovechada, dado el estado actual de la metalurgia del hierro. Es inútil poder contar al presente con miles de millones de toneladas de menas del 25 al 30 por 100 de hierro, con 25, 30 y 40 por 100 de sílice, é impurificadas por otros elementos perjudiciales (cual aparecen formando gran parte de las reservas en Inglaterra, Rusia, Europa Central y en los otros Continentes), si no se dispone de las correspondientes cantidades de mineral rico y puro para poner las parvas en condiciones de que puedan ser fundidas económicamente.

Es también algo ilusorio, rayano á veces en un verdadero espejismo, confiar en el desarrollo de ciertos criaderos sin medios de comunicación, alejados de los puntos de exportación factible, para cubrir en un plazo corto, cortísimo tal vez, el incremento de las necesidades de la industria; pues un recorrido ferroviario de más de 400 kilómetros, y navegaciones

exageradamente largas, dadas las condiciones actuales de las instalaciones posibles de transporte, dificultan en alto grado el que esas menas puedan entrar en la corriente comercial del mundo; y menos aún si se trata de minerales que no sean extraordinariamente ricos; y en estas circunstancias difíciles se encuentran muchos de los criaderos incluidos en las reservas actuales.

No es fácil analizar estas dificultades de un modo exacto: no lo es tampoco concretar para cada región, según sus circunstancias, la mayor ó menor probabilidad de que sus menas, bien sean solas, bien mediante mezclas adecuadas con otras ricas que providencialmente se encuentren á su alcance, puedan obtener el grado indispensable de exportabilidad ó para el tratamiento *in situ*; este estudio requeriría tiempo y un trabajo asiduo que todos los centros industriales y científicos, así como los Estados diversos, están llamados á desarrollar. Para ello será también indispensable depurar la exactitud en el cálculo de reservas, ó por lo menos armonizar las bases bien distintas en que los cálculos han sido apoyados por los diversos técnicos que los han llevado á efecto; pues mientras que en algunos países se han extendido á minerales pobrísimos imposibles de tratarse hoy día, y á profundidades incompatibles tal vez con la economía en la explotación, en otros países, y muy especialmente en España, no se han incluido en esas reservas más que las zonas de arranque inmediato y menas relativamente ricas en general.

Pero, de todos modos, la impresión que produce el balance general de existencias es más bien pesimista: no sólo se vislumbra qué parte de ellas pueda ser, por razones varias, virtual é inprovechable, sino que, aun en la parte real y disponible, su cuantía no constituye el único factor que pueda resolver el problema.

Porque si, como es claro, evidente y racional, las necesidades de la humanidad y de la industria, en lo que á la producción de hierro se refiere, van creciendo en progresión rápida, no podrá alimentarlas el *stock* actual, sino á condición de que las minas en trabajos aumenten la intensidad de sus explotaciones.

¿Hasta qué punto será esto factible? Si, como todo parece

vaticinar, dentro de poco más de una década se duplican las necesidades de la industria, ¿será posible duplicar la intensidad de las explotaciones conocidas? Aquellas cuyo agotamiento se avecina, ¿serán compensadas en tan corto plazo y con mayor intensidad que la actual por la explotación de esos criaderos nuevos, ya estudiados, aunque inactivos al presente, y en condiciones económicas que permitan un beneficio?

Aventurado sería tratar de contestar de una manera concluyente á estas preguntas, que exteriorizan el temor fundado que se siente por el porvenir de la industria del hierro. Pero, de todos modos, lo que sí parece desprenderse como más probable es, que en esta primera década, antes de que puedan entrar á ser explotadas esas regiones desconocidas, aisladas, en América, Asia y Centro de Africa, donde tantas reservas potenciales se calculan, los países que están llamados á sostener la lucha y proporcionar el exceso necesario de tonelaje son: los Estados Unidos de América por una parte, la costa Norte de Africa por otra, España y parte de Rusia, la zona tal vez de Normandía, las *minettes* de Lorena y hierros pobres de Cuba, aun cuando el incremento de éstos últimos esté subordinado al que puedan proporcionar en minerales ricos los demás países indicados, y toda vez que la producción de Suecia está ya limitada por el Estado hasta el año 1938.

Las esperanzas para un estado de cosas algo más lejano, si bien siempre harto inmediato, se podrán basar en países como el Brasil, Canadá, China, Continente Africano, y también Estados Unidos de la América del Norte, donde abundan, al parecer, las reservas potenciales de toda índole, y donde más puede esperarse de la actividad y acometividad asombrosa de su población para la investigación en gran escala, y siempre que los adelantos de la siderurgia permitan ir poco á poco rebajando la ley en hierro de las parvas y los gastos de tratamiento, para hacer más factible la derivación de las menas pobres hacia los grandes centros industriales.

Condiciones probables del mercado.

Los datos apuntados y consideraciones que se derivan del examen de los estudios someros presentados por los diversos técnicos en el Congreso de Estocolmo sugieren indudablemente deducciones nada tranquilizadoras respecto al problema capital de abastecimiento de hierro á larga fecha.

Pero no parecen además garantizar de una manera eficaz y segura las necesidades perentorias de la industria, ni siquiera en estas primeras décadas que se inauguran.

Tratándose, por lo tanto, de una materia insubstituible en el estado social actual, y que puede seguir siéndolo casi indefinidamente, se comprende toda la importancia que encierra este trascendental problema, al que algunos países, y muy principalmente el Estado sueco, han prestado el interés que ciertamente merece, haciendo sacrificios de toda clase y tomando medidas urgentes y decisivas (aun cuando algunas de ellas pugnen aparentemente con prácticas é ideas tenidas hasta hace poco como imperecederas), con tal de acaparar, ó por lo menos dirigir directamente, el aprovechamiento de la riqueza de mineral de hierro, que se considera ser, y lo es sin duda alguna allí y en otros países, la parte más fundamental del patrimonio de la Nación, la base esencial de la vida social y del progreso, y el artículo de primera necesidad, esencialísimo, que conviene consumir con cautela y en beneficio de todos, aun á costa de lastimar intereses privados.

Sabias enseñanzas pueden derivarse de este estado de cosas para España, región minera de indiscutible importancia en toda clase de minerales, y particularmente de hierro, que ha venido en estos últimos treinta años derrochando parte de su riqueza en provecho regional de una mínima parte, en beneficio de industrias extranjeras, principalmente inglesa y alemana, en mucho mayor escala, pues nuestros hierros, del Norte sobre todo, por su especial calidad, han sido la base primordial para que la siderurgia inglesa y la de Westfalia hayan tomado los vuelos que actualmente ostentan.

En esta sangría constante de nuestras exportaciones de mineral de hierro para poder fundir en el extranjero menas en-

teramente inaprovechables, se han llegado á agotar minas importantísimas de Bilbao, se ha precipitado el empobrecimiento de toda la zona minera de Vizcaya y otras, derrochando menas de condiciones especialísimas, con un beneficio relativamente ínfimo para la Nación, aun cuando hayan quedado en pie los centros siderúrgicos de Bilbao, Asturias y Santander; pues de haber sido otro el rumbo de nuestras explotaciones, habiéndose basado éstas, no en el abastecimiento al extranjero de mineral, sino de lingotes, estos centros fabriles españoles, y otros que tal vez hubieran podido establecerse, en el Mediodía sobre todo, se encontrarían hoy en circunstancias de desarrollo harto distintas, y capaces de afrontar el gran problema de la nacionalización de una importantísima parte de nuestra industria minero-ferrífera.

Para cualquier medida que al presente y para lo futuro pudieran adoptar el Estado ó las entidades industriales y financieras españolas, convendrá, ante todo, fijar una orientación que deberá depender de las probables necesidades y potencialidad minera propia que hayan de representar los diversos países ferríferos, y más especialmente aún, porque más directamente han de influir en España, los de Europa y Estados Unidos; el mercado europeo, hasta cierto punto tan solo independiente del americano, es el que ha de dar la norma, y ha de servir de base, para el desarrollo de la minería y siderurgia española, aun cuando, y dada nuestra especial situación geográfica, tenga también interés grande la eventualidad que pueda presentar el mercado de los Estados Unidos de América.

Las reservas de esta última parecen ser enormes, y mayores aún si se tiene en cuenta que está llamada á absorber la producción que pueda proporcionar Cuba, con sus menas pobres, cromadas y niquelíferas, de difícil tratamiento y que no pueden soportar fletes elevados: hoy día, los hematitis pardos de Santiago de Cuba y Baracoa llegan á los Estados Unidos con un flete pequeñísimo.

Pero, á pesar de los recursos grandes del Norte de América, son, si cabe, mayores sus necesidades: la inmensidad de su territorio; el progreso vertiginoso de su industria, esparcida ya por gran parte de la América Central y aun Meridional,

y su expansión imperialista hacia el Pacífico, vaticinan una enorme exportación de hierro elaborado (sobre todo el día en que esté abierto el paso de Panamá) que se sumará á las necesidades agrícolas, ferroviarias é industriales de otro género, de parte de sus propios y vastos territorios en desarrollo aún embrionario.

Así se comprende el aumento de producción de lingote en estos últimos veinte años, que de 3.970 millares de toneladas en 1880 llegó á 25.795 en 1909, y cerrará en 1910 con unas 30.000 (la mitad de la producción mundial), cifra que aspiran á duplicar para el año 1930. De todos modos, sean ó no algo exagerados estos cálculos que pasan por clásicos, lo probable es que los Estados Unidos no sólo consuman su propio mineral y menas vecinas, sino que sigan importando algunas cantidades ricas de España y Suecia, como en la actualidad.

La actitud de Suecia permanecerá invariable durante todo el tiempo que duren los contratos con la Sociedad de Kiruna, cual ya se ha apuntado al hablar de la minería de esta Nación: es, pues, un factor conocido y casi fijo del problema.

El Imperio ruso tampoco es de suponer que ejerza gran influencia en lo que á los intereses de España se refiere; ciertamente que su desarrollo siderúrgico ha sido muy importante, y también lo son las reservas de mineral con que se cuenta en el Ural, en la Rusia Meridional y en la península de Kretsh; pero se trata de un territorio no sólo enorme, sino que inicia su desarrollo ferroviario, industrial y agrícola, á más de que la mayor parte de sus criaderos minerales están en condiciones muy desfavorables para la exportación. Este Imperio, por lo tanto, está llamado á consumir sus propios recursos, ó, en todo caso, hacer una exportación de lingote, mas no á aumentar la de materia prima.

Dentro del Continente europeo quedan, por lo tanto, de principal interés para España, las vicisitudes industriales por que pasen Inglaterra, Alemania, Francia y Bélgica, y muy especialmente las dos primeras.

La actividad industrial en Bélgica, considerable hoy día, si se relaciona con la pequeña extensión de su territorio, no parece estar llamada á incrementar de una manera tan rápida como las de sus vecinas Francia y Alemania, sin que por esto

sea decir que no continúe el desarrollo progresivo de su siderurgia, basado en sus riquezas hulleras y en la facilidad de transportes dentro de su territorio: le faltan, sin embargo, minerales de hierro propios de todas clases, aun cuando puede importar alguna pequeña parte de las *minettes*, y esta circunstancia ha de ser rémora, si no obstáculo, para que el incremento de su producción en lingote tome vuelos de consideración.

Francia se encuentra ya en otro caso: de potencia siderúrgica de segundo y aun tercer orden cuando sus menas principales se concretaban principalmente á las de los Pirineos y á las importaciones de España y de Argelia, y con siderurgia casi exclusivamente ácida ó Bessemer, relativamente limitada, cobra súbitos vuelos con el descubrimiento del enorme criadero oolítico de la Lorena, y sus *minettes* fueron desde el primer momento la base de un incremento repentino y progresivo de su potencialidad metalúrgica, instalándose seguidamente la fundición básica en su región Nordeste, con toda clase de elementos modernos.

Este incremento repentino se ve claramente expresado en los dos cuadros adjuntos, que cual otros datos interesantes hemos tomado del estudio *La cuestión de los minerales de hierro*, de D. Julio de Lazúrtegui.

Fabricación de lingote en Francia.

Año 1880.....	1.725.000	toneladas.
— 1881.....	1.886.000	—
— 1882.....	2.039.000	—
— 1883.....	2.069.000	—
— 1884.....	1.872.000	—
— 1885.....	1.630.000	—
— 1886.....	1.616.000	—
— 1887.....	1.567.000	—
— 1888.....	1.683.000	—
— 1889.....	1.734.000	—
— 1890.....	1.962.000	—
— 1891.....	1.897.000	—
— 1892.....	2.057.000	—

— 1893.....	2.003.000	—
— 1894.....	2.070.000	—
— 1895.....	2.004.000	—
— 1896.....	2.339.000	—
— 1897.....	2.484.000	—
— 1898.....	2.534.000	—
— 1899.....	2.578.000	—
— 1900.....	2.714.000	—
— 1901.....	2.389.000	—
— 1902.....	2.405.000	—
— 1903.....	2.841.000	—
— 1904.....	2.974.000	—
— 1905.....	2.077.000	—
— 1906.....	3.314.000	—
— 1907.....	3.589.000	—
— 1908.....	3.401.000	—
— 1909.....	3.632.000	—

Producción que corresponde á la Lorena.

	Mineral. T.	Lingote. T.	Acero. T.
1888.....	2.261.000	911.000	152.000
1893.....	2.809.000	1.216.000	228.000
1898.....	3.884.000	1.550.000	545.000
1903.....	5.280.000	1.887.000	854.000
1907.....	8.822.000	2.493.000	1.359.000

Esta producción de minerales oolíticos, que no llegaba en 1907 sino á rebasar los 8,75 millones; pasa en 1909 de los 10,5 millones, que, sumados á los productos de las demás zonas mineras francesas (de la Metrópoli), asciende en 1909 á un tonelaje de 12.325.000.

Las importaciones en Francia se componen de dos clases de mineral: el propio para el Bessemer (minas españolas, argelinas, griegas, etc.), y el fosforado, principalmente alemán. La cifra total de importación en estos últimos años, al desarrollarse varios centros explotadores de la Lorena, ha dis-

minuido, como era de esperar, pero conservándose casi fija la importación de menas Bessemer unas 400.000 toneladas, en su mayor parte españolas.

No cabe duda de que el mayor desarrollo de la minería de la Lorena ha de conservar el incremento progresivo de la siderurgia en aquella región, necesitando esas menas pobres mezclas con minerales fosforados ricos, análogos á los suecos ó á los españoles del Noroeste, ó magnetitas del Sur: pero Francia posee los criaderos de Normandía, que podrán complementar el vuelo industrial de la Lorena, sin que tenga que abastecerse durante algún tiempo de minerales extranjeros para el procedimiento básico, ni tampoco aumentar la importación de menas Bessemer, merced á la explotación intensiva que se proyecta en Argelia.

Es, pues, evidente que, en lo que á España se refiere, el interés máximo durante algunos años reside en la marcha evolutiva á que pueda obedecer la siderurgia inglesa y alemana.

Inglaterra ha sido la Nación que ha sostenido durante muchos años la supremacía en la siderurgia mundial, hasta que recientemente la han relegado á tercer lugar, los Estados Unidos primero, y luego Alemania en Europa.

En efecto, en 1909 las producciones de lingote son, respectivamente:

Inglaterra.....	9.664.000 toneladas.
Alemania.....	12.918.000 —
Estados Unidos.....	25.795.000 —

El estancamiento de Inglaterra se evidencia en el cuadro adjunto, recogido del citado estudio del Sr. de Lazúrtegui:

Producción de lingote.

	Inglaterra.	Alemania.	Estados Unidos
1880.....	7.876.000	2.702.000	3.897.000
1890.....	8.003.000	4.658.000	9.353.000
1900.....	8.962.000	8.521.000	13.789.000
1909.....	9.664.000	12.918.000	25.795.000

Este estancamiento obedece, sobre todo, á dos causas que pueden englobarse en una sola: al excesivo carácter conservador, rayano en la rutina, de la industria inglesa y á su resistencia para adoptar el procedimiento básico del acero.

De aquí que Inglaterra haya sido, y seguirá siendo por mucho tiempo, el mercado indicado para la exportación de la mayor parte de nuestros minerales del Mediodía, y muy especialmente para los del Norte de Vizcaya y Santander; pero casi cerrado á nuestras menas del Noroeste, que encuentran particular aceptación en Alemania y en los Estados Unidos.

Pero Inglaterra, aunque no de una manera tan rápida, aumenta su producción de lingote. Economistas y técnicos especialistas en estos asuntos, vaticinan en este reino un aumento de 1,50 millones de toneladas anuales cada cinco años, que exigirán cerca de 3,5 millones más de toneladas de mineral de hierro; y aunque en ellas se encierre gran parte de clases pobres indígenas, es indudable que requerirán siquiera millón y medio más anuales de mena rica del 50 por 100, propias para el procedimiento ácido, y casi seguramente, á ser posible, de procedencia española, por ser la que en mejores condiciones puede llegar al Reino Unido, y con cuya fundición se está allí más familiarizado.

Alemania, cual ya se ha apuntado, es la Nación de Europa cuya siderurgia ha alcanzado vuelo mayor y más rápido.

La base principal de ese progreso (reconcentrado casi en su totalidad en Westfalia) ha sido por un lado su inmensa riqueza hullera, la adopción del procedimiento básico que le permite rebajar los gastos de fundición y obtener subproductos de valor, como las escorias Thomas, y últimamente el descubrimiento y desarrollo minero de las *minettes* de la Lorena.

Tanto el desarrollo de las hulleras como la explotación intensiva de los minerales oolíticos, unidos al persistente y arraigado espíritu de expansión de esa Nación y de su industria y comercio, permiten asegurar, sin género de duda, que su producción de lingote no sólo no se estancará, sino que ha de crecer con rapidez. Se le vaticina una producción, ya en 1915, de unos 18 millones, y de 26 millones en 1920; es decir, un aumento anual, dentro de cinco años, de 6 millones de toneladas de lingote, para los cuales, y aun empleando como

mena fundamental la pobre de Lorena, se necesitará, al menos, un exceso de seis millones de mena rica fosfatada.

El Imperio germano no dispone de ellas; tampoco podrá suministrarlas Suecia, ni casi seguramente Noruega: lo más probable, por lo tanto, será que se tomen de Terranova ó de algún otro criadero similar, y muy especialmente del Noroeste de España, ó magnetitas españolas del Sur.

SITUACIÓN DE ESPAÑA

Y

CONCLUSIONES

Hechas estas ligeras consideraciones, fácil es vaticinar la situación que España podrá ocupar muy probablemente en el mercado general dentro de la década entrante.

La producción de mineral de hierro en España ha venido creciendo paulatinamente desde 1880, en que figura una cifra de 3.062.858 toneladas, hasta 1906, en que, á la sombra de precios de venta extraordinariamente elevados, se alcanzó un tonelaje de 10.144.502: desde entonces oscila entre las cifras redondas de 8 á 9,5 millones, que es, aproximadamente, la de 1909.

Vizcaya ha dado el mayor contingente, que llegó á su máximo en 1899 con 6.004.364, descendiendo luego paulatinamente á la de 3.871.927 en 1909: el resto corresponde, principalmente, á las múltiples explotaciones del Mediodía, al criadero de Sierra Menera, á Santander, Guipúzcoa y Reino gallego.

De estos 9,3 á 9,5 millones de toneladas de mineral, rico todo él, superior al 45 por 100, y que puede muy bien estimarse en un término medio del 52 por 100 de metal, se exportan 8,5 millones, y el consumo nacional no pasa por lo tanto de 0,75 millones, con una producción de lingote de poco más de 0,3, más exactamente 385.000 toneladas: estas cifras desconsoladoras revelan la situación industrial de España.

Son desconsoladoras, porque, mientras tenemos el triste sino de enriquecer con nuestros minerales (la inmensa mayor

parte hasta ahora, clase Bessemer) la siderurgia inglesa principalmente, y parcialmente la belga, alemana y meridional de Francia, nuestra producción de lingote exigua, rayana en lo ridículo, aparece, sin embargo, suficiente y hasta sobrada para el consumo nacional, á pesar de las grandes importaciones de hierros y aceros elaborados de todos los países.

Nuestra riqueza minera se ha desangrado, y sigue desangrándose en beneficio de los demás países, y aun hoy aparecemos, y con mucho, como la primera Nación exportadora en Europa; contra unos 8,5 millones de España, figura Suecia con unos 3,5, Francia con unos 4, y otros 4,25 Alemania; y aun estas dos últimas, en su mayoría, producen en realidad un simple canje de minerales pobres oolíticos; pero si las menas ricas, el nervio de la siderurgia europea, las proporciona Suecia para la fundición fosforada, España casi en doble partida lo hace para la antigua y clásica ácida; con la diferencia, de que Suecia ha limitado por diversos modos ese derroche de sus riquezas, preparando poco á poco, y por distintos procedimientos, una base futura de su desarrollo siderúrgico, á pesar de disponer de inmensas reservas de mena rica; mientras que España, sin limitación ni medidas de ninguna especie, sigue el desastroso camino de acabar con sus minerales ricos en beneficio del extranjero, y expuesta á que más adelante, cuando por necesidad ó por adelantos en la metalurgia se pueda tratar económicamente la gran reserva potencial, pobre y de mala calidad que, análogamente á lo que sucederá en los demás países, constituya su stok, sea imposible aquí el aprovechamiento de esas riquezas por falta de una base esencial de mena rica y ambiente industrial para ello.

La producción de minerales españoles, en general, no está llamada á mermar por algún tiempo, sino más bien á tener aumento. Ciertamente que la de Vizcaya seguirá decayendo de una manera acentuada, y tal vez se inicie algo parecido en otros puntos, como en Santander, por ejemplo; pero, en cambio, ha de crecer notablemente la de Sierra Menera, Sierra Bacaes, Cala, etc., y se han de poner probablemente pronto en explotación criaderos análogos y vecinos, como Almohaja, Setiles, Teuler y, sobre todo, el gran núcleo fosforado galle-

go y las empresas de Marruecos, á más de una serie variada de criaderos de menor importancia en la región meridional.

No será por lo tanto mineral lo que falte en estas dos décadas entrantes; la producción podrá fácilmente mantenerse entre los 10 á 11 millones de toneladas anuales de mena rica: variará, sí, tal vez su clasificación, adquiriendo mayor importancia que hasta ahora la clase apta para fundición básica. Tampoco faltará mercado bonancible fácil y apropiado, aun cuando paulatinamente pueda evolucionar la siderurgia de Inglaterra, acomodándose á los procedimientos modernos, aceptando más y más la fundición Thomas ó Siemens-Martin, y perdiendo como consecuencia algo de su situación privilegiada nuestros minerales no fosforosos. Pero es indudable que no serán esos dos factores solos, ni mucho menos, los que puedan integrar en plazo relativamente corto la resurrección industrial de España, que permitan sacar el partido que deberá poder sacarse del estado de cosas que parece avecinarse, y de su situación minera y geográfica privilegiada.

Esto no podrá alcanzarse sino mediante un incremento acentuado en su potencialidad siderúrgica, aunque no sea más que sobre la base de producción de lingote, acero y hierros de primera elaboración; y este incremento tiene forzosamente que llevarse á cabo pronto, amparado todavía por una exportación al nivel de la actual, aun á expensas de ese derroche, y antes de que llegue fatalmente el período de tener que beneficiar las menas pobres y silíceas.

Y no son sólo Bilbao, Asturias y Santander los puntos llamados á realizar ese anhelo: la misma Sierra Menera ó Sargunto por un lado, Sevilla por otro, y seguramente el centro ferrífero Sudeste de Galicia, en fin, podrán cooperar en gran parte á ese programa.

Porque claro está que la primera base para un centro siderúrgico de importancia es la riqueza en combustible de la región propia ó accesible, y mejor aún si esos combustibles son coquixables; pero bueno es apuntar que, si esa última condición es casi esencial hoy día, puede no serlo en plazo muy corto, en que el tratamiento eléctrico permita aprovechar como reductor cualquier clase de combustible, cual se ha llevado á efecto en las experiencias suecas de que se hace ya men-

ción en estas líneas; es más: el horno eléctrico, marchando con cualquier combustible, no exigiendo más que fluido económico y susceptible (y esto es importantísimo) de una marcha relativamente intermitente, no requiere las instalaciones enormes y complicadas de los hornos altos actuales, ni el establecimiento de los centros siderúrgicos implica, cual hoy día, un medio industrial apropiado: es tratamiento más reducido, más manejable, más susceptible de verificarse en pequeña escala y de más local aplicación.

No es, pues, una ilusión aspirar á que Vizcaya, Santander y Asturias con carbones indígenas ó extranjeros; Galicia y León con combustibles propios; Sierra Menera aprovechando Utrillas como energía eléctrica, y tal vez como elemento reductor en el horno eléctrico, ó con importación de combustibles ingleses, cual Sevilla, puedan plantear centros siderúrgicos que eviten el derroche de nuestra riqueza ferrífera.

A este plan pueden cooperar el Estado, las Entidades industriales y financieras, y las deducciones que se derivan del estudio del tema desarrollado en el Congreso de Estocolmo son tales y de tanto peso, tan importantes y de solución tan urgente, que bien merece la pena de que se tomen seriamente en consideración.

Tal relieve se ha dado en el último Congreso á este llamado «Problema del hierro», que se procedió inmediatamente al nombramiento de una Comisión Internacional permanente, encargada de proseguir este estudio en todo el Globo, depurar más escrupulosamente el cálculo de reservas verificado y efectuar paralelamente otro, desde el punto de vista industrial, para dilucidar hasta qué punto algunas reservas merecen el nombre de tales, qué intensidad de explotación pueden soportar los diversos criaderos ferríferos, en qué condiciones económicas y, en una palabra, completar el balance puramente geológico minero con otro de carácter industrial y práctico.

Esto era necesario; pues mientras algún país como España, con una gran prudencia, no ha cubicado como reservas más que minerales relativamente ricos, accesibles á la explotación en las circunstancias actuales, y tan sólo hasta profundidades reducidas, incluyendo la riqueza restante en la poten-

cial, y sin aportar cifras determinadas en esta categoría, otras naciones han englobado en los cálculos del *stock* actual cantidades tal vez algo ilusorias, y, en todo caso, menas de valor dudoso ó nulo hoy día. Esta Comisión, compuesta de doce personalidades salientes, seis técnicas, representando las seis Potencias que en el Balance aparecían como las primeras en cuanto á sus reservas actuales, y otras seis por otros tantos grandes Centros fabriles y científicos, se hará cargo en seguida de este cometido, que empezará á desarrollar en cuanto concrete y defina, no sólo su organización interna, sino la pauta que ha de presidir en las diversas investigaciones y en los estudios que emprenda, para lo cual se basará en la ayuda directa y parcial que le presten los diversos Estados, incluso los no directamente representados por medio de Delegaciones. Las seis Naciones cuyos representantes forman este núcleo son: Estados Unidos, Inglaterra, Francia, Alemania, Suecia y Rusia.

Este sexto lugar, de haber presidido en las cubicaciones españolas el mismo criterio amplio y optimista de las demás, hubiera sido adjudicado á España y no á Rusia ciertamente; pero de todos modos, haya ó no entrado un representante español en la Comisión, está en el ánimo de todo el mundo que nuestro país atesora grandes riquezas ferríferas, y, tanto por eso cuanto porque su situación las hace en general fácilmente accesibles, España ha de ser en este estudio una de las regiones preferidas.

El Estado puede prestar, tanto en este punto concreto como en lo que requiera la solución del problema de engrandecimiento siderúrgico de España, una ayuda inapreciable. El estudio concienzudo, rápido, geológico minero de los criaderos de hierro, cuencas carboníferas y aguas subterráneas indispensables á todo proyecto de grandes instalaciones, así como las investigaciones por cuenta del Estado ó con la ayuda de éste á particulares, se ha iniciado ya, y toda la actividad que se despliegue en su desarrollo será de incalculable trascendencia.

La ejecución de la red de ferrocarriles secundarios con material español, que asegure un consumo que permita á su vez el engrandecimiento de nuestra siderurgia, es otra de las

medidas fundamentales para la solución de este problema nacional.

Pero no basta: se impone la revisión de nuestra legislación minera, que evite el acaparamiento en manos inactivas de esa riqueza; se impone la investigación obligatoria, el conocimiento directo y exacto del Estado en cuanto se relaciona con los resultados de esas investigaciones y de la marcha de las explotaciones; porque la Nación, sin entrar en la vía de absorción tan á la orden del día en Suecia, tiene, no ya el derecho, sino el deber ineludible de conocer su riqueza, y más aún en lo que respecta á esa materia prima, tan indispensable y por desgracia tan relativamente escasa, como el mineral de hierro y los combustibles como anejo de aquélla.

Y, por último, toda medida del Estado que tienda á favorecer el tratamiento de los minerales dentro del país; que produzca á favor de esa industria un desnivel respecto á la triste y desastrosa exportación ilimitada, será semilla que pronto, mucho antes tal vez de lo que pudiera imaginarse, habría de germinar en favor y á beneficio inapreciable del país mismo.

Pero ni aun estas mismas medidas serán eficaces si las Entidades industriales y financieras no llegan á percatarse de la trascendencia del llamado «Problema del hierro» y no acuden con sus energías á nacionalizar la minería y la siderurgia, base firme de todas las demás industrias.

Esta acción común del Estado y de los particulares; el estudio incesante de cuantos adelantos metalúrgicos se lleven á cabo en siderurgia, y principalmente los que se consideren más adecuados á las condiciones de la minería española; y la convicción de que se trata de un asunto de interés magno ahora, y trascendental el día de mañana, pueden resolver, sin llegar á las medidas coercitivas que se toman en Suecia, el problema que ha constituido el eje de giro y el tema preferente del último Congreso Geológico.

INDICE

PARTE PRIMERA.—GEOLOGÍA, EXCURSIONES Y COLECCIONES

	<u>Páginas.</u>
CAPÍTULO PRIMERO.—Generalidades.....	7
CAPÍTULO II.—Reseña de la constitución geológica de Suecia.	10
CAPÍTULO III.—Spitzberg	15
CAPÍTULO IV.—Técnica y rocas eruptivas de la Suecia Septentrional	18
CAPÍTULO V.—Las cobijaduras en la región alpina de Sarek.	26
CAPÍTULO VI.—Fenómenos cuaternarios.....	29
CAPÍTULO VII.—Estudios sobre las turberas. Su conexión con las vicisitudes del suelo y del clima de Escandinavia en la edad cuaternaria	32
CAPÍTULO VIII.—Excursiones durante las secciones del Congreso	36
CAPÍTULO IX.—Las sesiones del Congreso.....	37
CAPÍTULO X.—Planos, colecciones, Museos y excursiones posteriores á las sesiones del Congreso.....	44

PARTE SEGUNDA.—MINERÍA DEL HIERRO

CAPÍTULO PRIMERO.—Minas más importantes de Suecia.....	55
CAPÍTULO II.—Consideraciones sobre la génesis de los minerales de hierro en Suecia.....	107
CAPÍTULO III.—Contratas del Estado sueco.....	120
CAPÍTULO IV.—Posición de Suecia en el mercado mundial de hierros.	134
CAPÍTULO V.—El problema del hierro. Reservas parciales y mundiales	137
CAPÍTULO VI.—Resumen del problema del hierro. Condiciones probables del mercado. Situación de España. Conclusiones.....	169

CONGRESO INTERNACIONAL DE MINERIA

y

GEOLOGIA PRACTICA

Celebrado en Düsseldorf en 1910

MEMORIA

ACERCA DEL MISMO

POR

D. RAFAEL SANCHEZ LOZANO Y D. AUGUSTO DE GALVEZ-CAÑERO

INGENIEROS DEL CUERPO DE MINAS



CONGRESO INTERNACIONAL
DE
MINERÍA, METALURGIA, MECÁNICA APLICADA Y GEOLOGÍA PRÁCTICA
CELEBRADO EN DÜSSELDORF EN 1910

CAPITULO PRIMERO

ANTECEDENTES.—CONGRESOS ANTERIORES AL DE 1910.
MATERIAS TRATADAS EN ELLOS.

Con fecha 31 de Mayo del año corriente, los Ingenieros del Cuerpo de Minas que suscriben, fueron comisionados por el Ministerio de Fomento, para asistir al Congreso Internacional que había de celebrarse en Düsseldorf en los días 18 á 23 del mes de Junio siguiente, respondiendo así á la invitación que en tiempo oportuno hubo de hacer el Gobierno alemán á los Estados extranjeros, con el propósito de que enviaran sus respectivos delegados oficiales.

En cumplimiento de esta orden, y después de remitir al Comité de organización del Congreso las adhesiones necesarias para figurar como miembros del mismo, salimos de Madrid en fecha adecuada para llegar oportunamente á Alemania y concurrir á las sesiones del Congreso, así como también á las excursiones de carácter científico é industrial que se habían preparado para dar idea de la importancia y desarrollo de los principales centros fabriles de aquella región, y asistir, además, á otras de carácter geológico que tenían por objeto el presentar algunos ejemplos interesantes de las formaciones de la comarca.

Los Congresos de Minería tienen ya largos antecedentes históricos: se reunió el primero en el año de 1878, por iniciativa de la *Société de l'Industrie Minérale* de Saint-Etienne, coincidiendo con la Exposición Universal que en aquella fecha se celebraba en París. No tomaron parte en él más que unas 150 personas, entre las cuales había tres extranjeros solamente: un sueco, un inglés y un austriaco.

Siguieron á éste los celebrados en París en 1889 y 1900, que fueron también simultáneos con las Exposiciones Internacionales de las respectivas fechas, y habiéndose evidenciado en las sucesivas reuniones la utilidad y hasta puede decirse que la necesidad, de celebrar Asambleas internacionales, en que los Ingenieros, unidos por la fraternidad profesional, se dieran cuenta mutua de sus experiencias y estudios particulares, estableciendo así valiosísimas relaciones personales, se acordó repetir las periódicamente, aunque eligiendo para las sucesivas otros centros distintos de París, á fin de que ofrecieran el carácter de universalidad que por su índole requieren. Y así se acordó que el Congreso siguiente se verificara en Lieja en el año de 1905, con el propósito de que los que á él asistieran, pudieran visitar al propio tiempo la Exposición Internacional proyectada para aquella fecha en la industriosa ciudad belga; y con arreglo al mismo criterio, al clausurar el Congreso de Lieja, que fué además el primero de Geología aplicada, se tomó la decisión de celebrar el siguiente en 1910 en Düsseldorf, al cual hemos asistido, en cumplimiento á lo dispuesto por la Superioridad.

Aun cuando el objeto del presente trabajo ha de ser el hacer una reseña lo más completa posible del Congreso de Düsseldorf, creemos conveniente consignar en términos generales las materias discutidas en los Congresos anteriores, para poner así de relieve los progresos realizados en las industrias minera y metalúrgica, al propio tiempo que los problemas que sucesivamente han ido llamando más preferentemente la atención de los técnicos.

Congresos anteriores al de 1910.

CONGRESO DE 1878. Coincidiendo con la Exposición Universal de París de 1878 se celebró, según va dicho, el primer Congreso de Minería, en el cual el Ingeniero Sr. Aguillón dió cuenta de los adelantos más importantes en el arte de explotar las minas, en un notable discurso, resumen de los descubrimientos y progresos realizados en la materia desde el año de 1867, fecha de la anterior Exposición Universal.

Fueron objeto de su disertación: en primer término, el estudio de los procedimientos de sondeo, empleo de la perforación mecánica y sistemas de atacar las rocas; trató después del uso de las substancias explosivas que empezaban á reemplazar á la antigua pólvora de minas, y luego se ocupó en la descripción de los compresores hidráulicos y de aire, excavación de pozos por el sistema Kind y Chaudron, métodos de laboreo, especialmente para la hulla, máquinas de extracción y desagüe, tracción mecánica subterránea, ventilación y alumbrado de las minas, lámparas de seguridad, explosiones de grisú é inflamación del polvo de carbón, y, por fin, preparación mecánica de los minerales.

CONGRESO DE 1889. Se celebró en el mes de Septiembre, también en la época de la Exposición Universal, y duró diez días, del 2 al 12.

En la *Sección de Minas* se trataron las cuestiones siguientes: Lámparas de seguridad. Empleo de los explosivos en las minas. Aplicaciones de la electricidad en los trabajos subterráneos. Cuestiones referentes á la bajada, subida y circulación de los obreros en las minas, y especialmente estudio de los paracaídas y anchurones.

En la *Sección de Metalurgia*, los temas fueron: Progresos recientes en el afino, desfosforación y fabricación de hierros y aceros. Comparación del forjado á martillo y con prensa. Aleaciones ferrometálicas, su fabricación, propiedades y aplicaciones. Aleaciones metálicas nuevas, del cobre especialmente, y que no sean del hierro. Nuevos procedimientos de temple.

La Comisión organizadora del Congreso estuvo compuesta por el Sr. Castel, Presidente; los Sres A. Beul, Halmarla, Goupillière, S. Jordain y Remauri, Vicepresidentes, y los señores Dujardin-Beaumetz, F. Gautier, E. Gruner y Loain, Secretarios.

CONGRESO DE 1900. El tercer Congreso internacional minero metalúrgico se celebró también en París, desde el día 18 al 23 de Junio, discutiéndose las Memorias siguientes:

Sección de Minas.—Tema 1.º Los explosivos de las minas: tres Memorias, una con el título de «Empleo de los explosivos en las minas», por M. Delafond; otra, «Almacenado subterráneo», por M. Le Chatelier; otra, «Explosivos en las minas», por los Sres. Wateyne y Denoel, de Bélgica.

Tema 2.º La electricidad en las minas: una Memoria de M. Wendelig, de la casa Siemens y Halske, y otra de Mr. Liber, de Namur.

Tema 3.º La minería á gran profundidad: cuatro Memorias por los Sres. M. Hraback, Poussige, Stassar, de Mons y Petit de Saint Etienne.

Tema 4.º Reducción de la mano de obra en las minas: tres Memorias; una por M. Bachellery, referente al empleo de las excavadoras eléctricas en las minas de carbón americanas; otra de M. Fayol, relativa al uso de estas máquinas en Francia, y otra del ingeniero americano M. Chodzko, de San Francisco, reseñando los diferentes tipos de excavadoras y perforadoras de carbón americanas.

Tema 5.º Preparación mecánica del carbón: una Memoria de Mr. Buisson, relativa á las hulleras de Conmentry.

Tema 6.º Estadística: una Memoria de Mr. Rothwell, de Nueva York, acerca de la explotación minera de su país, y otra del ingeniero ruso Szimanowski, referente á los recursos mineros del Sur de Rusia.

Sección de Metalurgia.—Tema 1.º Progresos de la Siderurgia desde 1889: cinco Memorias: «Fabricación de aceros especiales», por M. Babu. El estado actual del acero básico y sus efectos sobre el hierro pudelado», por M. Roccur. «Acero moldeado», por M. Tissot. «Empleo directo de los gases de los altos hornos», por M. Huber, de Lieja. «Fenómenos que

acompañan á la deformación del acero», por Mr. Hartmann.

Tema 2.º Electrometalurgia: «Aluminio barato», trabajo de Mr. Heroult. «Separación magnética de los minerales», por el Dr. Wedding. «Procedimiento Wetherill», por Mr. Smets, de Düsseldorf.

Tema 3.º Metalurgia del oro: «La cianuración en el Transvaal», por M. Busquet.

CONGRESO DE LIEJA DE 1905. El cuarto Congreso Internacional de Minas y Metalurgia, y al propio tiempo tercero de Mecánica aplicada y primero de Geología práctica, tuvo lugar en Lieja, en la época de la Exposición Internacional que se celebró en aquella fecha en la referida ciudad belga.

Figuraron adheridos entre ingenieros é industriales de todos los países 1.519 miembros, de los cuales 1.003 lo fueron á la sección de Minas, 888 á la de Metalurgia, 894 á la de Mecánica y 783 á la de Geología, figurando la mayoría de los congresistas en más de una sección.

Los asistentes pasaron de 1.100. Las Memorias leídas y explicadas fueron 110, de las cuales 39 correspondieron á la sección de Minas. La duración del Congreso fué de ocho días desde el 25 de Junio al 2 de Julio, terminando con una excursión á Spa.

Mientras se celebraba el Congreso se realizaron instructivas excursiones á los centros fabriles de la región, siendo una de las más interesantes la de Frameries, más allá de Mons, en el distrito hullero de Borinage, para presenciar las experiencias de explosivos y lámparas de seguridad en un laboratorio establecido por el Estado en las minas de Aggrappe.

Mr. Margery presidió la Comisión organizadora, y fué su Secretario el Profesor de la Escuela de Ingenieros de Lieja Mr. Deschamps. La Mesa del Congreso fué presidida por Mr. Habets.

Tomaron parte en este Congreso muchos de los más eminentes Ingenieros de Europa, y en él se trataron las cuestiones de mayor actualidad entonces, relativas á Minería, Geología Mecánica aplicada y Metalurgia.

En la lista siguiente se consigna el número de adhesiones por países; figura en ella el nuestro en honroso lugar, lo que

demuestra que se prestó entonces en España merecida atención á esta Asamblea científica.

Bélgica	670	Luxemburgo	11
Francia	395	Suecia	9
Inglaterra	120	Túnez	1
Alemania	114	Suiza	7
Rusia	54	Portugal	6
España	32	Bulgaria	4
Italia	30	Grecia	2
Austria	26	Argelia	2
América	15	Túnez	1
Holanda	12	Africa del Sur.....	1

No figuran en esta lista los delegados oficiales de los Gobiernos, entre los que enviaron los suyos los del Japón, China y Estado independiente del Congo.

He aquí ahora la relación de las materias tratadas en este Congreso:

Sección de Minas.—Perforación de pozos á grandes profundidades.—Máquinas y aparatos de extracción: máquinas de extracción por vapor; máquinas eléctricas de extracción; cables de minas, estudios experimentales, determinación del coeficiente de elasticidad.—Máquinas modernas de desagüe.—Compresores de aire; unificación de los métodos de determinación de su rendimiento.—Perfeccionamiento reciente en los procedimientos de fortificación y relleno; relleno hidráulico.—Movimientos del suelo á consecuencia de las explotaciones hulleras; hundimientos de la superficie.—Preparación mecánica de minerales y carbones.—El grisú; grisímetros; experiencias sobre explosivos y lámparas en minas con grisú; acceso á lugares de atmósfera irrespirable.—Condiciones que debe llenar el material eléctrico para las minas.—Unificación de las estadísticas mineras oficiales.

Sección de Metalurgia.—Utilización de los carbones pobres en materias aglutinantes para la fabricación de cok.—Estudio de conjunto del horno alto; dimensiones del perfil y de los aparatos accesorios para obtener el máximo de regularidad y de efecto útil.—Influencia en los cuerpos extraños, tales

como el titano, el arsénico, etc., sobre el lingote y los aceros.—Procedimientos de eliminación del polvo de los gases de los hornos altos y su aprovechamiento.—Cementos y ladrillos de escoria; perfeccionamientos en su fabricación y desarrollo de su empleo.—Utilización de los gases pobres en la producción de fuerza motriz para el laminado. ¿Conviene utilizar los gases para accionar motores que transmitan su fuerza á una central eléctrica, y de ésta á los trenes de laminar, ó es preferible mover los trenes directamente?—Nuevos procedimientos de fabricación de acero en hornos de solera.—Aceros especiales; estudio de las aleaciones del hierro con otros metales como el níquel, vanadio, magnesio, tungsteno, etc.—Forja con prensas y martillos-pilones; comparación entre el acero forjado y el acero fundido; recocido y temple.—Electrometalurgia.—Metalografía; sus aplicaciones prácticas.

Sección de Mecánica aplicada.—Construcción de piezas de máquinas; construcción de volantes para grandes velocidades; medida experimental de la variación de la velocidad angular.—Cálculo y construcción de los émbolos de las máquinas de vapor, de las de gas y de las soplantes.—Construcción de prensa-estopas y cojinetes, ya sean de bolas ó de rodillos.—Mecanismos de reducción de velocidad para transmisiones.—Motores de combustión interna; teoría general de estos motores; aplicación de la teoría á la determinación de sus dimensiones.—Programa completo de los ensayos y observaciones que deben hacerse con los motores de combustión interna.—Regularización de la velocidad de los motores de combustión interna.—Motores de gas pobre de gran potencia ó de gas de hornos altos.—Turbinas de gas.—Aplicaciones mecánicas de la electricidad.—Turbomáquinas; construcción de turbinas de vapor; resultados obtenidos.—Estudio de las bombas centrífugas de alta presión y de los ventiladores de gran velocidad.—Construcción de turbinas hidráulicas.—Condiciones de construcción de las hélices destinadas á los aparatos de aviación.—Máquinas y calderas de vapor.—Aplicación y uso del vapor recalentado; resultados obtenidos. Otros medios de aumentar el rendimiento de las máquinas de vapor.—Máquinas de otros vapores distintos del de agua.—Determinación del diámetro de las tuberías para conducciones de

vapor á grandes distancias.—Construcción de camiones automóviles.

Sección de Geología aplicada.—Tectónica de las cuencas hulleras.—Situación del terreno hullero en Bélgica.—Nueva cuenca del Norte de Bélgica.—Tectónica de las cuencas hulleras del Hainaut, de Lieja, del Norte y del Paso de Calais, de Westfalia, Aquisgran, etc.—Investigaciones de hulla en Lorena.—Yacimientos sedimentarios.—Aplicaciones de la Paleontología en la Geología aplicada.—Aplicaciones de la brújula y del péndulo.—Origen de la hulla.—Yacimientos de fosfatos de cal de Hertaye.—Criaderos metalíferos.—Hechos y consideraciones que pueden contribuir al estudio de la génesis de los criaderos metalíferos.—Criaderos metalíferos de Bélgica.—Criaderos de la región de Moresnet.—Hidrología.—Alimentación de las capas arenosas.—Estudio experimental de los cambios de agua entre la atmósfera y los terrenos de distintas naturalezas.—Leyes que rigen la circulación del agua desde la superficie del suelo hasta el nivel de la capa arenosa.—Medios para determinar la dirección y velocidad de movimiento del agua en las capas arenosas.—Arenas cenagosas.

CAPITULO II

DÜSSELDORF.—SU IMPORTANCIA.—PROGRESO DE LAS INDUSTRIAS MINERA Y METALÚRGICA EN ALEMANIA.

La elección de la ciudad de Düsseldorf como centro para la celebración del V Congreso Internacional de Minería, ha sido, sin duda alguna, muy acertada; situada en una región donde las industrias en general, y muy especialmente la minera y la metalúrgica han alcanzado extraordinario desarrollo; con elementos propios de todo género que facilitan la residencia á los congresistas; con suntuosos edificios para la celebración de actos que requieren concurrencia numerosa, y con una nutrida red de ferrocarriles que la comunican con los

grandes centros industriales, bien puede reputarse tal ciudad como una de las más calificadas para la reunión de esta clase de Asambleas.

Düsseldorf es modelo de poblaciones á la moderna; culta, artística, y con un gran sentido práctico en todos sus servicios. Hace sesenta años, en 1850, contaba solamente 40.000 habitantes, y hoy tiene 360.000, siendo de notar que su mayor crecimiento y desarrollo han correspondido á los períodos subsiguientes á las dos grandes Exposiciones celebradas allí en los últimos veinte años. Está situada, además, en las soberbias orillas del Rhin, á la entrada de la cuenca hullera del Ruhr, de modo que ofrece excepcional ocasión de visitar variadas é importantísimas industrias y un gran distrito minero.

Es tan interesante é instructivo el estudio de las condiciones en que han nacido y se han desarrollado las industrias en Alemania, que creemos útil el consignar aquí algunos datos y cifras representativas de su producción y de su comercio. Se podrá así formar idea aproximada del rapidísimo crecimiento de las fuentes de riqueza de aquel país, en el que las industrias minera y la siderúrgica, entre otras, han progresado tan extraordinariamente en los últimos tiempos, que, como consecuencia de ello, han adquirido las demás esferas de la actividad industrial y científica amplísimo campo donde manifestarse y engrandecerse. No es esto extraño, ya que, sabido es, que los países productores del hierro y del carbón han logrado en todos los órdenes de la vida una indiscutible supremacía.

La importancia de la cuenca hullera del Ruhr para la competencia internacional, resalta, desde luego, mediante el examen de las cifras siguientes:

Sus minas ocupan actualmente, por su extracción total, el segundo lugar de Europa; su producción en 1909 ascendió á 82,8 millones de toneladas, en tanto que Francia, en todo el país, sólo produjo 37,2, y Bélgica 23,56; Inglaterra, en cambio, llegó á una extracción de 267,27 millones de toneladas.

La producción total de Alemania fué el año último de 148,7 millones de toneladas, entrando la de la cuenca del Ruhr en proporción del 56,70 por 100. Por lo que concierne

á su desarrollo en los últimos sesenta años, las cifras siguientes darán idea del mismo.

Año.	Producción.	Número de obreros.
1850	1.665.665	12.721
1860	4.365.834	29.320
1870	11.812.528	51.391
1880	22.495.204	80.152*
1890	35.469.290	127.794
1900	58.618.900	228.902
1908	82.660.000	334.733
1909	82.804.000	340.567

El valor de la hulla extraída en 1909, fué de 823 millones de marcos. La producción de cok llegó en el mismo año á 15 millones de toneladas.

El lingote empezó á fabricarse el año 1880, y su producción en 1909 alcanzó hasta 3,2 millones de toneladas.

Uno de los problemas más difíciles de resolver, para llegar á esta colosal explotación, ha sido el de conseguir personal obrero suficiente para atender á tan rapidísimo desarrollo, siendo preciso acudir á todo el resto de Alemania y aun al extranjero para lograr el necesario número de brazos.

Y así ha resultado que en 1908, por ejemplo, para un total de 334.733 mineros, 130.000, ó sea el 37 por 100, procedían del Este del país, y 31.875, ó sea un 9 por 100, aproximadamente, eran extranjeros.

Los jornales han crecido paralelamente con gran rapidez, alcanzando al máximo de 4,87 marcos de jornal medio para los peones, y de 5,98 para los del arranque en 1907, debiendo tenerse en cuenta, además, que estas cifras corresponden al importe líquido percibido por minero, después de deducidas ya las primas de los seguros sociales y los gastos de luz en la mina, herramientas, etc.

Los presupuestos que las empresas tienen para atender á los gastos que ocasionan las cargas del seguro social obligatorio, son también muy elevados, especialmente en los años últimos. En fondos para cajas de enfermedad, de asistencia y retiro, seguros contra la invalidez y la vejez y seguros con-

tra accidentes del trabajo, se han empleado las cantidades siguientes, expresadas en millones de marcos:

	1900	1908	1909
Por los patronos.....	28,90	39,71	41,45
Por los obreros.....	21,98	27,41	26,92
	50,88	67,12	68,37

De ellas resulta que el gasto total por obrero, en concepto de seguro obligatorio, ha sido de 196,27 marcos en 1909, contra 195,53 y 164,52 en los dos años anteriores.

Además de esto, los propietarios se han esforzado en mejorar la situación intelectual y social de sus obreros y empleados, por medio de la creación de instituciones privadas de enseñanza y de previsión, como las cajas especiales de socorro para ellos y sus familias, á las que se abonan los gastos de enfermedades, médicos, medicinas, etc.

Merece también mención especial el interés desplegado en lograr la construcción de casas baratas y confortables, y la formación de colonias obreras que responden á todas las exigencias de la higiene, así como también en instalaciones tales como los economatos, escuelas, hospitales y otras varias dedicadas á la educación y protección de los niños.

La prosperidad y el éxito de las explotaciones de esta cuenca se deben en gran parte al concurso colectivo de los propietarios de las minas para atender mancomunadamente á la defensa de sus intereses mediante la acción constante y continua que les ha dado siempre una gran fuerza.

Reconociendo la importancia y eficacia de la unión, se fundó ya en 1858 una *Sociedad para la defensa de los intereses mineros en el distrito hullero de Dortmund*, cuyo domicilio social se fijó en Essen. La eficaz acción de esta Sociedad pudo comprobarse desde sus comienzos, sobre todo en el terreno técnico y económico, y también en relación con las leyes sociales.

De acuerdo con ella, se fundó más tarde, en 1873, el *Sindicato Rhenano-Westfaliano para la exportación de la hulla*, y después otras varias asociaciones con finalidades especiales, tales como la venta de briquetas, la del cok, etc.

En Febrero de 1893, después de muy laboriosas discusiones, se llegó á constituir el *Sindicato hullero Rhenano-Westfaliano*, que desde entonces se ocupa activamente en reglamentar la extracción, precios y ventas de toda clase de carbones. Este sindicato, según su escritura de constitución, debe ser renovado ó disuelto el año 1915, y como desde su fundación se han establecido nuevas explotaciones mineras que no están afiliadas á él, no se sabe aún lo que habrá de ocurrir en aquella fecha, aunque se confía en que seguirá en vigor durante algunos años más, prestando á los intereses hulleros de la comarca, servicios tan importantes como actualmente.

Por lo que concierne á la industria siderúrgica, consignaremos en primer término que la preparación del hierro en el Imperio alemán data de muy remota antigüedad, pues son muchos los vestigios que demuestran que sus habitantes conocían la fabricación del hierro en épocas muy lejanas, habiéndose encontrado útiles y herramientas de este metal en sepulturas de la Edad de bronce y aun en algunas de la Edad de piedra.

Está también perfectamente comprobado que los romanos y los celtas explotaron los minerales de hierro del Eiffel, del Hunsrueck, de los distritos del Lahn y del Dill y de la cuenca de Aquisgran.

En los comienzos de la Edad Media, el aprovechamiento de la fuerza motriz producida por los saltos de agua fué substituyendo poco á poco al esfuerzo humano y al de los animales domésticos, en el trabajo de mover las máquinas soplantes y los martillos-pilones, naciendo así la verdadera industria siderúrgica, que fué trasladando sus fábricas de las montañas á los valles para instalarse en las orillas de los ríos, que habían de ser su fuente de energías.

El hierro forjado se preparaba en pequeñas masas, en forjas catalanas, pero no se llegó á obtener el metal fundido por medio de máquinas soplantes hasta el fin de la Edad Media, en que se descubrió la preparación del lingote.

La obtención del hierro sufrió luego grandes modificaciones por la transformación de los hornos primitivos pequeños, que á lo sumo tenían 1,50 metros de altura, en los que luego

habían de llamarse hornos altos, abandonándose desde entonces la preparación directa del hierro partiendo de sus minerales.

La producción del lingote por los primeros procedimientos conocidos constituye el punto de partida de una nueva era de la industria siderúrgica. Sin embargo, el paso decisivo para llegar á su completo desarrollo se ha dado después, cuando se substituyeron la fuerza hidráulica por la del vapor y el carbón vegetal por la hulla; desde entonces, en todos los países, el carbón y el hierro constituyen las bases más firmes de toda actividad y desenvolvimiento industrial.

El primer horno alto de fusión por cok en el Continente europeo fué construído en 1796, después de haberse abandonado en Inglaterra el empleo del carbón vegetal; mas la transformación completa de los antiguos procedimientos hubo de operarse muy lentamente.

Todavía en 1842 la mayor parte del hierro producido en Alemania se obtenía con carbón vegetal, y solamente un 10,8 por 100 de la producción del país procedía de hornos donde se utilizaba el cok ó combustibles mezclados.

En 1850 se obtenían ya en Alemania 295.346 toneladas de lingote, cantidad que hoy se produce en una semana próximamente, lo que da idea del desarrollo de esta industria.

En 1860 se fabricaron 587.024, para llegar en 1870 á la cifra de 1.391.124 toneladas, siendo en aquella fecha la producción del mundo entero 12.146.000 toneladas, es decir, 800.000 menos que las de lingote obtenidas en Alemania en 1909.

El siguiente cuadro contiene las cifras de la producción alemana desde 1870 á 1909.

1870	1.391.124	1902	8.529.900
1875	2.029.389	1903	10.017.901
1880	2.729.038	1904	10.058.273
1885	3.707.275	1905	10.875.061
1890	4.387.504	1906	12.292.819
1895	5.464.501	1907	12.875.159
1900	8.520.540	1908	11.805.321
1901	7.880.088	1909	12.917.653

Como se ve, el mayor desarrollo se ha obtenido después del año 1880, creciendo en forma tal que en los últimos catorce años se ha duplicado, alcanzando la enorme cifra de cerca de 13 millones de toneladas.

La producción de acero sigue análoga marcha, pasando desde 6.645.869 toneladas en 1900, á 12.049.834 en 1909.

Tan brillantísimo crecimiento de la industria siderúrgica alemana se debe, en primer término, al espíritu de asociación enérgico y constante que animó á todo el país á raíz de la unificación política, y que, á pesar de la crisis del 70, logró vencer las enormes dificultades del momento, para seguir en su desarrollo hasta un grado tal de prosperidad que resultan bien evidentes las consecuencias de la constancia en el trabajo en aquel país, digno de toda admiración y respeto.

El procedimiento de desfosforación, ideado por Thomas hacia fines de 1870, fué el principio de las grandes producciones de hierro y acero, sobre todo en la zona extrema del Oeste del Imperio, donde se crearon grandes establecimientos fabriles, así como en Luxemburgo, ampliándose también las instalaciones de las fábricas antiguas, con lo cual la siderurgia alemana adquirió tal importancia y tal capacidad productora que ha llegado á ocupar el segundo lugar entre todas las naciones.

Actualmente la producción del lingote en Alemania excede á la de Inglaterra en un 30 por 100, y la de acero es casi el doble, no siendo superada más que por la de los Estados Unidos; pero, para que la comparación fuera más precisa, habría que tener en cuenta la extensión de los dos países y sus cifras de población.

La producción de hierro y acero tiene su límite impuesto por el consumo, es decir, por la posibilidad de vender las cantidades producidas, siendo necesario distinguir en las ventas la parte que queda en el país y la exportación al extranjero.

El consumo de productos siderúrgicos en Alemania, calculado sumando á la importación del lingote y de hierro y acero, la producción de los hornos altos del país y deduciendo de esta suma la exportación de manufacturas análogas, á

cuyas cifras se debe agregar un 33 por 100 para que venga expresada en lingote, se indica en el siguiente cuadro:

Años.	Toneladas.	Consumo por habitante.
1880	1.752.534	39,3
1885	2.616.973	56,7
1890	3.920.951	81,7
1895	3.741.349	71,7
1900	7.377.339	131,7
1901	5.102.508	90,3
1902	4.405.993	76,6
1903	5.762.669	98,1
1904	6.701.259	112,2
1905	7.053.467	116,4
1906	8.278.839	134,9
1907	9.020.196	145,1
1908	6.891.222	109,4
1909	7.426.731	116,2

Se ve, pues, que el aumento de consumo por habitante no solamente ha progresado en cifras absolutas, sino que ha crecido de una manera considerable con relación al aumento de población; testimonio evidente del mayor bienestar y cultura del país.

Pero aun teniendo en cuenta este gran crecimiento del consumo, se ve también que hay un importante exceso de producción, por lo que ha sido preciso buscar mercados en el extranjero para conseguir exportarlo.

Los siguientes cuadros dan las cifras de lo que la siderurgia alemana ha importado y exportado en los últimos diez años:

Años.	Lingote y tocho.	Productos laminados.	Productos diversos.	Maquinaria
<i>Importación en miles de toneladas</i>				
1900	830	76	78	99
1901	296	43	39	68
1902	177	52	39	50
1903	220	54	42	59
1904	240	57	46	75
1905	205	69	50	76
1906	529	143	49	80
1907	616	143	54	89
1908	409	103	47	76
1909	327	90	42	68

Exportación en miles de toneladas.

1900	224	928	396	235
1901	506	1.407	433	214
1902	1.153	1.676	480	219
1903	1.165	1.767	546	248
1904	712	1.500	557	266
1905	971	1.781	606	301
1906	978	1.983	697	296
1907	623	2.241	569	322
1908	893	2.236	602	358
1909	1.120	2.315	609	331

Para llegar á estos resultados ha sido necesario, algunas veces, vender á los países extranjeros á precios inferiores á los de coste, haciendo sacrificios considerables para obtener nuevos mercados. Por otra parte, no puede tampoco desconocerse que se hubiera llegado á una situación difícil si los industriales alemanes, merced á la asociación y á la creación de sindicatos, no hubieran conseguido regularizar los precios y la producción, tanto para el consumo como para la exportación.

En 1.º de Marzo de 1904, los grandes establecimientos productores de hierro y acero, incluidos en el Zollverein ale-

mán, se unieron para formar el *Stahlwerksverband* (Unión de fabricantes de acero), cuya existencia fué prorrogada por un nuevo plazo de cinco años en 30 de Abril de 1907, Asociación que se ocupa en la venta de la producción total del tocho, productos intermedios, carriles y hierros laminados de más de 80 milímetros de altura en la sección.

La clasificación en productos distintos de los de esta especie (productos A.), es en la actualidad la siguiente:

Blooms	1.365.893 toneladas.
Carriles	2.420.122 »
Hierros de varios perfiles.....	2.411.483 »

Total de productos A..... 6.199.498 toneladas.

Los productos B. se dividen en los grupos siguientes:

Laminados	3.667.766 toneladas.
Alambres de hierro.....	730.658 »
Chapa	983.494 »
Tubos	146.672 »
Piezas forjadas.....	641.196 »

Total de productos B..... 6.022.119 toneladas.

Estos productos no se venden ni cotizan por el *Stahlwerksverband*, sino por las mismas fábricas directamente, á no ser que estén afiliadas á otros Sindicatos especiales.

Los principales distritos productores son actualmente los siguientes: el distrito del Bajo Rhin y de Westfalia, el de Siegerland y Nassau, el de la Sarre, el de Lorena y Luxemburgo y el de Silesia, á los que hay que añadir ciertas fábricas siderúrgicas que tienen por base de su consumo minerales del extranjero, y que están situadas en el Báltico y en el mar del Norte y otros centros como Peine y George Marienhütte en Hannover y Maximilianshuetten en Baviera y Sajonia, que consumen minerales procedentes de yacimientos próximos.

El cuadro siguiente indica cómo se distribuye la producción por regiones y distritos:

	1902	1908	1908
	%	%	%
Distrito Rhenano-Westfaliano, sin la Sarre y Siegerland.....	39,0	41,87	42,99
Siegerland, Lahn y Hesse-Nassau..	6,5	5,14	4,82
Silesia	8,1	5,85	6,57
Este y Centro de Alemania.....	5,6	5,22	5,33
Baviera, Wurttemberg y Turingia...	1,6	1,77	1,63
Distrito de la Sarre.....	39,2	8,68	8,77
Lorena y Luxemburgo.....		29,47	29,89

Como actualmente se están instalando grandes fábricas en Luxemburgo y en Lorena, es probable que estas proporciones varíen considerablemente dentro de algunos años, en beneficio de la zona Oeste de Alemania y á expensas de la del Este, resultando al mismo tiempo un importante aumento de producción.

No obstante las cifras á que se ha llegado, es de creer que la industria siderúrgica alemana tendrá todavía porvenir próspero, porque no hay razón para que los países extranjeros, que son hoy sus principales mercados, cesen de abastecerse allí, y tampoco es probable que disminuya el consumo.

Por otra parte, la reciente crisis norteamericana ha de ser pasajera, y la siderurgia mundial adquirirá nuevo impulso y mayor progreso.

En España no se reflexiona lo bastante sobre esta cuestión de suma trascendencia, y, por desgracia, nuestras estadísticas producen impresión bien triste, cuando se comparan sus cifras con las que acabamos de exponer, siendo lo más sensible el que no aparezca bien justificado el lamentable atraso en que nos hallamos.

Consignaremos ahora, para terminar este bosquejo descriptivo, algunos datos relativos al tráfico industrial del Bajo Rhin, como complemento á los que van expuestos sobre las industrias hullera y siderúrgica de la comarca en que se ha celebrado el Congreso, y que son sin duda alguna interesantes, ya que dan á conocer el desarrollo creciente de esta parte de Alemania, considerado desde otro punto de vista distinto.

Durante algunos siglos fué el Rhin un importante medio para el transporte de mercancías; pero el tráfico decayó des-

pués lentamente, hasta que, á consecuencia de la guerra de los Treinta años, el comercio y la navegación por esta vía desaparecieron casi en absoluto.

Más tarde, en la segunda mitad del siglo XIX, empezó á crearse la industria del Bajo Rhin, y sus productos, para llegar á los grandes centros comerciales, tuvieron necesidad de utilizar el río como medio de comunicación, reorganizándose el servicio de transporte hacia el mar, volviendo así á adquirir el río su antigua importancia como vía fluvial.

Hacia 1837 era el café el artículo de mayor movimiento comercial de importación por el Rhin mientras que las maderas y el trigo constituían los principales factores del total de la exportación.

En esta época empezaron ya las minas á servirse del río para el transporte de la hulla, utilizándose sus afluentes para poner en comunicación unas con otras.

El Ruhr transportaba en aquella fecha unas 400.000 toneladas, y el Lippe unas 700.

En 1850, la hulla transportada por el Rhin llegaba ya próximamente al millón de toneladas; en 1875 pasaba de los 2.000.000; en 1883 excedía de 3.000.000, y en 1907 se elevaba esta cifra hasta 11 millones de toneladas.

Esto demuestra la utilidad incontestable del Rhin para las minas de carbón de la cuenca Rhenano-Westfaliana y los grandes servicios que les presta, porque no solamente sirve para transportar la hulla de la cuenca del Ruhr en el Bajo Rhin y hacia los puertos de Holanda, sino que se utiliza también para enviar el carbón á la región del Alto Rhin, especialmente á Mannheim, y recientemente se ha ensayado el llevarlo hasta más allá de Strasburgo, creándose además, por otra parte, un servicio regular de transportes hacia el mar, con objeto de llevar carbón á Brema y Hamburgo.

Claro es que este importantísimo tráfico no hubiera podido establecerse si no se hubieran construído en las dos orillas del río, cómodos puertos, y si las industrias de la comarca no hubieran estado tan próximas, pues así resulta directa y fácil la comunicación de las minas con las estaciones de embarque.

Además de utilizarse el Rhin para el transporte del car-

bón, sirve también para el de grandes cantidades de productos derivados de la hulla, como la brea, el alquitrán, etc., los cuales son base de importantísimas industrias químicas establecidas al amparo de tan favorables circunstancias. Es igualmente elemento esencial de tráfico considerable de minerales de hierro hacia el interior y de productos siderúrgicos hacia el exterior, cuya exportación se facilita mucho de este modo.

La cifra total de lingote de hierro exportado por la vía fluvial ha sido en 1907 de 365.000 toneladas, de las cuales corresponden á los puertos del Rhin y del Ruhr 176.500. Las expediciones totales de hierros elaborados, por todos los puertos alemanes, han llegado en el mismo año á 904.300 toneladas, y de ellas han correspondido á los citados puertos 734.800.

La navegación del Rhin tiene también gran importancia para el transporte de los productos de las fábricas de maquinaria y para las industrias de pequeños artículos de hierro y acero de la región de Remscheid y de Solingen.

Del enorme crecimiento de la industria Rehnano-Westfaliana, sólo comparable al desarrollo de los Estados Unidos, ha resultado un intenso aumento de la población del país, siendo también el Rhin el que transporta, en gran parte, los víveres necesarios para ella.

En el decenio de 1895 á 1905 la población de los seis distritos de la comarca aumentó en 812.000 habitantes, ó sea en un 62 por 100, elevándose la importación de los trigos destinados á las fábricas de harinas por Duisbourg-Ruhrort en un 41 por 100, ó sea en 118.200 toneladas, lo que comprueba la afirmación hecha anteriormente de la utilidad del Rhin para el transporte de los víveres necesarios al abastecimiento de aquel país industrial.

Todo ello se ha conseguido construyendo importantes puertos capaces para un gran número de barcos, y en comunicación fácil con los grandes centros de producción. Los puertos industriales que tienen mayor importancia en el Bajo Rhin son Ruhrort y Duisbourg-Hochfeld como puertos privados, y, además, Alsum-Schwelgern Walsum, Düsseldorf, Emmerich, Krefeld, Uerdingen y Wesel. Su tráfico total medio, en los últimos diez años del siglo XIX, fué de 7 millones de toneladas y ha crecido hasta el punto de que el de Ruhrort, que tenía entonces un mo-

vimiento de 3 y medio millones de toneladas, llega hoy á los 14 millones próximamente, es decir, que excede en mucho al tráfico comercial de Brema, que es de 9 millones de toneladas, siendo poco menor que el de Hamburgo, cuyo movimiento llega casi á 16 millones de toneladas.

CAPÍTULO III

EL CONGRESO DE DÜSSELDORF DE 1910

La solemne sesión de apertura de este Congreso tuvo lugar el lunes 20 de Junio en la Kaisersaal de la Tonhalle de la ciudad de Düsseldorf; ocupó la mesa presidencial el ilustre y venerable Presidente del Comité de organización Sr. Bergrat Kleine, y á su lado tomaron asiento los miembros del Comité y los representantes oficiales del Gobierno alemán y de los países del extranjero.

El Presidente inauguró el Congreso con un brillante discurso, que fué recibido con grandes muestras de aprobación. Comenzó el orador dando la bienvenida á los congresistas, que de todas partes habían acudido para asistir á las sesiones, y manifestó que, á consecuencia del acuerdo recaído en la de clausura del anterior Congreso de Lieja de 1905, el actual había sido organizado por la *Verein zur Wahrung der bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund* (Sociedad para la protección de los intereses mineros en el distrito de las minas de Dortmund) y por la *Verein Deutscher Eisenhüttenleute* (Sociedad de la Siderotecnia alemana), las cuales, durante un año, habían dedicado al objeto toda su atención.

Consignó luego, que el número de miembros del Congreso que habían aceptado la invitación, alcanzaba la cifra de 1.762, de los cuales 634 eran extranjeros, distribuyéndose, en relación con las distintas secciones del Congreso, en la forma siguiente: 1.141 en la sección de Minas, 1.140 en la de Metalurgia, 939 en la de Máquinas y 784 en la de Geología.

Desde 1905, agregó el orador, las industrias minera y metalúrgica se han desarrollado de una manera grandiosa: en todas partes se ensayan los medios de reducir el consumo del combustible, bien por procedimientos más económicos que los anteriormente usados, bien utilizando la fuerza de los saltos de agua, á pesar de lo cual, la extracción de carbón aumenta incesantemente. Estimó la producción actual de combustibles minerales en más de 1.100 millones de toneladas; la de las menas de hierro avanza también á pasos agigantados para abastecer á los hornos altos, los cuales, á pesar de la baja de 1908, producen hoy un 15 por 100 más que en 1905; y como la población del mundo no crece con la misma rapidez, se traduce esto en un aumento en consumo de hierro por habitante; y sabido es que el consumo de hierro es el testimonio más claro de la civilización y del progreso de los pueblos.

«Los esfuerzos para dar salida á la producción, añadió, no se detienen ante las fronteras políticas ni ante los derechos arancelarios: se vive, puesto que se lucha, pero el suavizar las condiciones de esta lucha entre los pueblos y entre los hombres es el fin principal de estos Congresos.»

Terminó su brillante discurso dando de nuevo las gracias por su asistencia á los miembros del Congreso; y después tomó la palabra el Ministro de Comercio de Prusia, Sr. Sidow, el cual, luego de saludar á los congresistas, explicó el alcance de estas Asambleas científicas, y justificó su carácter de internacionalidad por las ventajas técnicas y materiales que resultan como consecuencia de la reunión de gran número de industriales y hombres de estudio, que así encuentran ocasión de comunicarse sus investigaciones mutuas, estableciendo al propio tiempo entre sí relaciones muy valiosas.

Después de este discurso, también muy celebrado, se procedió á la constitución del Comité de Honor, del que formaron parte los representantes de los países extranjeros, dándose con esto por terminada la solemne ceremonia de apertura del Congreso.

Inmediatamente después se reunieron las Secciones, dando comienzo al trabajo científico.

TRABAJOS DE LAS SECCIONES

SECCIÓN DE GEOLOGÍA APLICADA

En esta Sección se han presentado gran número de Memorias, algunas de las cuales revisten interés puramente especial, pues se refieren á estudios geológicos particulares de determinadas comarcas: otras, en cambio, tratan problemas generales de Geología ó materias que pueden tener aplicación en nuestro país. Daremos idea de ellas, extractando los trabajos originales con más ó menos extensión, según la importancia de los temas tratados.

En el lugar correspondiente va incluido el trabajo que con el título «El wolfran ibérico» presentó al Congreso el Ingeniero Jefe del Cuerpo de Minas, que suscribe, D. Rafael Sánchez Lozano.

Los extractos de las Memorias van á continuación:

Principios de la circulación del agua en el suelo y en el subsuelo, y sus aplicaciones, por el Profesor René d'Andrimont, de Lieja.

El estudio de la circulación del agua en el suelo y en el subsuelo comprende tres divisiones:

El período de los cambios.

El período de descenso.

El período de la circulación en las capas permeables.

Los factores que regulan la circulación no son idénticos en cada uno de estos períodos.

El agua se encuentra impregnando á los terrenos por cuatro modos distintos:

En el estado capilar.

En un estado intermedio.

En estado pelicular.

En estado aparentemente seco.

Durante los tres períodos de circulación, se pasa del uno al otro de estos cuatro estados.

El estudio de las leyes de la circulación del agua en estas diversas condiciones durante el período de los cambios, revela la manera cómo se completa la nutrición de las plantas, y conduce á una teoría racional para las irrigaciones y avenamientos.

La circulación del agua al estado pelicular detiene á los microorganismos.

Origen de los sedimentos hulleros plásticos y de los cantos erráticos hallados en la Cuenca del Norte de Francia, por el profesor Dr. Ch. Barrois, miembro del Instituto de Lila, de Lila.

Después del examen detenido de muchos cantos erráticos, encontrados en el terreno hullero del Norte de Francia, deduce M. Ch. Barrois que ninguno de ellos procede del macizo paleozoico cambro-devoniano de las Ardenas. Este macizo no se encontraba emergido en la época hullera.

El cinco por ciento de los referidos cantos pertenece á un macizo cristalino distante, desconocido todavía, y el otro 95 por 100 á elementos procedentes de los derrubios del mismo terreno hullero.

Los factores esenciales de la acumulación de los sedimentos en la cuenca carbonífera fueron las estratificaciones transgresivas allí observadas y las denudaciones de las capas hulleras inferiores operadas durante el transcurso del período hullero.

Los recursos del mundo en minerales de hierro y su distribución, por el Profesor Dr. Beyschlag, Geh. Bergrat, Director del Instituto Real Geológico de Prusia, de Berlín.

Después de consignar el autor en su Memoria la importancia que para todo país tiene la formación de un inventario de sus más importantes recursos naturales, trata extensamente de los resultados del procedimiento de orientación preconizado por el Comité ejecutivo del XI Congreso Geológico Internacional de Estocolmo de 1910 para la evaluación de los centros mineros de hierro del mundo entero.

Hece notar que, en la reciente publicación del Congreso, los criaderos de hierro del mundo, por lo que concierne á la cantidad de mineral que contienen, se subdividen en tres categorías; la primera comprende las cantidades correspondientes á los yacimientos cubcados, la segunda las cubcaciones probables, y la tercera las cantidades cuya existencia se estima como posible.

Estas restricciones, en la forma de apreciar en cifras puramente, los yacimientos de mineral de hierro, se presta á la crítica, ya que la importancia económica de un criadero de hierro no depende exclusivamente de una extensión y de una capacidad expresadas en cifras, sino también de otros varios factores de naturaleza diversa.

Es conveniente llegar no solamente á una estimación numérica, sino también al valor verdadero de utilización de los yacimientos.

Seguidamente divide el conferenciante los países, basándose en las cifras que se consignan en la Memoria del Congreso, en los tres grupos siguientes: El primero con siete comarcas con yacimientos conocidos que se estiman con más de mil millones de toneladas de mineral; el segundo, con siete Estados con más de cien millones de toneladas, y el tercero, con una reserva variable entre cien millones á un millón de toneladas.

Signe luego un examen relativo á la estimación de los yacimientos de mineral de hierro de estos países.

Llama especialmente la atención acerca de la pobreza manifiesta en menas de hierro utilizables de ciertas partes del mundo; es de suponer, según el conferenciante, que en Africa, Asia y Australia haya que admitir efectivamente tal pobreza, no como resultado del estudio insuficientemente profundo de estos territorios, sino porque en realidad no exista en ellos el mineral (1).

A un inventario de yacimientos en la forma establecida

(1) En la parte septentrional de Marruecos, se han reconocido últimamente yacimientos de hierro de verdadera importancia: el de Benibuirfur, con más de tres millones de toneladas á la vista, de excelente mineral, se está preparando para comenzar en breve su explotación. (Nota de los Autores.)

debe seguir una comprobación complementaria desde el punto de vista de la economía de los criaderos. A este efecto, puede servir de modelo el libro publicado recientemente por el Instituto Geológico del Estado de Prusia, relativo á las regiones ferríferas de Alemania.

En esta publicación figuran las dimensiones respectivas de los yacimientos en dependencia directa de las facilidades de utilización, y así se obtienen las siguientes categorías distintas:

1.º Minerales de hierro que pueden ser explotados en las condiciones actuales. (Yacimientos de primer orden.)

2.º Minerales de hierro cuya explotación se halla subordinada á algunas condiciones previstas, y fácilmente realizables. (Yacimientos de segundo orden.)

3.º Minerales de hierro cuya explotación depende de múltiples condiciones previstas y menos fácilmente realizables (Yacimientos de tercer orden.)

Esta división, aplicada á Alemania en lo referente á los yacimientos de primero y segundo orden, representaría las cantidades siguientes, en millones de toneladas:

	Primer orden	Segundo orden.
a) Distrito del Centro de la Lorena alemana.....	1.830	500
b) Distrito de Ilsedi.....	243	30
c) Distritos del Land y del Dill.....	166	92
d) Siegerland.....	100,3	15,4
e) En los demás Distritos (Harz, We-sergebirge, Thuringen, Alta y Baja Silesia).....	195,7	430

Seguidamente formula el conferenciante su opinión de que, salvo forzadas descentralizaciones de las zonas de producción de hierro, no se presentarán en el mercado mundial nuevos países preponderantes en la obtención de mena de esta clase; la situación actual habrá de modificarse por varios conceptos, siendo preciso recurrir al aprovechamiento de otros minerales más pobres, y después, en lugar de fábricas de hierro se crearán industrias de perfeccionamiento.

Yacimientos auríferos de Abisinia y de Eritrea, por Celso Capacci, Ingeniero de Minas, de Florencia.

Los distritos auríferos de Abisinia pueden agruparse de la manera siguiente:

Región de Takale, en el Kordofan.

Idem del Sennaar y Fazkol, en el Sudán.

Idem del Wallaga, en Goggiam.

Idem del río Ueri, en la Agamea.

Las minas de Wallaga se extienden alrededor del pueblo de Nejo, y se componen de cierto número de filones de cuarzo blanco aurífero, encajados en las pizarras filádicas antiguas.

En la región del río Ueri, una Comisión dirigida por Moratti ha descubierto en el valle del arroyo Berac, afluente de aquél, á Levante de Adua, un haz de filones auríferos.

En la cuenca del Mareb los yacimientos más conocidos son los de Dase y Cullucu, cerca de Barentu. Sigue luego el distrito de Tucul, y subiendo al Mareb superior encuéntrase muchos filones cerca de Törat, en el valle del Gaala.

La elevada meseta de Asmara comprende gran número de filones auríferos, siendo los más notables los de Zazega, Az Gabru, Ad Consi, Regina Saba, Az Nefas, Uara y, sobre todos, los de Sciumeghelle y Medrizien. Esta última mina ha alcanzado últimamente un desarrollo considerable, se han hecho en ella instalaciones y está ya en el período de producción regular.

En el valle de Anseba, á media jornada al Norte de Chereu, se ha puesto de manifiesto un grupo de filones auríferos cerca de Tofalaba, Seroa, Arrua, Zamatro y Anjahai.

Más al Norte, en la región de los Ad Teclas, se ha descubierto un filón, y, finalmente, un yacimiento importante aparece en el valle del Gaarfi al NE. de Agordat.

Acerca de todos estos yacimientos, da el autor informaciones técnicas é industriales que ponen de relieve el interés que ofrecen los criaderos auríferos del Africa del Norte.

La tectónica del Bajo Rhin y sus relaciones con el desarrollo de la formación lignitífera, por el Dr. Fliegel, Geólogo del Kgl. Geologischen Landesamt, de Berlín.

La cuenca del Bajo Rhin, rellena por depósitos terciarios y diluviales, tiene un substratum de origen mesozoico. Debe su forma morfológica y caracteres geológicos actuales á los movimientos tectónicos que tuvieron lugar, casi sin interrupción, en la región del Bajo Rhin, á partir de la época del oligoceno superior, durante todos los períodos geológicos.

El hecho de que los movimientos orogénicos se produjeran al mismo tiempo que los depósitos de las capas correspondientes es de importancia capital en la formación de los diferentes tramos terciarios del Bajo Rhin.

Por consecuencia de las influencias tectónicas se manifiestan diferencias primordiales muy notables en la formación del terciario en comarcas muy próximas entre sí.

Los movimientos de los macizos se han ocasionado, por lo general, merced á fracturas escalonadas hacia el N.-NO. En la curva que forma el Bajo Rhin puede comprobarse, junto á la formación lignitífera miocena que se prolonga á lo lejos hacia el Oeste, en el profundo hundimiento del valle del Ruhr, la presencia, más lejos todavía hacia el Oeste, de capas pliocenas también con lignitos, que alcanzaron un espesor de cerca de 400 metros.

Entre ellas merecen citarse las de los lignitos del Luxemburgo.

La formación lignitífera miocena se desarrolla de una manera típica en la orilla izquierda del Rhin á lo largo de la «Ville» (ó colinas bajas).

Se interrumpe al Oeste por la garganta del Erft, de suerte que el macizo del Ruhr-Erft aparece á modo de escalón que conduce á la depresión profunda del valle del Ruhr, donde el plioceno alcanza ya tan gran espesor (en oposición al muy reducido que este terreno tiene en la «Ville») que la formación lignitífera no ha podido atravesarse todavía por los sondeos.

Las fallas del Noroeste aparecen cortadas, en la región de los macizos de Erkelenz-Grevenbroich, por un sistema de frac-

turas E.-O., de suerte que el macizo del Ruhr-Erft resulta perfectamente limitado al Norte por una zona amplia, en la cual se observa un conjunto de «horts» estrechos y separados entre sí por hundimientos prolongados (gräben) que ponen de manifiesto el mioceno á profundidad mínima de unos 40 metros en esta comarca.

Al Norte de esta región, la formación lignitífera vuelve á presentarse á nivel más profundo y, al parecer, se encuentra exclusivamente en los hundimientos que se prolongan entre los «horts» del oligoceno marino superior de Bruggen, de Viersen (dirección N.-NO.), y la continuación al SE. del «horts» de Krefeld. En estos hundimientos, la formación lignitífera disminuye muy rápidamente de espesor hasta llegar al límite por la parte del Norte.

La extensión de cada uno de los pisos miocenos, en particular, está también limitada tectónicamente: así, por ejemplo, el horizonte principal lignitífero del mioceno inferior, al cual pertenece la potente capa de la «Ville», se halla cortado al Norte del «Vorgebirge» por una falla que va desde Frechel á Nieder-Aussen, reemplazado por las arenas del mioceno medio. En los hundimientos de la región del macizo de Erkelenz-Grevenbroich no aparecen las capas lignitíferas y los sondeos no han encontrado más que las arenas cuarzosas del mioceno medio.

En fin, las influencias tectónicas sobre el desarrollo de la capa en sí misma aparecen bien manifiestas, ya que la masa principal de la potente capa miocena del «Vorgebirge» se halla formada por un substratum autóctono de suave buzamiento, mientras que el combustible de las capas pliocenas del valle del Ruhr, con sus extraordinarias variaciones en número, forma y espesor, principalmente en la parte del Oeste, no puede ser considerado más que como una hulla alotóctona acumulada por las aguas corrientes procedentes de aquellos macizos en vía de formación.

Todas estas condiciones tectónicas, según se ha demostrado, no sólo tienen interés puramente científico, sino también evidente significación práctica.

Los depósitos hulleros de Westfalia y del Bajo Rhin, desde el punto de vista de su tectónica, según los datos más recientes, por el Asesor de Minas Kukuk, Geólogo de la Berggewerkschaftskasse de Westfalia, de Bochum.

Se trata en este trabajo del estudio del carbonífero del Ruhr y su prolongación por el NO.-N. y NE., basado no solamente en el desarrollo de los conocimientos relativos al mismo ya adquiridos, sino también en los datos que arrojan el examen de los trabajos mineros y sondeos practicados en estos últimos años, y, además, el de las depresiones y mesetas características en relación con los pliegues holandeses á los cuales son paralelas.

Se consignan seguidamente las investigaciones relativas á las alteraciones de todo género en los plegamientos de la formación carbonífera y se trata muy especialmente de los saltos transversales ocurridos en la época herciniana con la consiguiente formación de «depresiones», «horts» y «mesetas escalonadas».

Como casos especiales de esta suerte de accidentes pueden considerarse: la depresión de Kornisborner, el «horts» de Kamen, la depresión de Prusia, la de Dortmund, la de Marl, la de Königsgrube, y el «horts» y la depresión de Ems, accidentes todos que se señalan adecuadamente en un mapa tectónico del autor.

En otro capítulo ó sección se trata de la tectónica de la región NO. y N. de la zona minera donde la formación se presenta en retazos ó trozos sueltos por consecuencia de determinados fenómenos de geología dinámica que el autor consigna y que se conocen en los retazos que ponen en relación el carbonífero de Aquisgran con el del Ruhr.

Las capas del Trias y, sobre todo, las del Permiano (Zechstein) por consecuencia de repetidos movimientos ocurridos en las épocas geológicas antiguas y recientes, fueron también dislocadas varias veces, y así se explica el retroceso de las líneas límites del Trias y Días meridional; hacia el Norte en los «horsts» y hacia el Sur en las depresiones, según puede comprobarse, á grandes rasgos, por el examen de la citada carta de conjunto.

El aspecto del carbonífero en la región no es, cual antes se admitía, el de un país surcado por valles y hasta por barrancos profundos, sino que más bien afecta la forma de mesetas escalonadas, siendo las más altas las que corresponden á los «horsts», y los puntos más bajos á las depresiones.

Como ejemplos característicos, pueden citarse: la depresión de Marler, el «horst» de Dorsten, la depresión de Kirchhellen, el «horst» de Hiesfeld y la depresión de Dinslaken.

Termina el autor haciendo referencia á la constitución de las dos ramas que allí presenta la formación hullera, distintas en su génesis, y determina las causas que han contribuído á las irregularidades de cada una de ellas.

El Wolfran Ibérico, por el Ingeniero Jefe de Minas don Rafael Sánchez Lozano, del Instituto Geológico, de Madrid.

En la región occidental de la Península Ibérica, tanto en España como en Portugal, se encuentran muchos yacimientos de tungsteno, concentrados casi siempre en la periferia de determinados macizos de granulitas, y también encajados en estas rocas hipogénicas. En general, tales yacimientos son demasiado pobres en tungsteno, y no se pueden explotar con provecho porque el mineral que contienen (wolframita ó scheelita), si bien específicamente suele ser muy rico en ácido túngstico, se encuentra por lo común distribuído muy irregularmente en los yacimientos, ya formen éstos verdaderos filones ó ya sean sencillas fisuras de contracción.

Desde hace algún tiempo se han ejecutado muchos trabajos de investigación y de preparación para reconocer los yacimientos de tungsteno en esta parte de la Península, y se ha podido comprobar así que filones y grietas están rellenos de cuarzo con nódulos, venillas y cristales de wolframita y scheelita, que á veces constituyen zonas explotables muy ricas, mientras que el resto del yacimiento se reduce á cuarzo casi estéril.

La riqueza de los yacimientos wolframíferos de que se trata, depende, pues, de ciertas circunstancias fortuitas que no pueden ser previstas, y, por tal motivo, resulta muy aventu-

rado el tratar de someter al cálculo el beneficio probable que pueda producir la explotación de esta suerte de yacimientos, si previamente no han sido reconocidos mediante trabajos adecuados al efecto.

La región en que están distribuidos los yacimientos de tungsteno que nos ocupan, abarca una extensión superficial de unos 700 kilómetros de longitud por 225 de anchura, aproximadamente, ó sean 157.500 kilómetros cuadrados.

Se encuentran dentro de España en las provincias de Córdoba y Jaén, en Andalucía; Badajoz y Cáceres, en Extremadura; en las de Salamanca y Zamora, y en las de Coruña y Orense, en Galicia. En Portugal están generalmente situados en el Norte del país, desde la provincia de Beira Baixa hasta la de Minho y Tras-os-Montes.

El mineral que se explota es casi exclusivamente la wolframita, por lo general muy pura; sólo en una mina de la provincia de Córdoba, cerca de Montoro, se ha explotado la scheelita.

Los yacimientos más importantes, desde el punto de vista de su mineralización, están formados por fisuras de contracción ó grietas entoquinéticas dentro de la granulita, ó bien en la zona de contacto de esta roca con pizarras cambrianas y silurianas. La masa granulítica agrietada por contracción durante el período de enfriamiento que siguió á su solidificación, muestra así en la superficie repetidas hendiduras que se ven igualmente en las pizarras inmediatas, y que aparecen rellenas de cuarzo ó de pegmatita.

La wolframita ha cristalizado en la pasta cuarzosa de estas grietas, donde se ha distribuido irregularmente, ya en grandes cristales radiales que forman núcleos más ó menos voluminosos, ya en zonas ó manchas donde se concentra y distribuye de manera absolutamente discontinua y variable sin que nadie pueda dar idea, *á priori*, acerca de la extensión de tales manchas, ni tampoco de la intensidad de su mineralización.

Aparte de los criaderos que en la Península se ofrecen en forma de verdaderos filones, se ha podido observar que, cuando se trata de grietas de contracción de poco espesor, suelen estar dispuestas paralelamente, y con frecuencia próximas

entre sí, siendo de notar que en tal caso no pueden considerarse como prácticamente indefinidas en profundidad, como ocurre con los verdaderos filones, ya que se las ve estrecharse paulatinamente hasta desaparecer por completo, ó bien se dividen en ramificaciones que á su vez se subdividen y dispersan hasta perderse definitivamente.

Y debe observarse ahora, que en estos yacimientos especiales es donde se han encontrado, hasta el presente, en España, las mejores mineralizaciones de wolfram, siendo además de notar, por otra parte, que el paralelismo habitual de tal clase de formaciones facilita muy frecuentemente el arranque de los mantos filonianos sucesivos, sobre todo cuando se presentan con leves inclinaciones y el valor del terreno no es muy excesivo, ya que en tales condiciones pueden ser explotados en gran parte ventajosamente á cielo abierto, hasta 10 ó 12 metros de profundidad por debajo del suelo.

Hemos dicho que el mineral de tungsteno que se explota en la Península Ibérica es casi exclusivamente la wolframita, y que la scheelita sólo se ha explotado en una mina de la provincia de Córdoba. En esta mina, situada en el término de Montoro, puede observarse con toda claridad la influencia que ejerce la composición de las rocas que forman la caja de los criaderos en la naturaleza de sus minerales; los filones de cuarzo, que se presentan allí en un elevado cerro, buzando ligeramente hacia el interior del mismo, están encajados en el granito, continuándose al través de las pizarras, y se ha comprobado, en la explotación, que la scheelita se encuentra principalmente en la zona del granito, mientras que, en las pizarras, el mineral es wolframita muy pura.

Es interesante consignar también que los minerales de estaño, tan frecuentes en los criaderos de tungsteno, no se encuentran en la Península Ibérica más que en la parte septentrional de la región wolframífera que hemos descrito, en tanto que faltan casi en absoluto en su extremo meridional.

Obsérvase, en efecto, en Galicia y en las provincias de Zamora, Salamanca y Cáceres, en España, lo mismo que en las del Norte de Portugal, la existencia de filones metalizados por casiterita exclusivamente, otros que también la contienen, pero mezclada con la wolframita, y varios que sólo contienen

wolfram, en tanto que en la región meridional, es decir, en Andalucía, en las provincias de Córdoba y Jaén, no se encuentra la casiterita más que como mineral accidental extraordinariamente escaso.

Los minerales accesorios que, por lo general, acompañan á los de tungsteno en la Península, son las piritas de hierro y cobre y el mispiquel, presentándose, además, accidentalmente los carbonatos y silicatos de cobre, la galena, la apatita, la cuproscheelita y la fluorina.

Con frecuencia se ven algunas muestras de wolframita cubiertas en parte por una costra pulverulenta de color amarillo de limón, de aspecto parecida al ácido túngstico; en ocasiones se encuentran también los filones de cuarzo ó la granulita, profusamente moteados por una materia amarilla parecida igualmente al ácido túngstico; pero habiendo mandado analizar dos muestras de esta substancia, procedentes de dos minas situadas una en Iffanés, en Portugal, y la otra en España, en el valle de la Serena, de la provincia de Badajoz, se demostró que la de Portugal estaba compuesta por óxidos de hierro y de estaño, y la de España casi exclusivamente por el óxido de bismuto.

Los minerales de wolfram, después de sometidos á una preparación mecánica que eleva su ley hasta alcanzar del 65 al 72 por 100 de ácido túngstico, se exportan por los puertos de Oporto y Lisboa, de Portugal, y por los de Málaga y Carril, en España.

He aquí ahora cuál ha sido la producción de minerales de wolfram en España en 1908, según los datos publicados en la estadística oficial minera.

PROVINCIAS	Superficie en hectáreas.	Producción en toneladas.
Badajoz.....	24	36,50
Córdoba.....	50	13,15
Coruña.....	6	51,00
Orense.....	69	1,50
Pontevedra.....	42	101,50
Salamanca.....	21	22,00
TOTAL.....	212	225,65

La producción de wolfram en España, desde el año 1899 hasta el 1908, ha sido, según los datos oficiales:

	Toneladas.		Toneladas.
1899.....	0,151	1904.....	60
1900.....	1,958	1905.....	365
1901.....	6	1906.....	420
1902.....	11	1907.....	385
1903.....	»	1908.....	226

Por lo que á Portugal se refiere, he aquí un cálculo muy aproximado de la producción de wolfram en aquel país.

Producción anual.	Toneladas.
1907.....	560
1908.....	528
1909.....	710

La exportación por el puerto de Oporto, en cifras exactas, ha sido:

	Toneladas.
Exportación en 1907.....	377
— 1908.....	370
— 1909.....	530
Durante cinco meses de 1910....	315

La producción mundial de wolfram durante el perio-

do 1905-1907, según la obra *Mineral resources of The United States*, ha sido:

PAISES	SHORT TONELADAS		
	1905	1906	1907
Inglaterra.....	193	304	361
Nueva Gales del Sur.....	251	270	451
Queenslandia.....	1.585	865	703
Australia del Sur.....	71	»	»
Tasmania.....	36	22	46
Nueva Zelanda.....	64	121	121
Austria.....	65	63	63
Bolivia.....	75	75	75
Francia.....	28	20	»
Alemania.....	42	51	57
Sajonia.....	37	»	»
Portugal.....	320	629	702
España.....	413	222	222
Estados Unidos.....	803	928	1.640
Italia.....	»	28	28
Argentina.....	»	326	507
Siam.....	»	»	10
Estados Malayos.....	»	151	89
Singkep.....	»	»	1
Billiton.....	»	»	41
Australia del Norte.....	»	114	443
Africa del Sur.....	»	9	211
TOTALES.....	3.983	4.198	5.771

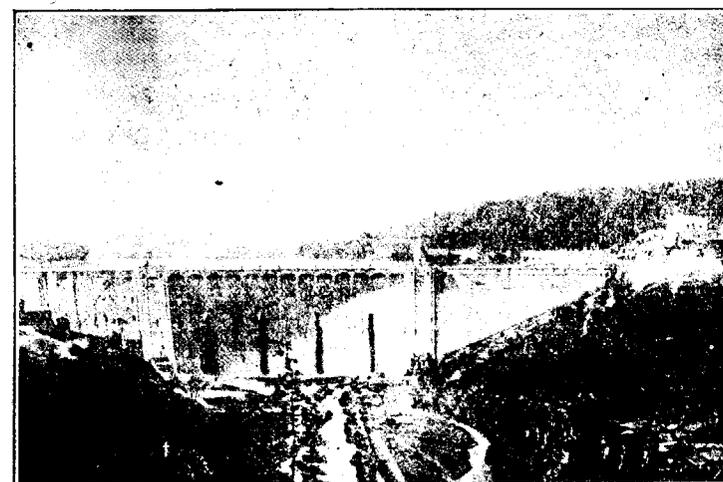
De los precedentes datos se deduce que se puede asignar para España una producción anual de 300 á 400 toneladas, y para Portugal de 600 á 700, sumando, por lo tanto, actualmente lo producido en la Península Ibérica un total de más de 1.000 toneladas anuales, ó sea cerca de la cuarta parte de la producción mundial.

Y si se considera que en el gran macizo granítico ibérico occidental que dan todavía muchos descubrimientos por hacer, y que la explotación racional é industrial de yacimientos wolframíferos está muy lejos de haber alcanzado completo

desarrollo, por falta de los capitales necesarios al efecto, habrá motivo para deducir que el macizo en cuestión bastará, por sí solo, para surtir á las necesidades del mercado europeo.

Los pantanos del distrito del Rhin, especialmente el del valle del Möhne, por M. Link, Regierungsbaumeister a. D., de Essen Ruhr.

En el año de 1904 se terminaron los dos primeros pantanos de los valles adyacentes al Ruhr, con capacidades de 0,70 y 0,45 millones de metros cúbicos, y, aun cuando relativamente

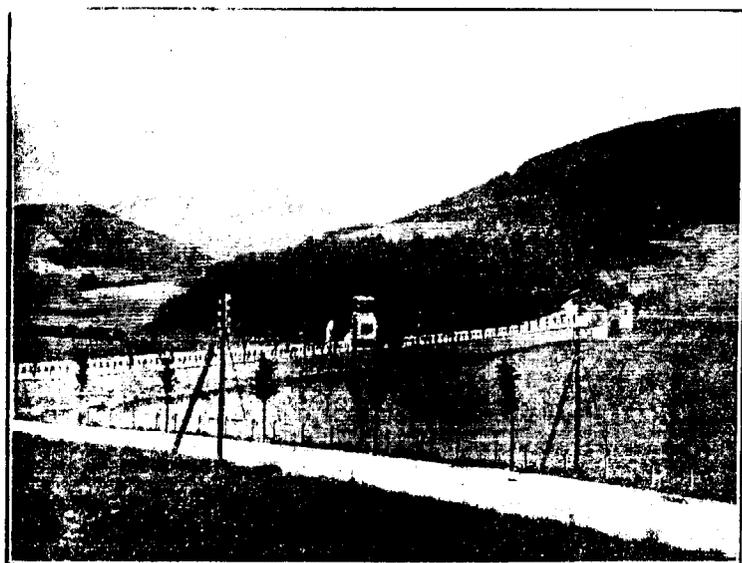


Presa del valle del Ennepe.

pequeños, sirven para aumentar, durante los períodos de estiaje, los caudales de los arroyos de Fuelvecke y Heilembecke, que se aprovechan en diferentes instalaciones hidráulicas, establecidas á lo largo de sus cursos.

El desarrollo enorme de las instalaciones para utilizar las aguas del Ruhr en estos últimos años, ha dado motivo á que la construcción de presas en aquel distrito haya adquirido vuelo extraordinario, sobre todo desde el año 1908 en que se constituyó la *Asociación de los pantanos del Ruhr*. Casi todas

las industrias de la cuenca rhenano-westfaliana aprovechan las aguas del valle del Ruhr, y como de año en año ha ido en aumento la cantidad de agua que se restaba al río, se hizo indispensable el construir nuevos embalses para atender las justificadas quejas de los propietarios de instalaciones hidráulicas, y sobre todo para asegurar de modo permanente el suministro de aguas industriales á la cuenca, evitando así la falta de agua que en todos los veranos amenazaba al distrito, la cual por otra parte llevaba consigo como secuela inevitable, enor-



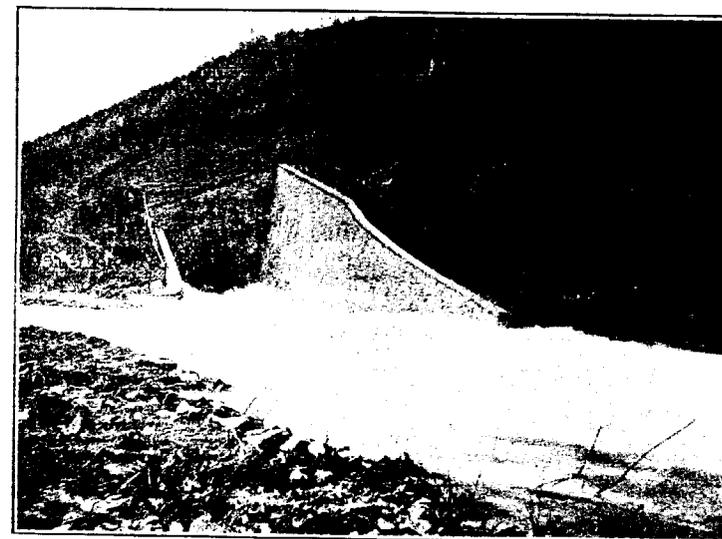
Presa del valle del Henne.

mes peligros para la salud pública y para la marcha de los negocios.

La Asociación de los pantanos del valle del Ruhr comprende casi todas las estaciones de toma de aguas comunales y privadas en dicho valle; su producción total en el año de 1909 fué de cerca de 273 millones de metros cúbicos, y sus estatutos prescriben el facilitar la construcción de presas en el referido valle. Con tal propósito ha prestado auxilio á diferentes Asociaciones que construían presas, para mejorar el rendimiento de sus instalaciones hidráulicas, y así pudieron

llevarse á feliz término las de los valles del Haspe, del Ver-se, del Ennepe, del Glör, del Jubach, del Henne y del Oester. En el período comprendido desde 1900 á 1906 se consiguió obtener en conjunto 31,25 millones de metros cúbicos de embalse. En las presas más antiguas, la Sociedad gasta en subvenciones, hasta la amortización completa, 300.000 marcos por año.

No se consiguió, sin embargo, el obtener así aguas sufi-



Túnel de desviación del pantano del Möhne.

cientos, y en vista de ello la Sociedad se decidió á construir por su cuenta el pantano del valle del Möhne, con capacidad de 130 millones de metros cúbicos, no superada en Europa más que por la de el del Valle del Eder, con 202 millones de metros cúbicos.

La construcción de la presa del Möhne se comenzó en Enero de 1908 y se espera terminar en 1913, ó quizás en 1912.

Este pantano se construyó en la confluencia del Heve con el Möhne. Aguas arriba de la presa, hay un embalse de 2,5 kilómetros de anchura, y, por el Este, se divide el futuro lago en dos brazos que se prolongan en diez kilómetros por el valle

del Möhne y en unos 5 kilómetros por el del Heve, que tiene mayor pendiente.

La cuenca, superior al pantano, mide 416 kilómetros cuadrados, y la cantidad media anual de agua que recibe es de 130 millones de metros cúbicos.

El muro tiene en su coronación 638 metros de longitud, y su mayor altura es de 40,30 metros. Su anchura máxima en la base es de 34,20 metros y en la parte superior, por donde ha de pasar una carretera, tiene seis metros. El macizo, de mampostería, medirá 290.000 metros cúbicos.

Se ha empleado año y medio en la excavación de los cimientos y desviación del río; ésta se ha conseguido mediante un túnel de 350 metros de longitud y 12,5 metros cuadrados de luz.

Las rocas que forman el valle son areniscas, con intercalaciones de pizarras, rocas ambas no muy consistentes, por lo cual se han hecho los cálculos admitiendo una presión reducida de ocho kilogramos por centímetro cuadrado, y así se explica la gran anchura que, en su base, se ha dado al muro.

La presa se está construyendo con piedra que se extrae de tres canteras, distantes de 3 á 14 kilómetros del pantano, y se transporta por un ferrocarril de vía estrecha, construído expresamente, que, luego de terminada su misión, se abrirá al servicio público.

El mortero empleado tiene la composición siguiente: una parte de cemento, tres de cal, cinco de *strass* y 12 de arena, la cual se obtiene, *in situ*, por medio de máquinas trituradoras.

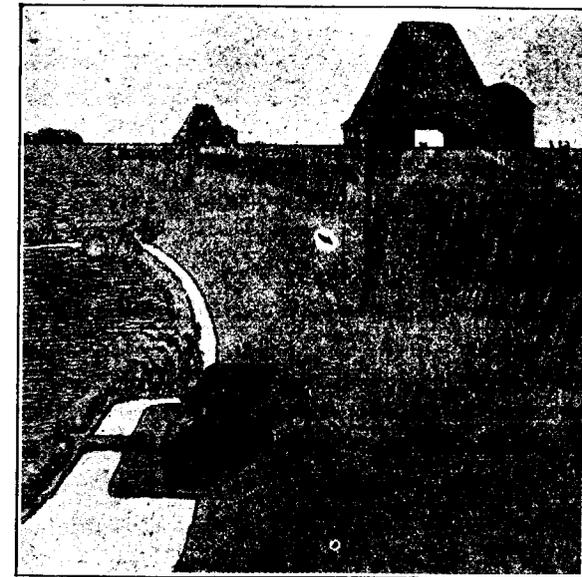
El muro se revestirá por su cara interior y se protegerá con una pared de 60 á 80 centímetros de espesor, cubriéndole además, hasta la mitad de su altura, con una capa de arcilla de dos metros, sostenida por un talud de tierra de 1 : 2.

Para dar salida á las aguas que se filtren se han construído canales de avenamiento, hechos con tubería de grés de 60 centímetros, sin vidriar, que desembocan en los tubos de desagüe.

Cuando esté lleno el pantano, se dará salida al agua por un vertedero de 270 metros de longitud, construído en lo alto

del muro. Por encima del vertedero pasará la carretera, sostenida por 90 arcos.

Hay además siete tubos de 1.400 milímetros de diámetro, de los cuales tres están en el canal de circunvalación y los otros cuatro en el mismo muro; estos últimos van dentro de unos túneles y se cierran por el lado del agua, con tapones de ladrillo en forma de cuña; tienen también un doble cierre de compuertas planas y tubulares, accesible desde unas torres ce-



Vista general del muro de la presa del Mönhe.

rradas en que van las varillas y engranajes de las compuertas.

La presa producirá un salto de agua de 215 HP de fuerza, que se aprovecharán para suministrar luz y energía á los pueblos próximos.

El importe total de la obra, incluyendo las expropiaciones, trabajos auxiliares y pérdida de interés del capital, asciende á 21 millones de marcos.

Además de la presa del Mönhe se está constuyendo desde 1909 la del valle de Lister, que tendrá 22 millones de metros cúbicos de capacidad. Construye esta presa una Sociedad Cooperativa que recibe de la Asociación un subsidio anual

de 100.000 marcos. La presa del Lister se terminará probablemente dos años antes que la del Möhne, y, á partir de este momento, habrá algún aumento en el caudal de agua durante los meses de verano.

En los antiguos pantanos construídos por las Asociaciones se han gastado 12,47 millones de marcos, y, como tienen 32,4 millones de m³ de capacidad, resulta el metro cúbico de agua embalsada á 38,5 pfennigs.

En el pantano del Lister ha descendido el coste del metro cúbico á 18,6 pfennigs, y en el del Möhne á 16,2 pfs.

En el año 1913 estarán probablemente terminadas las obras, y entonces tendrá el distrito once pantanos con una capacidad total de 186,6 millones de metros cúbicos, habiéndose gastado en todo ello 38,2 millones de marcos, y siendo el coste por metro cúbico de capacidad 20,4 pfennigs.

Terremotos artificiales, por L. Mintrop, Markscheider de la Berggewerkschaftskasse de Westfalia, de Bochum.

Bajo la denominación de terremotos artificiales comprende el autor todas las trepidaciones del suelo producidas, no por las fuerzas naturales, sino por la actividad de los seres vivientes, y más especialmente el hombre. El conjunto de todas las vibraciones artificiales constituye las *Perturbaciones locales*, que aumentan con la densidad de población. La importancia de las perturbaciones locales permanentes se acrecienta considerablemente por el movimiento de las calles y de los ferrocarriles. En las regiones industriales, los martinets y martillos-pilones movidos por vapor, las máquinas de todas clases, especialmente los grandes motores con movimiento alternativo á gran velocidad, la intensa circulación en una tupida red de ferrocarriles, producen, en aquellas porciones de la corteza terrestre donde tales elementos se aglomeran, movimientos que se salen del cuadro de las perturbaciones locales propiamente dichas, y que pueden ser objeto de observación.

En los distritos mineros, hay que considerar también como terremotos artificiales los movimientos del suelo debidos á la explotación por pozos.

La estación sísmica de la *Westfälischen Berggewerks-*

chaftskasse investiga, desde un punto de vista práctico, los efectos de las trepidaciones debidas á los terremotos artificiales, por medio de sismógrafos transportables. Para las observaciones, cuyos resultados se consignan en la Memoria presentada al Congreso, se han empleado péndulos horizontales del sistema Wiechert, de construcción especial, con registro fotográfico y aumento de 2.000 á 50.000.

En la primera parte de su trabajo trata el autor de los efectos de la trepidación de dos martinets: uno instalado sobre cimientos de roca dura (caliza traquítica), y el otro sobre el suelo de aluvión de un valle. El choque sobre la roca se obtenía mediante una esfera de acero de 4 toneladas, que caía libremente desde 14 metros de altura. En la Memoria se reproducen los sismogramas originales, tomados en cuatro lugares de observación, situados en diferentes direcciones, á distancias hasta de 700 metros del martinete. Las oscilaciones del suelo se señalan en el diagrama, marcándose perfectamente las diferentes fases en que pueden descomponerse; la fase preliminar, las ondas principales y la fase final se presentan claramente separadas, de suerte que el conjunto del sismograma es semejante en todas sus fases al de un terremoto normal.

A 500 metros de distancia del foco, la amplitud alcanza, durante la fase inicial, hasta 35 $\mu\mu$, y llega á su máximo de 210 $\mu\mu$ durante la fase principal. El período es de 0,02 á 0,19 segundos. El decrecimiento de las amplitudes con el aumento de la distancia se expresa por las ecuaciones siguientes:

$$y_n = y_1 \frac{x_1}{x_n} e^{-0,00231(x_n - x_1)}$$

para la preliminar

$$\text{ó } y_n = y_1 \frac{x_1}{x_n} e^{-0,0234(x_n - x_1)}$$

para la onda principal, en cuyo caso es máximo.

El período de la onda principal aumenta con la distancia.

El capítulo segundo trata de las oscilaciones del suelo producidas por las fuerzas transmitidas por los grandes motores de gas. Las investigaciones se han aplicado á un motor

Duplex, de simple efecto, á cuatro tiempos, de 400 caballos y 150 vueltas por minuto, y se ha comprobado que las fuerzas de aceleración periódica producidas en la máquina dan origen á oscilaciones periódicas del suelo, según la fórmula siguiente:

$$N(\varphi) = A_1 \text{ sen } (\varphi + \delta_1) + A_2 \text{ sen } (2\varphi + \delta_2)$$

Estas oscilaciones son perceptibles hasta 3,8 km. de distancia del motor. La amplitud del movimiento del suelo aumenta con el número de vueltas de la máquina. En el sentido de la corredera los movimientos del suelo son manifiestamente menores que en la dirección del eje. Se ha comprobado además que el tamaño de la amplitud en un paraje depende de la dirección de la oscilación, y que, además, aumenta con la altura de las edificaciones.

En la tercera parte del trabajo, se trata brevemente de los efectos de las trepidaciones debidas á la circulación sobre las vías férreas. Se producen movimientos de traslación y de plegamiento del suelo. Aplicando un sismógrafo original, resultó que la amplitud, á 90 metros de distancia, de un tren de mercancías cargado es de 3 á 4 μ , el período de 0,1 de segundo, y la curvatura del suelo de dos segundos de arco.

En la parte última de la Memoria se insertan dos diagramas de los movimientos del suelo, producidos por disparo de barrenos, á distancias de 430 y 1.500 metros del punto de observación. Mientras que, en el primer caso, la fase inicial aparece apenas separada de la fase principal, en el segundo se comprueban todas las fases de un verdadero terremoto, al cual es, cualitativamente, del todo semejante.

Los recursos mineros é industriales del Canadá, por M. H. Mortimer-Lamb, Secretario del Canadian Mining Institute, de Montreal.

En esta Memoria, el autor describe brevemente el desarrollo de la industria minera en el Canadá, desde sus comienzos hasta la época actual; los primeros capítulos de su trabajo son de carácter puramente histórico, y al final se completa con una revista detallada de datos estadísticos.

Sigue después un capítulo dedicado á la descripción geológica y petrográfica del país, considerándole dividido, para el objeto del trabajo, en seis regiones y distritos distintos, y estudia en ellos, especialmente, el clima, los recursos en fuerzas motrices hidráulicas, y los concernientes á maderas de construcción.

La segunda parte de la Memoria está especialmente dedicada á la Minería y á las Industrias, describiendo detalladamente todas las importantes, tanto en su instalación como en los métodos de trabajo, precio de coste, etc.

Termina esta monografía con un capítulo consagrado á las minas sin explotar y á la posibilidad de poner en beneficio los criaderos respectivos.

Síntesis de la Geología belga realizada por la documentación, por el Profesor Dr. M. Mourlon, director del Servicio Geológico de Bélgica, de Bruselas.

Manifiesta M. Mourlon, en su trabajo, que la documentación del servicio de que es director se halla lo suficientemente adelantada para poder realizar por completo la síntesis de la Geología belga.

Cada una de las 432 hojas del Mapa geológico de Bélgica, en escala de 1 : 20.000, tiene su expediente respectivo, con la documentación necesaria para que los colaboradores puedan extender las minutas en limpio y redactar el texto explicativo. Este podrá ser bastante conciso, ya que por medio de cifras bien visibles en el Mapa se hará referencia á los detalles, á las notas de viajes de los autores y á los ejemplares correspondientes, que podrán consultarse en las oficinas y colecciones del servicio geológico. En la sección de Ciencias de la Exposición de Bruselas han figurado varias de estas hojas en escala de 1 : 20.000 con sus textos explicativos.

Formación de la hulla, por el Profesor Dr. H. Potonié, geólogo del Kgl. Geologischer Landesanstalt und Dozent an der Kgl. Bergakademie zu Berlin, de Berlín.

Propónese el autor presentar y establecer los argumentos

más importantes que sirven de base para explicar la formación de la hulla y de los *Kaustobiolitos* en general, es decir, de las rocas combustibles de origen orgánico. Todos estos argumentos proceden, sin excepción, de la interpretación de hechos geológicos relacionados con la génesis de tales rocas, cuya interpretación se corrobora mediante el estudio de fenómenos análogos ocurridos al formarse los *Kaustobiolitos recientes*.

La exposición de los hechos pone de manifiesto que la mayor parte de las rocas *kaustobiolíticas* fósiles se formaron en condiciones idénticas á la de las capas que, de composición indiscutiblemente idéntica, se está todavía formando en medios donde aún viven los organismos que suministraron los materiales antiguos de los *Kaustobiolitos*.

El autor divide estas rocas de la manera siguiente:

1.º Los *Sapropelitos*, formados por organismos ricos en materias albuminoides y en proteína, entre los cuales desempeñan el papel principal la fauna y la flora en suspensión en el agua, conocidas con el nombre de *plancton*. A esta clase pertenecen los *Cannel-coals* y el petróleo, como *kaustobiolito* derivado.

2.º Los *Humus kaustobiolíticos* formados por plantas ricas en Kohlenhydrato, es decir, por plantas geófilas, comprendiendo en ellas las de los pantanos. A esta serie pertenece la hulla propiamente dicha.

3.º Los *Liptobiolitos*, es decir, según su nombre indica (del griego: dejados atrás), los *Kaustobiolitos*, cuyos elementos constituyentes han resistido en parte á la transformación hullera, cuando las materias vegetales contenían sustancias difícilmente descomponibles, tales como resinas, ceras, resinas, etc. A esta sección pertenecen, entre otros, el ámbar, el copal, la piropisita, etc.

Es necesario agregar que el *Sapropel* (*Faulschlamm*: cieno petrificado), cuyo nombre procede de la naturaleza cenagosa de los *Kaustobiolitos* recientes, se forma principalmente en las aguas estancadas; es decir, que se halla sometido, en un medio privado de oxígeno, á una descomposición que, según la terminología de Liebig, debe ser calificada como putrefacción.

No entraremos en más detalles sobre el asunto; en la quinta edición del libro del mismo autor, *Die Entstehung der Steinkohle*, publicada recientemente, se encuentra una exposición muy completa de la materia. (Gebr. Bortrager, editores, Berlín.)

Manantiales juveniles, por el Dr. O. Stutzer, de Freiberg (Sajonia.)

Se admiten generalmente en el dominio de la Geología práctica, y particularmente en el del estudio de los manantiales y de los yacimientos metalíferos, dos grupos principales de manantiales: los de agua *vadosa* y los de agua *juvenil*. Se llama agua vadosa la que ha penetrado de arriba á abajo por infiltración en el suelo, y la juvenil se considera como producto del desprendimiento de gas en una roca profunda que se solidifica lentamente. Este supuesto lleva consigo la necesidad de admitir la presencia de importantes cantidades de agua en el magma eruptivo (1).

He aquí ahora las tres razones fundamentales en que se apoyaba esta teoría:

1.ª Ciertos fenómenos volcánicos, como las nubes de vapor, lluvias copiosas durante las erupciones, fumarolas húmedas, manantiales calientes y otros varios.

2.ª El contenido en agua del Pechstein ó feldespató resinosa de Hauy (6 á 8 por 100).

3.ª La inclusión de líquidos en minerales primarios, de rocas profundas ya rígidas (por ejemplo, la micacita).

Según los estudios de A. Brun, no pueden admitirse como prueba de que los magmas contuvieran aguas primarias, los hechos que acaban de consignarse.

Del mismo modo, el contenido en agua del feldespató resinosa parece ser, según los estudios del autor, más bien secundario que primario, y en pocas palabras demuestra su aserto.

Por otra parte, raras veces ha sido comprobado el que la materia de las inclusiones líquidas de determinados minerales

(1) Es decir, la propiedad del magma de formar con sus elementos cierta cantidad de agua en proporción notable.

de las rocas profundas sea realmente agua, y no pueden, en definitiva, ser consideradas como verdaderamente primarias, nada más que aquéllas que, como las de las micacitas, no ofrecen duda alguna, y, en verdad, la cantidad de agua que tales rocas contienen es realmente muy pequeña.

De todo lo que precede resulta que se ha exagerado mucho en lo concerniente al contenido en agua de los magmas, ó, más claramente expresado, á su facultad para formar agua con sus propios elementos.

Consigna luego el autor la teoría de Gautier; adopta, en parte, sus opiniones y deduce en consecuencia que, á su juicio, muchas de las aguas juveniles son productos de la destilación de rocas sedimentarias calientes que, en ocasiones, se mezclan con los de la volatilización de las rocas profundas y llegan, así mezclados, ó á veces sólo los últimos, hasta la superficie del suelo. La substancia mineral de estas aguas procede, en parte, de las rocas sedimentarias profundas, y en parte, también á veces, del magma propiamente dicho.

Los filones argentíferos de Sn-Andreasberg en el Hartz, por el Asesor de Minas M. Werner, Inspector de Minas del Estado en Sn-Andreasberg, de El Hartz.

La formación de la región mineralizada, objeto del trabajo del Sr. Werner, se explica de la manera siguiente, á juicio del autor:

Hacia el final del período carbonífero, ciertas capas silurianas se hallaban cubiertas, en concordancia, en la región oriental, por otras devonianas, mientras que en la parte occidental lo estaban, en discordancia, por capas carboníferas.

Los mencionados estratos fueron invertidos hacia el Noroeste y superpuestos de diversas maneras, por consecuencia de movimientos orogénicos. En la *Neufanges Ruschel* se observan las capas silurianas y devonianas apoyadas sobre las carboníferas.

Siguió después una erupción de granito, transformando las rocas superpuestas, así como los materiales del relleno de la falla en la zona de contacto. El enfriamiento y contracción

consiguiente produjeron, en las proximidades del filón, una red de fisuras.

Los vapores, bruscamente desprendidos de la masa granítica, descompusieron y arrastraron por disolución los elementos de las rocas superpuestas. Más allá de un cierto límite de profundidad, los elementos disueltos y concentrados en los vapores se separaron, al circular por las fisuras, y fueron progresivamente ensanchándolas al cristalizarse.

En las pizarras arcillosas macizas no se abrieron fisuras.

Las rocas duras, cuarcitas y diabasas, opusieron gran resistencia á la fuerza de cristalización; por consecuencia de esto, la caliza y el cuarzo, que se hallaban separados en sus soluciones, merced á la disminución del poder disolvente, se depositaron en estas rocas, en menor proporción que en los lechos delgados de pizarras arcillosas, con intercalaciones de bancos calizos.

La separación de las menas se operó por corrientes eléctricas. Fueron éstas muy enérgicas en la diabasa, menos intensas en las pizarras calcáreo-arcillosas, é insignificantes en la cuarcita. En consecuencia, los minerales se concentraron proporcionalmente á las referidas intensidades.

La presión, la temperatura y el contenido en gases actuaron en forma diferente para la selección de los minerales, de suerte que así se formó una primera diferenciación, según la profundidad.

El mineral más antiguo es el espato calizo, cuya separación de las soluciones, en profundidad, ha continuado hasta el final del período primario. Las primeras menas fueron, aparte de algunos arsénidos y antimónidos, muy escasos, la plata antimonial y el arsénico nativo. Después aparecieron los sulfuros, sulfuros de plomo, blendas, cobres piritosos y cobre gris, con los cuales cristalizó el cuarzo reemplazando frecuentemente á la caliza espática.

Hacia el final de la formación del filón, próximamente en la época de la Arenisca Roja inferior, las aguas pluviales penetraron desde la superficie al interior y descompusieron ciertos elementos de los minerales y de las rocas de formación secundaria. De esta acción resultó un nuevo depósito de mine-

rales especiales y el desarrollo de determinados fenómenos químicos.

Así se formaron las zeolitas, las piritas de hierro, el hierro magnético, la plata nativa, las piritas arsenicales y algunas combinaciones, muy poco frecuentes, de azufre y plata.

Al terminar el período de la Arenisca Roja superior, el agua dulce cedió el puesto á aguas alcalinas muy concentradas, que penetraron en profundidad por debajo del mar: estas lejías actuaron químicamente sobre los minerales de los filones: el espató calizo, hasta las grandes profundidades, fué transformado en parte en anhidrita y en hierro arsenioso con pitizita. En los niveles superiores se formó la barita más compacta.

En la época del *Zechstein*, las aguas alcalinas fueron de nuevo reemplazadas por el agua dulce, la cual hubo de descomponer la mayor parte de la anhidrita, actuando además otra vez como durante el período de la Arenisca Roja inferior.

En la montera de hierro, las aguas del exterior descompusieron continuamente las menas, concentrándose la plata en la parte inferior de esta zona.

Después del enfriamiento del granito, en época indeterminada, cortaron la comarca diferentes fallas dirigidas de Este á Oeste, y á ellas corresponde el haz de *Edellenter Ruschel*.

El terreno hullero en la Región del Rhin y de la Meuse, por el Dr. W. Wunstorff, geólogo del Konigl. Press Geolog. Landesanstalt. de Berlín.

Hace notar el autor de esta Memoria que en los últimos diez años se han hecho repetidos sondeos que han dado á conocer la existencia de importantes yacimientos de hulla, en la vasta llanura que se extiende desde los confines del Eifel y de las Ardenas hasta la cuenca de Munster, y que puede designarse con el nombre de *Región del Rhin y de la Meuse*. Estos yacimientos constituyen, por una parte, la transición entre la región de Aquisgran y el distrito del Ruhr, y se prolongan por otra desde Aix hasta la región de Amberes. En esta comarca se distinguen la *Región del Bajo Rhin*, el distrito de

Erkelenz-Bruggen y de Peel, el Inde-Mulde y la Wurm-Mulde con la cuenca de *Limburgo* y la *Campine* belga.

En la estructura de estas regiones se observa, además de fenómenos de plegamientos muy importantes, la influencia de fallas transversales que dividen el país en una serie de *horts y gräbens* (hundimientos), reconociéndose, por lo menos en parte, esta división por la forma en que están dispuestos y se extienden los retazos del terreno hullero, que pertenecen tanto á los *horsts* como á los escalones intermedios entre los *horst* y los *gräbens*.

En la región del Bajo Rhin se encuentra el corte más completo del terreno hullero, presentándose en la orilla derecha del Rhin casi la totalidad de la de la serie de capas, desde la hulla magra inferior hasta la zona superior de las capas de hulla de gas. El corte por Aquisgran no es tan completo, mientras que los de Limburgo y la Campine pueden rivalizar con los de la región del Bajo Rhin. Sigue inmediatamente la región de Peel, en la que están reunidas la parte superior de los grupos de las hullas grasa y magra y una parte del grupo superior de la hulla de gas. En Erkelenz-Bruggen no se encuentra más que la hulla magra superior y la grasa inferior, siendo éste el paraje en que el corte es menos completo.

El terreno hullero de esta región ofrece importantes caracteres comunes que conviene hacer notar, y que consisten en la presencia de capas pobres en carbón ó sin él, que forman un horizonte característico que se encuentra siempre separando una zona baja, pobre en capas de hulla, de otra zona superior que es, por el contrario, rica en combustible. La primera de estas zonas comprende la serie de las hullas magras y algunas otras capas superiores á éstas.

Entre las capas generales se observan también importantes diferencias de detalle. El grupo de la hulla magra es relativamente rico en capas explotables, en la región oriental del Bajo Rhin y en la de Erkelenz - Bruggen; se hace más pobre á medida que se aproxima á Aquisgran, en Limburgo y en la Campine belga, y se caracteriza, en la región de Peel, por su notable pobreza en capas utilizables, fenómeno que ya se inicia en la parte occidental de la región del Bajo Rhin.

Los depósitos del tipo medio, pobre en capas explotables,

contienen una zona muy rica en capas de esta índole en la región del Bajo Rhin y en la de Peel, en la parte superior de la serie de la hulla grasa, en tanto que se observa una repartición mucho más regular de las capas desde Aquisgran hasta la Campine.

El esmeril en Grecia, por el Dr. Papavasiliou, de Naxos, (Grecia).

En diversas comarcas de Grecia, y especialmente en Naxos, Paros, Jrakliá y Sikinos se encuentran muchas variedades de esmeril que, á excepción del del comercio de Naxos, son de buena calidad, si bien poco conocidas.

Respecto á las condiciones geológicas de los yacimientos, debe consignarse que se encuentran formando masas, filones y sobre todo filones-capas, comprendidas entre gruesos bancos de mármol, que alternan con capas de pizarras cristalinas.

El tamaño del grano del esmeril está, por lo general, en relación con el que ofrecen los diferentes bancos de mármol, y en consecuencia, cuanto más lejos estén éstos de las pizarras graníticas que forman la base de cada horizonte estratigráfico, menos manifiesta se presenta la acción de contacto producida por las pizarras, y por lo tanto pueden clasificarse las capas que contienen el esmeril en tres grupos: superior, medio é inferior.

En Naxos se presentan los tres grupos citados; pero en Sikinos y en Jrakliá no se encuentra más que el del superior, siendo los yacimientos más abundantes y de mayor importancia los que pertenecen al grupo inferior.

Su origen está en íntima relación con las pegmatitas turmaliníferas que acompañan á los haces de filones debidos á las erupciones de pizarras graníticas que se presentan al Nordeste de Naxos, en los puntos donde se explota el esmeril del comercio.

Los principales tipos de esmeril son: el *granuloso*, con el cual se presenta como elemento característico de la roca la turmalina; otro del mismo tipo, pero que se diferencia por estar atravesado por bandas ó cintas de corindón y de mineral; el *esmeril pizarreño*, *pizarreño-micáceo*, *las pizarras*

micáceas con esmeril, *las pizarras con silimanita y esmeril*, en las que los elementos principales son el cuarzo y la silimanita, y el *mármol con esmeril*.

Se observa también que la finura del grano va siendo mayor á medida que los horizontes con esmeril son más altos.

En cuanto al origen de estos criaderos, aunque se supone que representa una forma pneumatolítica de la avenida de pizarras graníticas, no puede hacerse en absoluto esta afirmación, por ser este punto todavía muy oscuro y discutido.

Importancia de la Geología práctica para la Ciencia y la Economía política.— Por M. Schulz-Briesen, Director general Honorario, de Düsseldorf.

El autor comienza su trabajo haciendo un breve resumen del estado de la Geología práctica en la antigüedad y afirma que se remonta á épocas que entran en el terreno de la Antropología y de la Arqueología. Cita la explotación minera de los yacimientos de sílex durante la edad de piedra, en Francia, Bélgica é Inglaterra, y hace mención especial de que los habitantes neolíticos de Brandon (Inglaterra) perforaron dentro de una extensión de cinco hectáreas centenares de pozos de 15 metros de profundidad para lograr el beneficio de una capa de sílex de aquel paraje. En cambio, la explotación de los filones metalíferos no se remonta á una antigüedad tan grande, puesto que seguramente no data de fecha anterior á 6.000 años antes de nuestra Era.

La Arqueología ha demostrado que pueblos que llegaron á un alto grado de civilización, y que conocían perfectamente la explotación de los metales y sus aplicaciones industriales y artísticas, vivían ya en esta época en Asia y en Egipto, en tanto que, durante este período y aun en otros más recientes, las tribus neolíticas que vivían en Europa estaban todavía en la edad de piedra.

Se encuentran, sin embargo, también en el Tirol, en España, en Inglaterra y en otros países restos de explotaciones mineras normales, de pueblos neolíticos que deben referirse á unos 2.000 ó 3.000 años antes de J. C.

El desarrollo progresivo de la explotación y del trabajo

de los metales se ha repartido en los distintos países del globo, en una serie de siglos muy importante.

Las investigaciones del Dr. Noetling y del Profesor Klasch demuestran que, en efecto, esta industria era todavía completamente desconocida en Australia y en Oceanía, y en muchas zonas de la América del Sur en los comienzos del siglo XIX porque los pueblos aborígenes de estos países estaban todavía en un grado de civilización comparable al de las antiguas tribus paleolíticas de Europa.

Por otra parte, hasta muy cerca de la mitad del siglo XVIII, la explotación de las riquezas del suelo, aunque bastante intensa, se regía casi exclusivamente por principios empíricos, no aplicándose los conocimientos y los métodos exactos de la ciencia hasta que fueron conocidos los estudios críticos de Kant y de Laplace.

Más tarde, Verner, Scheele y Klapproth; después Buffon y Pallas, y posteriormente Leop von Busch, Cuvier, Brouart, Humboldt y otros sabios han ensanchado el campo de las investigaciones científicas de una manera grandiosa. A ellos se debe el actual estado de los conocimientos generales, y sobre todo de los de Geología, no debiendo dejar de citarse los nombres de Murchison, Lyell, Römer, Dana, Agassiz, Hauer, d'Orbigny, von Dechen, Credner, Suess, Hein y Koenen.

En cuanto á la importancia de la economía minera como factor de potencia política, cita el autor los ejemplos de Atenas, de Roma y de Cartago y comenta el desenvolvimiento de los países que están actualmente en posesión de grandes riquezas minerales.

Desde este punto de vista representa la hulla en nuestra época un papel preponderante, puesto que, donde se encuentra en abundancia, se concentran potentes actividades industriales, á las que van unidos los trabajos científicos y los trabajos prácticos.

Esto es igualmente cierto en lo que se refiere á la Geología y á su participación en la industria minera.

Sin olvidar la importancia económica que la Agricultura, la Silvicultura y otras formas que la actividad industrial tienen siempre en todos los países, puede afirmarse que el bienes-

tar de los pueblos está esencialmente basado en la explotación y en la transformación de las riquezas del subsuelo.

Los grupos de filones de las Cordilleras Sudamericanas,
por el Profesor Dr. G. Steinmann, Geh, Bergrat, de Bonn.

Los minerales sulfurosos que se encuentran en las cordilleras sudamericanas se presentan en grupos de filones, los cuales pueden referirse por su clase y emplazamiento á las andesitas, liparitas, etc., terciarias que se han extendido en las cordilleras bajo la forma de intrusión lacolítica. Es probable que los filones se hayan concentrado principalmente en las regiones periféricas superiores de estas rocas y en las capas sedimentarias próximas á ellas, y que disminuyan con la profundidad tanto en número como en importancia.

Pensando así, y considerando el estado de transformación en diferentes grados del conjunto de los filones primitivos, que puede determinarse basándose en las condiciones geológicas de las regiones metalíferas, se llegaría á reconstituir el estado primitivo de la mayor parte de los yacimientos actuales y á evaluar de una manera muy aproximada la importancia de los derrubios que sucesivamente han ido realizándose.

Aunque este método sólo considera un aspecto de las múltiples condiciones que determinan la constitución metalífera de una región dada, por lo menos ofrece la ventaja de apoyarse en bases científicas y puede tener una aplicación universal.

SECCION DE MINAS

En esta sección se han presentado gran número de trabajos, entre los cuales algunos ofrecen indiscutible interés para la industria en general y particularmente para la minería española, y otros se refieren más especialmente á problemas planteados por la explotación de las riquezas del subsuelo, en distintos países, cuya minería tiene poca semejanza con la nuestra; consignaremos á continuación, con la extensión necesaria los primeros, y daremos un extracto, lo más conciso posible, de los segundos.

Consideraciones críticas acerca del actual sistema de extracción por pozos, y medios para su transformación, *por el Ingeniero Stan. v. Bolesta-Malewski, de Nalenczow.*

La extracción por pozos debe establecerse teniendo, en primer lugar, en cuenta que ha de existir la mayor independencia posible entre este servicio y el del laboreo de la mina.

Tal como actualmente se hace, tiene diversos inconvenientes, de los que no haremos más que citar el que resulta de la irregularidad en el consumo de energía suministrada por la central á causa de las paradas que se producen mientras se hace la carga y la descarga y por las variaciones estáticas y dinámicas que resultan, del par de trabajo. Durante la carga, en la que se invierte la mayor parte del tiempo, el consumo de fuerza motriz es muy pequeño; pero, inmediatamente después, la máquina de extracción tiene que desarrollar su potencia máxima para obtener la velocidad, máxima también, de la masa en movimiento, y una vez conseguido este resultado, la carga disminuye hasta la potencia útil y con

ella el consumo de fuerza. Al fin del trabajo, este consumo cesa de nuevo, teniendo que hacer la máquina de extracción el papel de freno, y, como consecuencia de esta gran variación en la carga, la central trabaja muy irregularmente, disminuyendo mucho el rendimiento.

El autor de esta Memoria opina que deben evitarse este y otros inconvenientes, tanto económicos como de funcionamiento, haciendo la extracción de manera que funcione siempre en una sola dirección, empleando recipientes de báscula automática. Se suprimen así las oscilaciones de la carga, pues el servicio puede ser continuo hasta profundidades de 800 metros, aun cuando tenga que ser intermitente á mayor distancia de la superficie. Las paradas se reducen mucho y por consiguiente se obtiene una carga más que regular, con gran ventaja para el aprovechamiento de la fuerza motriz en otro servicio.

Termina esta Memoria haciendo algunas consideraciones sobre los resultados económicos que con ambos sistemas pueden obtenerse, naciendo resaltar la importante reducción de los gastos que así se consigue.

El procedimiento de petrificación en la perforación de pozos, *por M. Bruchausen, Director de Minas, de Dortmund.*

La perforación de pozos á mano se ha desarrollado notablemente en estos últimos años, consiguiéndose en la de los pozos nuevos de Westfalia velocidades de avance no obtenidas hasta entonces; pero ofrece serias dificultades cuando se cortan grandes avenidas de agua. Los procedimientos que se empleaban antes, basados en la congelación, y la perforación por el sistema Kind-Chaudron, no resultan del todo satisfactorios y por eso viene ensayándose, desde hace algunos años, la obturación de las venas de agua por medio del cemento, habiéndose usado mucho este sistema en Francia. En Westfalia se ha empleado por primera vez en el pozo Victoria. El sistema de petrificación por el cemento, se divide en dos partes principales: la primera y más importante es la investigación de las capas acuíferas que ha de cortar el pozo, y

la segunda consiste en el relleno de las fisuras por las que brota el agua, con hormigón ó solamente con cemento.

Las capas acuíferas pueden llegar á conocerse haciendo sondeos desde la superficie, ó taladros desde el fondo del pozo. En el pozo Victoria se ha empleado el último sistema perforando tramos de ocho metros y avanzando en seguida cuatro con el pozo; en varias ocasiones el sondeo previo ha comprobado la presencia de capas acuíferas que se obturaron perfectamente.

El precio de costo de los tramos de pozo perforados por este sistema ha sido 3.276 marcos por metro lineal, con una velocidad de avance de 14,7 metros de pozo terminados por mes, resultados muy superiores á los obtenidos en la perforación del inmediato pozo, llamado Preussen, en el que se siguió el procedimiento Kind-Chaudron.

Propagación de enfermedades contagiosas, por causa de la explotación de minas, por el Profesor Dr. Hayo Bruns, de Gelsenkirchen.

Las conclusiones de este trabajo son las siguientes:

1.ª El desarrollo industrial creciente de un país, como resultado del progreso de la explotación minera, lleva consigo condiciones especiales que explican la propagación, relativamente fácil, en la comarca, de las enfermedades contagiosas.

Entre estas condiciones pueden citarse:

a) El crecimiento de las relaciones de los obreros entre sí, como consecuencia del aumento de densidad de la población.

b) La inmigración considerable de obreros, que tienen un grado de cultura relativamente pequeño y que son, por lo tanto, opuestos á las prescripciones de la higiene.

c) La menor estabilidad de la población, como consecuencia del gran movimiento del personal obrero.

d) Las dificultades que se encuentran para obtener agua para beber y alimentos irreprochables, para evacuar regularmente las aguas sucias y para disponer de locales higiénicos.

e) La dificultad de combatir las enfermedades contagiosas, una vez que se han declarado.

2.ª Estas condiciones deben considerarse como de influencia mucho mayor que las que se derivan directamente de la explotación de la hulla, en la propagación de las enfermedades contagiosas.

a) Los factores meteorológicos subterráneos no influyen de una manera notable en el desarrollo de las enfermedades de los mineros, si se exceptúan algunas de carácter parasitario como la anquilostomiasis duodenal y la anguilula intestinal.

b) Las relaciones de los obreros entre sí en el interior de la mina, son muy restringidas.

c) Se puede admitir perfectamente una predisposición del cuerpo humano para las enfermedades contagiosas en la extracción subterránea de la hulla, en cuanto se refiere á las originadas por enfriamiento, pero no para la tuberculosis y otras de naturaleza semejante. No se han hecho aún investigaciones bastantes para determinar si el trabajo continuo entre el polvo de las rocas ocasionado por la perforación, aumenta la predisposición para la tuberculosis y en qué medida.

3.ª La propagación accidental de las enfermedades contagiosas puede, naturalmente, verificarse en las minas: por ejemplo, el tifus y el cólera pueden propagarse por infección del agua de alimentación, y las mismas enfermedades, y aun otras como la disentería, pueden extenderse también por desarrollo de gérmenes patógenos en las materias fecales humanas. Sin embargo, no debe atribuirse al trabajo en las minas, estos accidentes debidos á causas ocasionales.

No puede admitirse la propagación de las enfermedades por la explotación subterránea más que cuando la región donde se desarrolla la epidemia está situada precisamente encima de una explotación minera en la que se hayan producido los primeros casos de la enfermedad.

4.ª La única enfermedad contagiosa para los obreros que trabajan en el interior de las minas, es la anquilostomiasis.

5.ª En Alemania se combate enérgicamente el desarrollo de enfermedades contagiosas entre los mineros, con resultados altamente satisfactorios, habiéndose observado una disminución muy notable en los últimos diez años.

Los ensayos de cables de extracción en Bélgica, por M. Lucien Denöel, Ingeniero Jefe de Minas, Profesor de la Universidad, de Lieja.

El autor de este trabajo ha realizado un estudio muy detenido del asunto objeto de la Memoria que ha presentado al Congreso, y ha realizado sus experiencias con los elementos que ha puesto á su disposición la *Asociación de Industriales Belgas para la previsión de los accidentes del trabajo*.

Los ensayos de cables no están sujetos á ninguna disposición reglamentaria en Bélgica, limitándose el Reglamento de Policía Minera á disponer visitas periódicas á las instalaciones, por personal competente.

La Memoria está dividida en dos partes que tratan de los ensayos de cables de abacá y de cables metálicos, y contiene gran cantidad de datos experimentales sumamente interesantes acerca de los resultados de los ensayos, de la duración de los mismos, de las tensiones que deben emplearse, del estado de humedad y de desgaste de los trozos sometidos á la prueba, del decrecimiento de la resistencia de los cables según las condiciones de funcionamiento y de otros puntos de no menor importancia.

Resume su trabajo recomendando, como condición indispensable, para que los resultados de los ensayos sean verdaderamente útiles, el que se sigan siempre reglas absolutamente uniformes.

Esta Memoria dió lugar á una breve discusión, en la que intervinieron los Sres. Meissner de Berlín, Meyer de Herne y Villiger de Kattwitz.

Utilización de combustibles de calidad inferior, por el Asesor de Minas M. Döbelstein, de Essen.

Los ensayos realizados por el Comité central de las Huelgas rhenano-westfalianas y por la Asociación de vigilancia de las calderas de vapor, han demostrado que los residuos del lavado y de la separación del grueso de las hullas grasas y de gas que contengan hasta 35 por 100 de cenizas y 15 por

cientos de humedad, pueden quemarse en parrillas planas, produciendo una evaporación aproximada de 14 kilogramos de agua por hora y metro cuadrado de superficie de caldeo. Para menudos con 16 por 100 de cenizas y 13,7 por 100 de humedad y para el polvo del cok, los hogares más adecuados y convenientes son los de inyección de viento por la parte inferior, con chorro de vapor, puesto que dan hasta 22,7 kilogramos de vapor por hora, en calderas de hogar tubular, al precio aproximado de un marco por tonelada.

Los resultados obtenidos con hogares en los que se inyecta el viento por la parte inferior por medio de ventiladores, han sido menos satisfactorios: en marcha normal, tanto con hogares exteriores como con interiores, no se ha podido llegar á producir más que de 15 á 16 kilogramos de vapor por hora y por metro cuadrado de superficie de caldeo.

Además, los dos tipos de hogares necesitan un servicio mecánico auxiliar que es poco conveniente y que puede ser causa de paradas, no estando, por otra parte, demostrado en absoluto que la mampostería refractaria, que es muy costosa, resista bien un servicio prolongado en los hogares exteriores.

Los gastos de evaporación son también de un marco por tonelada para los demás sistemas.

La fabricación de briquetas de polvo de cok mezclado con residuos de brea es otra aplicación de los menudos. En las calderas con dos hogares interiores se obtienen, con estas briquetas, rendimientos de 18 á 19 kilogramos de vapor por hora y metro cuadrado de superficie de caldeo. Sin embargo, aunque la formación de escarbilla es sensiblemente menor, el precio del vapor resulta un poco más elevado.

Se están haciendo ensayos para la destilación de los residuos de los lavaderos en gasógenos especiales, y, aunque no pueden considerarse como terminados todavía, debe estimarse como seguro el éxito del procedimiento.

En resumen: la cuestión del aprovechamiento del polvo de cok, de los lodos de los lavaderos, de los residuos del lavar, ricos en carbón y de los productos intermedios, puede considerarse como resuelta de manera satisfactoria. De los ensayos que se practican actualmente, se deduce que el caldeo con inyección de aire por la parte inferior, por eyectores de

vapor, es el mejor como rendimiento, economía y sencillez. La destilación económica de los residuos pobres en carbón y el polvo del mismo, se puede hacer en los gasógenos, al menos por lo que actualmente puede juzgarse, aunque quedan muchas dificultades que vencer.

Desescombro de los frentes de arranque, por M. G. Franke, *Consejero de Minas, Profesor de la Real Academia de Minas*, de Berlín.

La limpieza de escombros del tajo ó frente de arranque, es decir, el arrastre de los minerales obtenidos (hulla, mineral, etc.), y su conducción desde la galería de avance hasta las galerías principales, tiene cada día mayor interés, estudiándose activamente los medios de mejorar las condiciones en que se realiza actualmente, para simplificar todo lo posible estas operaciones sin que desmerezca la calidad de los minerales explotados, haciéndose su extracción más económica y anmentando por consiguiente, de un modo directo ó indirecto, la producción, la economía y la seguridad de la extracción.

El tema tiene excepcional importancia, sobre todo actualmente, en la explotación de las capas de carbón de pequeño y mediano espesor, ya sean horizontales ó tengan una inclinación inferior á unos 25 grados, en cuyo caso ya no se puede arrojar el carbón extraído por vertederas de chapa de hierro ó por el mismo suelo de la capa.

Cuando esto sucede, se substituye en muchas minas el transporte á pala del carbón por medios mecánicos, empleándose las telas sin fin, las de sacudidas, las correas transportadoras, etc., mecanismos que han hecho que se modifiquen los métodos de explotación y extracción, los de arranque, relleno, ventilación, etc.

Esta materia ha sido muy atentamente tratada en las revistas técnicas en los últimos años. M. Franke, en su Memoria, resume todos estos trabajos y los completa con datos de observación personal y con los obtenidos en experiencias de otros, siendo su objeto dar á conocer las condiciones en que

más especialmente convienen, y los casos en que dan resultados más satisfactorios, según lo observado en Alemania.

Las características esenciales que han de reunir los aparatos mecánicos de extracción son: la de adaptarse á la constitución local del criadero; la seguridad del funcionamiento del mecanismo, que ha de ser sencillo y de poco coste; la facilidad de ser montado y desmontado en todas sus partes; la de ser cómodo de trasladar de un punto á otro; la de no sufrir un rápido desgaste y necesitar pocas reparaciones; la de hacer poco ruido y, por último, la de ser capaz de rendimientos elevados, consumiendo al propio tiempo pequeñas cantidades de energía.

El empleo de las telas de sacudimientos se ha extendido mucho, especialmente en Alemania y en Austria, contándose por centenares las instalaciones en funcionamiento, de distintas formas y sistemas, obteniéndose siempre resultados muy prácticos, hasta el punto de que dentro de algunos años se usarán en todas las minas donde su empleo sea posible. El transporte por correas, se usa, en cambio, cada vez menos; hay, sin embargo, casos, como sucede en muchas minas de carbón de Westfalia, en que presentan ventajas técnicas y económicas. De todos modos, su deterioro rápido es un obstáculo para que pueda generalizarse su empleo.

En Inglaterra se usan aparatos transportadores, cuya construcción ha llegado á tal grado de perfeccionamiento, que se obtienen rendimientos muy considerables, á pesar de lo cual su uso no se ha generalizado todavía.

Como consecuencia de este estudio termina el autor afirmando que los aparatos de transporte mecánico prestan grandes servicios á la minería siempre que se adapten á las condiciones particulares de los criaderos.

Ensayos ingleses relativos á los efectos del polvo de carbón, por M. W. Garforth, *propietario de Minas y Director general del Syndale Hall*, de Yorkshire.

M. Garforth explica en su Memoria las circunstancias que le obligaron, en 1908, á construir en Altofts (Yorkshire) una galería de experimentación, de hierro forjado, de 2,29 metros

de diámetro y de 329,4 de longitud para hacer en ella varios ensayos acerca de las explosiones producidas por el polvo de carbón. Describe después el sistema de introducir el aire en la galería, la distribución del polvo de carbón y los métodos de inflamación de la mezcla.

El sistema de experimentación empleado ha sido:

a) Formación de una mezcla explosiva, por el polvo de carbón en suspensión en el aire, sin cantidad alguna de grisú.

b) Investigación de nuevos métodos distintos del riego para impedir las explosiones. Efecto del polvo de mineral en la localización de una explosión que ha invadido ya cierta longitud de una galería. Resultados de mezclar polvo de mineral y polvo de carbón. Su empleo en las minas teniendo en cuenta especialmente su eficacia, la facilidad de su aplicación, su bajo precio, y la forma de evitar otros peligros.

c) Investigaciones químicas y físicas acerca de los fenómenos producidos en el exterior por las explosiones de polvo de carbón. Instrumentos de medida de la presión, de la velocidad de las explosiones, de las muestras de gases irrespirables, etc. Resultados obtenidos y finalidad de los nuevos estudios.

Esclusas de aire comprimido para la perforación de pozos, por *M. Grahn*, Asesor de Minas, profesor de la Escuela, de Bochum.

Las conclusiones del trabajo de M. Grahn son, en extracto, las siguientes:

El empleo de esclusas de aire comprimido permite acelerar la perforación de un pozo; cuando se trata de prolongar uno ya abierto, el avance resulta mucho más seguro con este procedimiento.

Debe atenderse á que llegue el aire á la campana, en cantidad suficiente y á que los obreros no permanezcan en ella un tiempo excesivo, para que no resulte peligrosa la estancia en el aire comprimido.

El aire debe entrar en la esclusa en cantidad bastante grande para que la proporción de ácido carbónico sea siempre inferior á la que existe en los alvéolos pulmonares, á una de-

terminada profundidad. Para calcular aquélla hay que tener en cuenta que el producto de la presión absoluta del aire por el tanto por ciento de ácido carbónico de los alvéolos es una cifra casi constante, para cualquier profundidad.

Para satisfacer á esta condición, un obrero debe recibir 150 litros de aire por minuto, por cada 30 metros de profundidad.

Como las enfermedades de los obreros que trabajan en cajones cerrados ó en el aire á presión tienen por principal causa la saturación en nitrógeno de la sangre, de los tejidos y de las materias grasas del cuerpo humano, cuanto más tiempo esté el obrero expuesto á una presión elevada y mayor sea, por consecuencia, su saturación en nitrógeno, más lentamente debe volver á la atmósfera ordinaria, para evitar que pueda desprenderse de la sangre ninguna burbuja de nitrógeno, pues esto ocasiona fenómenos de parálisis.

No se han observado nunca enfermedades producidas por la presión del ambiente, cuando ésta es inferior á dos atmósferas. En todo caso es conveniente reducir siempre la presión absoluta, cualquiera que sea, á la mitad de su valor; por ejemplo, de 4 á 2 ó de 3 á 1,5 atmósferas, porque en estos casos, las presiones inicial y final se encuentran en una relación constante é igual á 2, habiendo demostrado la experiencia que en estas condiciones no hay peligro de desprendimiento de nitrógeno del cuerpo humano.

Una vez reducida la presión absoluta del aire á la mitad de su valor, el decrecimiento subsiguiente hasta la normal debe ser continuo, lento y uniforme, pudiéndose hacer también por grados, de tal manera que la relación entre la presión inicial y la final, para cada descenso no exceda nunca de 2 á 1. Al fin de cada una de estas variaciones de la presión, debe ésta ser uniforme durante el tiempo necesario para que el cuerpo del obrero se habitúe á ella.

Si se presentan síntomas de alguna dolencia, durante estas operaciones ó después de ellas, se debe volver á elevar la presión hasta la máxima indicada, aplicando el médico, inhalaciones de oxígeno, etc.

Los obreros que se dediquen habitualmente á este género de trabajos deben tener constitución robusta, salud buena y, sobre todo, deben hacer una vida regular y sobria.

Novedades y progresos recientes en Geometría subterránea, por M. K. Haussmann, Profesor, de Aquisgran.

Estudia el autor la parte geométrica y la parte geofísica de los aparatos que actualmente se emplean en geometría subterránea. Respecto á la primera, dice: que además de haberse perfeccionado los instrumentos que hoy se usan, en todos sus detalles, y de ser más adecuados que antes á los procedimientos de medida, se han inventado otros nuevos que son más manejables y que dan rendimientos mayores, y entre ellos cita el nivel de Wild, la plomada de Fuhrmann y algunos aparatos para comprobar la verticalidad de los sondeos y de los pozos.

Hace después un breve resumen de los importantes estudios de Dolezal y de Reeh, de la Asociación alemana de Geometría minera, y consigna además la aplicación de los procedimientos fotográficos y litográficos para la reproducción de planos de minas.

En cuanto á la parte geofísica, señala M. Haussmann el hecho de haber sido ya determinados en casi todos los países los elementos magnéticos normales y en parte también las variaciones seculares del magnetismo terrestre; describe diversos teodolitos magnéticos y magnetómetros, y los aparatos fundados en el principio de las agujas magnéticas cruzadas, explicando luego los resultados obtenidos con ellos.

Trata de los ensayos hechos recientemente para la investigación de los criaderos minerales, utilizando la diferencia de conductibilidad eléctrica que existe entre los minerales y las rocas de las cajas de los filones, para lo cual se hacen pasar corrientes por la superficie de la tierra observando, por medio de un teléfono, las modificaciones que se producen. Examina también el autor las relaciones de la sismología práctica con la industria minera, actualmente muy estudiadas en Alemania, y, por último, hace mención de los métodos de estudio de ciertos accidentes geológicos y de la determinación de si son reales ó aparentes, y da fin á su trabajo con la afirmación de que la geología subterránea ha progresado mucho en los últimos años, tanto en la teoría como en la práctica, en sus partes geométrica y física.

Unificación de las estadísticas mineras, por el Doctor Ernst Jüngst, de Essen.

El problema de la unificación de las estadísticas mineras de los países industriales ha sido objeto de estudio en varios Congresos internacionales de Minería. En los últimos de París de 1900 y de Lieja de 1905 se tomó por unanimidad el acuerdo de que los Gobiernos representados en ellos nombrasen una Comisión internacional encargada de establecer unas bases para la formación de las estadísticas mineras, tomando la iniciativa de crear un Comité permanente, compuesto de dos miembros por cada uno de los países interesados en el asunto, el cual tendría por misión la de ponerse en relación con los Gobiernos de cada país para convocar una Conferencia con aquel objeto. Como trabajo preparatorio de la misma, el Comité debería reunir los métodos que actualmente se usan en los distintos países para la formación de la Estadística, y estos documentos servirían de base á la labor de la Conferencia. Se puede asegurar, sin embargo, que la reunión de estos datos demostraría que las estadísticas mineras de los distintos países carecen en absoluto de uniformidad en los métodos y en las expresiones empleadas.

Parece atrevido á primera vista tratar de uniformar todas las estadísticas mineras; pero sería muy conveniente, para llegar á esta reforma general, el empezar por formar la estadística de cada país sobre bases parecidas.

Este trabajo se ha de hacer con una limitación prudente, si no se quiere comprometer la utilidad de los resultados conseguidos. Los puntos que las estadísticas deben tratar son:

- I. Producción.
 - a) Cantidad.
 - b) Valor.
- II. Número de obreros.
 - a) en el interior.
 - b) en la superficie.
- III. Total de jornales.
- IV. Número total de relevos.
- V. Número de accidentes mortales.

Este programa puede acaso parecer algo extenso; pero

cada país debe apreciar, según las condiciones especiales en que se desenvuelva su minería, la necesidad de restringirlo y en qué escala.

Al pretender unificar las estadísticas mineras, no solamente se trata de adoptar expresiones que puedan ser equivalentes y que tengan el mismo alcance, por ejemplo, el epígrafe *Producción*, sino que debe fijarse también, además de las cantidades netas que la representan, la forma en que se ha calculado, comprobando, si fuera preciso, los sistemas usados por los explotadores de minas para responder á los cuestionarios oficiales.

Disposiciones dictadas por las Jefaturas de minas alemanas y austriacas sobre las pruebas de los cables metálicos de extracción, para servicio del personal, por el Inspector general Sr. Körfer, de Donn.

Las jefaturas de minas prusianas han dictado reglas acerca de las pruebas y ensayos á que han de ser sometidos los cables antes de su colocación, las cuales se refieren á los coeficientes de tracción y de flexibilidad. Estos ensayos consisten en probar separadamente cada alambre de los que componen el cable, determinando su carga de ruptura y el número de veces que puede doblarse en ángulo de 180 grados antes de romperse.

Se efectúan además otras pruebas periódicas de los cables en servicio, por lo menos trimestralmente; ensayando un trozo de tres metros de longitud en las mismas condiciones que si fuera nuevo.

El coeficiente de seguridad adoptado ha de ser por lo menos seis veces mayor que la carga máxima de tierras ó minerales: para el personal, el coeficiente no debe ser menor que el doble del adoptado para la extracción de menas.

En los demás Estados del Imperio, las pruebas son iguales en el fondo, y sólo se diferencian en pequeños detalles.

En Austria se hacen los mismos ensayos que en Alemania antes de la instalación de los cables. El coeficiente de resistencia varía, según los distritos, entre 7 y 8 veces la carga de ruptura para las tierras: la carga en el servicio del perso-

nal tiene que ser inferior á la citada, por lo menos en un 15 por 100.

Profundización de pozos por el método de petrificación é inyección de cemento, por el Director de Minas señor Gevers-Orban, de Montegnée-Liège.

Esta Memoria se refiere á la profundización de un pozo perforado en Kreuzwald, en Lorena, empleando el cemento y sin interrumpir el trabajo.

Se trataba de atravesar un terreno en el que eran frecuentes las grietas y los accesos de agua interna á presión, y para ello se empezó por hacer un saneamiento previo rellenando ó petrificando con cemento las vías de agua por medio de sondeos exteriores al perímetro del pozo, por los cuales se introdujo lechada de cemento á presiones variables entre 10, 15 y aun más atmósferas.

Si estos sondeos no exceden de cien metros de profundidad, se puede inyectar directamente el cemento después de extraer la sonda: cuando la hondura es mayor, hay que emplear tuberías que llegan hasta las mismas grietas del terreno que se trata de rellenar, instalando un juego de válvulas en la superficie que permite introducir lechada de cemento ó agua clara en el fondo del taladro ó en el espacio anular que queda entre la tubería y las paredes del sondeo, según lo requiera la marcha del trabajo.

La lechada suele contener cantidades muy variables de cemento que oscilan entre un 3 y un 20 por 100, según la rapidez en el relleno que se quiera obtener. El trabajo es tanto más rápido cuanto mayor sea la cantidad de cemento empleada; pero no es tan completo, sobre todo cuando se trata de grietas ó fisuras capilares.

Desarrollo minero de la cuenca de las «minettas», por el Director Imperial de Minas Dr. W. Kohlmann, de Diedenhofen.

Los minerales de hierro conocidos con el nombre de *minettas* forman grandes yacimientos en la meseta de Briey, en

la orilla derecha del Mosela, aflorando en las vertientes de las mesetas al valle de aquel río; se inclinan después al Oeste con pendiente hasta de 4 por 100 y pasan por debajo del nivel de los valles laterales al Mosela. En la mayor parte de la cuenca no hay más que un solo yacimiento explotable; pero en algunos puntos existen dos ó tres y hasta cuatro capas, separadas unas de otras por bancos de calizas ó de margas de poco espesor.

La explotación de estos minerales, que se hacía antes exclusivamente á partir de los afloramientos en condiciones muy favorables, ha tenido que ir alejándose poco á poco de ellos en los últimos diez años, aumentando considerablemente las dificultades.

En la mayor parte de las explotaciones ha habido necesidad de recurrir á la perforación de pozos y á grandes socavones horizontales. En la Lorena alemana ha habido en muchos casos que renunciar á los pozos, estableciendo socavones de gran longitud, que llega á veces hasta 10 kilómetros.

Como el techo es generalmente bueno, y los materiales para el relleno son difíciles de obtener, el único método de explotación que puede emplearse es el de huecos y pilares, porque el criadero es además horizontal: otra circunstancia favorece este procedimiento, y es, que la caliza que soporta la marga está dividida en grandes bloques, y, á pesar de tener alturas de explotación de tres y cuatro metros, el arranque se hace sin que influya apenas sobre la superficie del suelo, desde el cual el espesor del terreno llega á 150 y á 200 metros.

Este método de explotación se usa sin variaciones sensibles hace más de diez años, aunque el desarrollo de la producción y los grandes progresos técnicos hayan sido causa de muchas transformaciones, empleándose las perforadoras eléctricas rotativas de Siemens, y recientemente con buen resultado los martillos neumáticos, aunque sea un inconveniente para que su empleo se generalice el que haya necesidad de hacer instalaciones de aire comprimido. En opinión del autor, el porvenir pertenece á las perforadoras eléctricas de percusión, porque la corriente es barata y porque las canalizaciones eléctricas en las minas no presentan dificul-

tad alguna. A pesar de esto, las instaladas actualmente no responden á las necesidades de los servicios.

La tracción se hace también eléctricamente ó por cables aéreos en las galerías de gran longitud, existiendo además todavía algunas cadenas sin fin establecidas hace algunos años.

El coste de producción es muy bajo, pues oscila entre 2,50 y 3,50 francos en las minas explotadas por socavones, y entre 3,12 y 4,37 francos por tonelada en las que se extraen los minerales por pozos. El rendimiento anual por obrero oscila alrededor de un millar de toneladas.

Desprendimientos instantáneos de ácido carbónico en las minas de la meseta Central francesa, por M. J. Loiret, Ingeniero del Cuerpo de Minas, de Clermond-Ferrand.

Algunas minas de hulla del centro de Francia tienen que luchar contra los peligros de los desprendimientos instantáneos de ácido carbónico, acentuados en los últimos años, y que en realidad son tan graves como los debidos al grisú y al polvo de carbón.

El primer accidente originado por dicho desprendimiento instantáneo de ácido carbónico se remonta á 1856; se produjo en la cuenca de Brassac, que está situada en los dos departamentos del Puy-de-Dôme y de la Haute Loire, cuando se perforaba un pozo de investigación. Durante los veinte años siguientes ocurrieron algunos otros desprendimientos en la misma región, principalmente en las minas de la Combelle, pero ninguno alcanzó verdadera importancia; y si bien es cierto que en dos ó tres casos se produjeron víctimas, fué debido, más á la falta de buena ventilación y al desconocimiento de las precauciones que debían tomarse, que á la violencia del desprendimiento.

La primera emisión de gas importante se produjo en 1879, en las minas de Fontanes, departamento del Gard, costando la vida á dos obreros y ocasionando el hundimiento de más de 100 toneladas de escombros. Desde entonces, los desprendimientos han ido sucediéndose en Fontanes con violencia y frecuencia cada vez mayores, contándose más de 300.

hasta primeros de Enero último; el tonelaje de carbón y de pizarras proyectadas más fácil de medir que la cantidad de gas desprendido, cuya evaluación es siempre delicada, ha pasado varias veces de quinientas toneladas, y en el ocurrido en 24 de Noviembre de 1909 se llenaron de escombros 400 metros de galería, y el ácido carbónico salió á la superficie, á pesar de la extensión de las labores de estas minas.

Hasta los últimos años, sin embargo, parecía que la mina de Fontanes era la única ó casi la única en que se producían tales desprendimientos; solamente en otra mina del Gard se produjo, en la concesión de Trelys, un fenómeno análogo en 1900, que ocasionó 16 víctimas, y hubo también algunos otros de menor importancia en las minas de la Combelle y Charbonnier, en la cuenca de Brassac. El accidente de la concesión de Trelys podía considerarse, no obstante, como único, puesto que los desprendimientos de ácido carbónico de la cuenca de Brassac no eran comparables con los del Gard que fueron mucho más graves.

En la actualidad no sucede lo mismo; desde hace cinco ó seis años, el número de minas que tienen que luchar con este peligro crece de día en día: en la de Grosmenil, en la cuenca de Brassac, ocurren actualmente desprendimientos parecidos á los de Fontanes, y, si no han sido muchas las ocasiones en que se han producido, pues solamente se han contado unos quince, se debe á que los trabajos en la zona contaminada se han llevado con gran lentitud. La región, constituida por la prolongación hullera que, á cierta distancia de la cuenca de Brassac, atraviesa del Norte al Sur la meseta central, y en la que no se había observado ninguna manifestación de ácido carbónico, presenta desde el año pasado desprendimientos tan importantes como los de Fontanes y Grosmenil. En la pequeña mina de Singles se han producido dos desprendimientos instantáneos durante los trabajos de investigación, llenándose de gas todas las labores; el último ha dado más de 400 toneladas de escombros, y el ácido salió á la superficie con tal fuerza que sacudió violentamente el castillete del pozo; seis horas después las lámparas se apagaban y el gas continuaba desprendiéndose á razón de 2.000 metros cúbicos por hora.

En el Gard, en las minas del Norte de Alais y en las de Rochebelle de la misma cuenca de Fontanes, se producen los mismos desprendimientos, contándose hasta 1.º de Enero de 1910 más de ciento en Rochebellè y más de cincuenta, sumamente violentos, en el Norte de Alais. Las emisiones gaseosas no están solamente limitadas en el Gard al grupo de Fontanes; se producen también en Rochebelle en el pozo Pisani, de la concesión de Trelys, en otro sistema de capas y en el extremo opuesto de la cuenca, y hay motivo para suponer que en un plazo más ó menos largo, cuando los trabajos avancen en profundidad, todas las minas de Gard estén sujetas á desprendimientos instantáneos, bien de grisú, bien de ácido carbónico.

Hasta ahora no hay una ley determinada que presida estos desprendimientos. Generalmente se producen en la proximidad de fallas importantes, y á veces también en terrenos regulares, siendo raro que los escombros correspondientes no estén formados, al menos en parte, por carbón, aunque algunos, los más violentos, hayan tenido lugar completamente en el estéril. En ciertos puntos se escalonan de distancia en distancia, como si cada uno de ellos *sanease* una gran zona de ácido carbónico, y además se suceden tan rápidamente, que se ha llegado á provocar, con el primer barrenado que siguió á un desprendimiento instantáneo, otro de la misma importancia, habiendo tenido necesidad de renunciar, en Fontanes, á seguir el trazado de las galerías en los puntos en que los desprendimientos eran constantes.

En el Norte de Alais se ocasionaron cinco desprendimientos seguidos en una galería, dentro de un trecho que no pasaba de 50 metros, encontrándose casi siempre, cuando se llegaba al frente de arranque, después de retirar los escombros, una oquedad cuyo volumen, á veces insignificante, no correspondía á la cantidad de escombros producida, de suerte que no se explicaba de dónde procedían éstos. Generalmente los efectos mecánicos suelen ser muy pequeños y no se parecen en nada á los que produce una explosión de grisú ó de polvo de carbón; se ha encontrado, después de violentos desprendimientos, intacto el entibado en el frente de arranque.

Actualmente es casi imposible prever cuándo han de mani-

festarse los desprendimientos. Se ha tratado de conseguirlo, haciendo frecuentes análisis del aire de los diferentes cuarteles de la mina con el objeto de comprobar la presencia más ó menos marcada del ácido carbónico; pero los resultados obtenidos son poco concluyentes. Es de notar, sin embargo, que el empleo de este procedimiento ha permitido prevenir los desprendimientos instantáneos en el pozo Pizani de las minas de Trelys, en el Gard, y además el tomar á tiempo precauciones que han evitado el que ocurrieran desgracias personales.

El único medio práctico que se conoce hoy día para luchar con el peligro de los desprendimientos instantáneos de ácido carbónico consiste en prohibir en las minas, ó al menos en la zona sujeta á estos accidentes, el arranque con picos, no avanzando en ellas más que con cargas grandes de explosivos, que se hacen actuar por la electricidad desde un punto suficientemente alejado; los barrenos se dan desde el exterior, salvo en casos muy especiales, y siempre con todo el personal fuera de las labores. Se ha abandonado completamente el empleo de barrenos de flor, en el tajo de arranque, porque no daban ninguna seguridad.

Después de la pega de los barrenos, bajan vigilantes á las minas y no se permite la entrada del personal hasta que se demuestra que no han ocurrido desprendimientos.

Hasta ahora, estas precauciones han bastado para impedir las desgracias personales, con una sola excepción; sólo han dejado de ser eficaces en el formidable desprendimiento ocurrido en 6 de Julio de 1907, en el Norte de Alais, en el que el ácido invadió, durante muchas horas, toda la extensión de la mina, matando á tres obreros del exterior y produciendo principios de asfixia á los que se encontraban dentro de un radio de algunos centenares de metros de la boca del pozo. Este excepcional desprendimiento produjo 4.000 metros cúbicos de escombros.

Otro accidente, ocurrido el 23 de Octubre de 1908 en Rochebelle, ha costado también la vida á ocho obreros; pero habiéndose demostrado que una de las víctimas había trabajado con pico en la mina, no puede considerarse como ineficaz el procedimiento seguido, puesto que se faltó á él.

Otros dos desprendimientos instantáneos pequeños se han producido, uno en Fontanes y otro en Grosmenil, sin que se haya trabajado con picos; pero, en el primero, el barreno previo, se había cargado muy poco, y el segundo verosíblemente no se hubiera producido si la carga, en lugar de estar concentrada en dos barrenos colocados á un mismo lado del frente, hubiera estado repartida en toda su extensión, para producir el arranque de todo él. Estos dos desprendimientos no han producido desgracias.

El método actual parece, por lo tanto, que da seguridad suficiente; y por ahora no se ocurre que otras precauciones pudieran tomarse, como no se recurra á parar las minas.

Estas medidas de previsión, indispensables en los trabajos preparatorios, han de atenuarse forzosamente cuando se trata de labores de explotación, porque el método indicado es muy difícil de aplicar, sin modificaciones, á trabajos de disfrute, no solamente por los inconvenientes y los gastos que lleva consigo, sino también por los hundimientos que puedan producirse empleando fuertes cargas de explosivos.

Hasta ahora han sido poco explotados los cuarteles en que estas invasiones gaseosas se producen: en Fontanes se ha comenzado la de dos de ellos, y también se está explotando otro cuartel de Grosmenil, y, tanto en una como en otra mina, el sistema adoptado consiste en no hacer uso del pico más que aislándose con un enrejado de mallas suficientemente apretadas, que separa el tajo de las regiones más peligrosas y empleando siempre el disparo eléctrico de los barrenos. En el Norte de Alais, aun con este enrejado, el arranque se hace siempre con tiros eléctricos, pero con reducción de las cargas habituales. Se autoriza, sin embargo, á los obreros, cuando el carbón es tan deleznable que se desprende, por decirlo así, por sí solo, para emplear un instrumento especial, que en la comarca se llama *houx*, y que consiste en un trozo de chapa bastante delgada, cortada en forma de corazón y adaptada al mango de un picachón, siendo imposible con este instrumento el hacer grandes esfuerzos para derribar el carbón.

Tales son las medidas que se toman actualmente para evitar, tanto en la preparación como en la explotación de las minas de hulla, el peligro de los desprendimientos instantá-

neos de ácido carbónico; peligro que antes no se conocía, pero que es cada vez más grave y más frecuente en las minas del centro de Francia.

Resultados obtenidos por el empleo de una cámara de salvamento en un accidente ocurrido en la mina de Singles el día 26 de Julio de 1909, por M. J. Loiret, Ingeniero del Cuerpo de Minas, de Clermont-Ferrand.

Las Cámaras de salvamento, análogas á las que se han establecido en algunas minas de Austria, en particular en las de la Kaiser Ferdinand Nordban, están actualmente poco generalizadas. Como nunca había sido necesario servirse de ellas, no se sabía si en caso de un accidente serían de verdadera utilidad, ni si el débil aumento de seguridad que, al parecer, representan, compensaría los grandes gastos que ocasionan.

Sin embargo, un accidente ocurrido en la mina de carbón de Singles el 26 de Julio de 1909 en que una pequeña instalación de esta clase salvó la vida á cinco obreros, constituye un argumento serio en favor del empleo de las cámaras de salvamento.

La mina de Singles está situada en la mancha hullera que atraviesa de Norte á Sur la meseta central francesa en que se hallan escalonadas las minas de *Decire, San Eloy y Champagnac*. El accidente se produjo en las labores de investigación.

Habiéndose observado durante el trabajo algo de ácido carbónico, y á pesar de que los desprendimientos instantáneos, tanto de este gas como de grisú, eran desconocidos por completo en la cuenca hullera de que forma parte la mina de Singles, el director de la explotación instaló una cámara de salvamento en el fondo de una traviesa; esta cámara era sumamente sencilla, como que se reducía á dos puertas separadas entre sí 2,50 metros en dicho extremo de la traviesa, y el espacio comprendido entre las dos se puso en comunicación, mediante un tubo, con la canalización de aire comprimido de la mina. Este tubo podía cerrarse á voluntad del obrero mediante una llave de registro, y se tenía ordenado que no se

dispararan barrenos hasta que los obreros estuvieran dentro de la cámara desde la cual habían de hacerse los disparos.

En 20 de Julio de 1909 se produjo un violento desprendimiento de ácido carbónico después de una pega de barrenos. Los obreros, sin darse cuenta del peligro y faltando á la orden recibida, se encontraban cerca de la boca de un contra-pozo en vez de estar encerrados en la cámara. Al oír el ruido del desprendimiento, todos los obreros se precipitaron hacia la cámara de salvamento, mas con tan poca fortuna, que, quedando sus cuerpos atravesados en la primera puerta, impidieron que ésta se cerrara.

Las lámparas se apagaron, el ácido carbónico invadió la cámara, sin que bastara á desalojarlo la corriente de aire comprimido de la tubería; y cuando pudieron encender las luces y darse cuenta de lo ocurrido, vieron que tres de ellos habían sucumbido asfixiados, quedando con vida los cinco restantes.

Refugiáronse detrás de la segunda puerta, y diez horas después fueron extraídos de la mina; de suerte que, de haberse cumplido las órdenes de la Dirección, es lo probable que, de todos los obreros encerrados en la cámara, no hubiera perecido ninguno.

Esta experiencia demuestra los buenos servicios que en algunos casos pueden prestar las cámaras de salvamento.

Ensayos ingleses de cables de extracción mineros, por Henry Louis, Profesor de Minería en el Armstrong College, en Newcastle-upon-Tyne.

Los ensayos de los cables mineros de extracción tienen por objeto principal determinar el coeficiente de seguridad de un cable nuevo, y averiguar cuándo debe desecharse y substituirse un cable usado.

En Inglaterra los Reglamentos de Policía Minera no obligan á ensayar los cables, pudiendo emplearse los que se quieran; pero los directores de las minas son responsables de los accidentes que ocurran á consecuencia de su rotura. Con este sistema se han obtenido excelentes resultados, pues en diez años, de 1898 á 1907, sólo han ocurrido 18 accidentes por esta causa.

La Memoria de M. Louis se refiere á los ensayos á que los fabricantes someten los cables, determinando la carga de ruptura y la torsión de cada hilo ó alambre en todos los casos: solamente en algunos se prueba su resistencia á doblarse, y no se da importancia al alargamiento ni á la reducción de sección del hilo, ni se considera tampoco su límite de elasticidad.

Para calcular la resistencia total de un cable, se suman las de cada uno de los hilos que lo forman, siendo costumbre reducir la suma en una cantidad que oscila entre el 5 y el 17 por 100, según la clase de cables de que se trata, y la fábrica de donde proceda.

En Inglaterra se han emitido diferentes opiniones acerca de la elección del momento en que debían reemplazarse los cables usados; pero en todos los casos hay que tener en cuenta que la economía que se puede obtener prolongando demasiado el tiempo de servicio de un cable no compensa los grandes riesgos de importantes accidentes materiales y personales, que se corren en estas circunstancias.

Estado actual de la industria minera en la Lorena francesa,
por M. Paul Nicou, Ingeniero del Cuerpo de Minas, de Nancy.

Entre las regiones de Europa, productoras de minerales de hierro, la más importante es la de la Lorena, que también se conoce bajo el nombre de distrito de las *minettes*, y que está situada en las fronteras de Francia, Alemania, Bélgica y Luxemburgo, comprendiendo una parte de cada uno de estos países.

A esta interesantísima región minera consagra el ingeniero Sr. Nicou un trabajo que ha presentado al Congreso de Düsseldorf, cuyo trabajo constituye una extensa Memoria, donde se hace un estudio muy completo de los famosos criaderos ferríferos de la Lorena.

En la reseña del Congreso de Estocolmo, que va incluida en este tomo del *Bolétin*, y en otra Memoria del de Düsseldorf, anteriormente extractada, original del Sr. Kolmann, se insertan algunos datos relativos á los yacimientos de la Lorena, y se da idea de sus enormes reservas de mineral y del método de

explotación en la parte alemana del yacimiento. En la descripción del Sr. Nicou, después de expresar las cifras de producción de la cuenca de la Lorena, en los últimos diez años, se hace una sucinta historia de estas minas, manifestando que la industria siderúrgica es de antiguo conocida en la comarca, en la que ya existían hornos altos en 1553, aunque la explotación intensa de las capas de mineral no haya comenzado hasta hace unos quince años.

La cantidad enorme de minerales que contienen estas capas y la calidad de los mismos, son sobrado conocidas para insistir aquí en el asunto.

Desde el punto de vista geológico, puede decirse que la cuenca de las «minettes» forma parte de los depósitos de la gran cuenca parisiense y que se halla limitada al NE. por los macizos primarios de la Ardenne, de Eiffel, de Humsriich y de los Vosgos

En todo el contorno de esta cuenca asoman terrenos de distintas edades; pero más modernos á medida que se aproximan á París.

En Meurthe-et-Moselle, estos terrenos corresponden al caloviense, batoniense, bayocense y toarciense, en el cual se encuentra la formación ferruginosa, explotable ó no, con buzamiento uniforme de 10 á 15 milímetros por metro en dirección á París, lo mismo que los otros tramos jurásicos.

El espesor vertical de estos tramos en la parte Sur de la cuenca de Briey es:

	Brainville.	Conflens.	Briey.
Caloviense	30 m.	»	»
Batoniense.....	80 »	65 m.	30 m.
Bayocense	135 »	120 »	100 »

Los espesores decrecientes del caloviense, batoniense y bayocense hacia el Este, son resultado de los antiguos derrubios en la región.

La formación feruginosa del toarciense comprende una serie de capas que no siempre aparece completa en todo el espacio ocupado por este tramo. Entre ellas, la más notable por su extensión y excelentes condiciones de explotación es

la denominada capa gris, la más importante de la cuenca de Briey.

La división en capas se ha hecho de diferentes maneras por los geólogos: en Francia se las separa en tres grupos que son, á partir del techo, al muro

Piso superior.....	} Caliza ferruginosa. } Capa roja.
Piso medio.....	
	} Capa amarilla. } Capa gris.
Piso inferior.....	
	} Capa parda. } Capa negra. } Capa verde.

El muro de la formación ferruginosa se encuentra siempre muy bien definido y está formado por marga verde, gredosa y piritosa: el techo está constituido por las margas micáceas de la base del bayocense. El espesor del techo al muro varía mucho según los puntos, disminuyendo cuando se aproxima á los límites del yacimiento, y oscilando entre 25 y 50 metros, por término medio, excepto en la cuenca de Nancy, donde es menor: como ejemplos de estos espesores consignaremos los siguientes: en Sancy 58 metros, en Moineville 26, en Maitty, 45, en Briey 32, en Valleroy 36, y en Fondreville 42.

La división en siete horizontes mineralizados que se ha señalado anteriormente, no se aplica más que á la parte Norte de la formación ferruginosa francesa. En la cuenca de Nancy no hay, como zonas explotables, más que tres niveles, que se denominan capas *superior*, *media* é *inferior*. El espesor de la formación ferruginosa en esta región, rara vez pasa de una docena de metros.

Por lo general, en la Lorena francesa no aparece bien manifiesta la línea de separación entre las capas ferruginosas y los bancos en que encajan; se observa más bien un tránsito gradual del mineral al estéril, aunque en ciertos casos, como en la cuenca de Landres, hay en la capa gris perfecta separación, pues su techo, constituido por una caliza conchífera especial, se presenta claramente definido. De la misma manera las calizas ferruginosas del piso superior se distinguen, con frecuencia, muy fácilmente de las margas micáceas que se les superponen.

El mineral es hematites hidratada, oolítica; es decir, que está compuesta de una serie de granillos redondos, en capas concéntricas, ú oolitas de dimensión variable, en las que unas veces el grano sólo puede verse al microscopio, y otras tiene el tamaño de una cabeza de alfiler, ó una semilla de mijo, estando reunidos estos granos por un cemento arcilloso ó calizo.

En algunas regiones, y especialmente en la capa gris, la caliza del mineral suele concentrarse en bolas ó en lentejillas aplastadas, constituyendo lo que se llama riñones calizos, más pobres, naturalmente en hierro que las zonas intermedias; pero que, estriadas convenientemente, pueden dar minerales de riqueza más elevada.

El color de las menas varía del amarillo mate al rojo, al gris, al verde ó al negro azulado y suelen venir mezcladas con pirita de hierro en ciertos puntos, sobre todo en las capas inferiores, no ofreciendo dificultad el tratamiento de estos minerales en los altos hornos.

El elemento secundario característico es el fósforo, circunstancia que durante mucho tiempo impidió el desarrollo de la explotación de la cuenca de las *minettes*, porque no se conocían entonces los aceros básicos. Hoy día, en cambio, el fósforo constituye una de las principales ventajas de estos minerales, pues su ley en este metaloide es tal, que las fundiciones que se obtienen con ellos se consideran como el tipo más adecuado para la fabricación del acero Thomas.

El autor describe después detenidamente los métodos de explotación seguidos en estas minas, y las instalaciones accesorias del laboreo, como el alumbrado, la ventilación, desagüe, etc. Hace también mención de los sistemas de transporte, y termina su interesante Memoria dedicando algunos párrafos á los servicios que la electricidad presta en la cuenca de la Lorena y á citar las características de las estaciones centrales productoras de energía.

Trabajos estadísticos del Instituto del Mapa Geológico de los Estados Unidos de Norte América, por Edward W. Parker, del Instituto Geológico, de Washington.

Los trabajos estadísticos del Instituto Geológico en los

Estados Unidos se comenzaron en el año 1882, y fué preciso, al emprenderlos, empezar por reunir los datos más indispensables, porque en aquella fecha no se disponía de relaciones completas ni aun parciales de las minas en explotación ni de los nombres de sus propietarios.

Durante el período comprendido entre 1882 á 1889 se reunieron los antecedentes necesarios por personas conocedoras de las distintas ramas de la industria minera, y los concenientes á la del carbón fueron facilitados por los inspectores de minas de algunos estados. Desde 1889, las estadísticas se hacen ya basándose en los informes de los productores.

La ley no obliga á entregar estos informes, y aunque el sistema parezca contraproducente, ha dado, sin embargo, excelentes resultados, pues los capitalistas, comprendiendo la importancia grandísima de las estadísticas, no dedican sus capitales á los negocios mineros sin consultarlas antes; y así ha resultado que, con motivo del éxito creciente de estas publicaciones, ha sido necesario repetir las ediciones por haberse ido agotando rápidamente.

Para la formación de las estadísticas sirve de base el producto comercial y su precio se calcula por el que tiene la primera vez que se vende.

La base para la valuación de los metales es la producción de éstos ya refinados; se determina por los fundidores, y el precio se deduce de la cotización media anual en Nueva York.

Desde hace tres años el Instituto forma también estadística de la producción de petróleo, según los informes que le facilitan los productores, no habiendo sido necesario, hasta el presente recurrir á las cifras suministradas por los dueños de las tuberías de conducción del petróleo. El valor de la producción de minerales ha aumentado desde 452 millones de dollars en 1882 hasta más de dos billones en 1907, que ha sido el año de mayor producción.

En estos últimos años en que se ha dado verdadera importancia al estudio de los recursos naturales de la Nación, figuran en las estadísticas las monografías de los criaderos, para dar á conocer su magnitud é interés industrial.

El Instituto publica además mapas de los criaderos de

hierro, cuencas carboníferas y campos de petróleo y gases naturales, depósitos de metales preciosos, etc.

Los informes anuales y las obras publicadas relativos á los yacimientos minerales se reparten gratuitamente.

El procedimiento de relleno hidráulico en Alemania, *por W. O. Pütz, Ingeniero de Minas, de Tarnowitz, Alta Silesia.*

El procedimiento de relleno hidráulico empleado por primera vez á mediados del año 1901 en las minas de Mislowitz, Alta Silesia, se usa actualmente en cerca de 110 minas, en las que existen 145 instalaciones independientes.

El escaso desarrollo adquirido hasta ahora por el procedimiento, debe atribuirse á las dificultades que ocasiona el gran desgaste de las tuberías, á lo difícil de la elevación del agua no clarificada y á la falta de materiales suficientes de relleno. En las instalaciones alemanas de relleno hidráulico se calcula en cerca de 1.250.000 francos el coste anual de las conducciones. Esta cantidad pudiera disminuirse empleando arena y arcilla de grano fino, como materiales de relleno, mediante el revestimiento de los tubos. Desde este último punto de vista parece ser que los tubos ovales de hierro Stephan y los que llevan un baño de porcelana, construídos por Thyssen, son los que dan los mejores resultados.

Con los tubos ovales se ha obtenido un desgaste máximo de 1 milímetro por 10.000 metros cúbicos de materiales inyectados, mientras que con los tubos revestidos de porcelana ha sido de 1 á 4 milímetros, á pesar de lo cual no puede todavía darse una opinión definitiva acerca del empleo de una ú otra clase de tubería. La clarificación del agua de inyección se hace en las cámaras mismas de relleno ó fuera de ellas. En el primer procedimiento el agua puede estar en reposo ó en movimiento; cuando está en reposo, el vaciar la cámara de clasificación de los lodos que se han depositado en ella, ofrece hasta ahora dificultades, y ocasiona grandes gastos; si bien el sistema de transporte neumático de los lodos, debido al Ingeniero Schubert, de Benthén, mejora notablemente estas condiciones. Por este procedimiento la extracción del ba-

ro de los depósitos de clarificación se hace: ya por diferencia natural de presión, ya por aspiración á otro depósito, y cuando éste está lleno, se arrastran los lodos mediante el aire comprimido por canalizaciones convenientemente dispuestas, De este modo pueden transportarse de 20 á 50 metros cúbicos por hora. Para una diferencia de altura de 50 metros y una distancia de 1.200, los gastos no suben más de 27,5 á 31 céntimos por metro cúbico, en vez de 3,75 francos que cuesta á mano. Para contar siempre con suficiente cantidad de materiales de relleno, es preciso transportarlos desde grandes distancias.

Para esto no pueden utilizarse los ferrocarriles actuales por ser sus tarifas muy elevadas. Sería conveniente, por lo tanto, que los mineros se agruparan para construir y explotar por sí mismos líneas de transporte que marcharían mejor y serían tanto más productivas cuanto mayores fueran las cantidades que hubieran de transportarse, es decir, cuanto mayor fuera el número de minas asociadas. En la Alta Silesia funciona una Sociedad de este género con domicilio en Gleiwitz, la cual ha adquirido terrenos y proyecta la construcción de un ferrocarril de 27 quilómetros.

Por lo anteriormente expuesto puede decirse que las dificultades que aún existen para el desarrollo rápido del procedimiento de relleno hidráulico serán pronto vencidas, lo que es de desear por razones económicas nacionales.

Desarrollo de la excavación mecánica en las minas de carbón, por M. Fr. Schember, Consejero Imperial, de Viena.

Las labores de socava y arranque de las capas de carbón se hace actualmente por medio de herramientas de forma especial que reciben nombres distintos según las comarcas y que pueden clasificarse en los tres grupos siguientes: picos corrientes, picos de dos puntas y picos Acme.

Las primeras máquinas excavadoras que se inventaron clavaban mecánicamente el pico en los frentes de arranque, y se emplearon en Inglaterra, Alemania y Estados Unidos. Luego se inventaron las socavadoras, rotativas y fre-

sadoras, que pueden clasificarse en tres grupos, según que su procedencia sea americana, inglesa ó del continente.

Los constructores ingleses venden tres tipos principales, de rueda, de cadena y de barra: los americanos fabrican también tres tipos, de ruedas, de precisión sobre ruedas, llamadas *Punchers*, y de cadena sobre *bastidores*: y en el continente los diversos tipos usados se pueden comprender en dos grupos, según que su funcionamiento sea por sectores, como las del sistema *Ecsembeis*, ó las articuladas con acoplamiento por palancas, que se llaman de *palanca*.

En las explotaciones con grandes tajos, la máquina del porvenir es la de barra, sistema *Pick-Quick*, y para los demás casos cita el autor varias patentes alemanas.

Progresos en los procedimientos de desagüe, por M. Schultze, Ingeniero Profesor de la Escuela de Minas, de Essen (Ruhr).

En estos últimos años se han hecho en la cuenca de la Ruhr varias instalaciones de desagüe que son dignas de mencionarse, tanto por lo que en sí representan como por su rendimiento. Entre las bombas propiamente dichas, merece consignarse una del sistema *Prött*, que funciona desde el año 1909 en el foso de Christian Levin: esta bomba tiene sobre las demás conocidas la ventaja de que funciona con un solo cuerpo cuyas dimensiones son casi equivalentes á las de las bombas dobles del antiguo sistema.

Merced á un aparato especial que regula la velocidad del líquido, se ha llegado á mantener la columna de agua en movimiento uniforme; y con una sola bomba del nuevo sistema *Prött*, de dimensiones mitad menores que las antiguas bombas, se obtiene el mismo gasto de agua.

En las instalaciones eléctricas de desagüe, es necesario distinguir entre las máquinas nuevas, las bombas de pistón y las centrífugas de alta presión. En las hulleras *Zollverein*, existe en servicio desde el mes de Agosto de 1909 una instalación eléctrica muy interesante de bombas de pistón, construídas por la casa *Haniel y Lueg*, de *Düssel-*

ford, tan notable por su construcción, por su rendimiento, así como también por las pequeñas dimensiones de la casa de máquinas. Esta instalación, que permite elevar á 440 metros de altura 630 litros de agua por minuto, se compone de tres bombas con pistones de simple efecto, los cimientos de la máquina ocupan una superficie de 1,96 por 3,22 metros, y los gastos de instalación son muy reducidos.

En las nuevas bombas centrífugas de alta presión para los trabajos de desagüe, hay que tener en cuenta especialmente el incremento de gasto por bomba. La casa Sulzer hermanos de Winterthur y de Ludwigshafen ha instalado con éxito en la mina Emscher-Lippe una bomba que arroja de un solo golpe 6 metros cúbicos de agua á una altura que corresponde á una resistencia total de 73,4 kilogramos.

En la Memoria se describe detalladamente una instalación de esta clase de bombas centrífugas, y se consignan algunos pormenores relativos á bombas centrífugas de alta presión, de A. Borsig, de Berlin-Tegel y Ch. Jáger, de Liepzig-Plagwitz.

La máquina de vapor de corriente continua en su forma especial de máquina de extracción, por M. J. Stumpf, Profesor, de Charlottenbourg.

Describe el autor, detenidamente en su Memoria, las máquinas de vapor, de corriente continua, y pone de manifiesto sus ventajas indiscutibles. En estas máquinas el vapor sigue siempre en el motor una dirección invariable, en tanto que en las ordinarias la corriente es alterna, y á causa de estos cambios de movimiento de la corriente de escape, el vapor húmedo produce un gran enfriamiento de las paredes del espacio perjudicial, y por consiguiente un aumento de condensación en el cilindro, en la consecutiva admisión. Con la circulación continua se evitan estos enfriamientos de las paredes del espacio perjudicial y las condensaciones en el cilindro, no habiendo necesidad de fraccionar la expansión. Las máquinas de corriente continua pueden ser, por lo tanto, monocilíndricas, es decir, con

expansión única, trabajando con un consumo de vapor que no pasa del de las máquinas Compound de triple expansión.

Además, en las máquinas de vapor de corriente continua se suprime completamente el cambio de calor perjudicial propio de las máquinas de corriente alterna. El cilindro se compone de dos de simple efecto reunidos por el escape, calentándose los dos extremos de la admisión, quedando así fría la extremidad común del escape.

Con las máquinas de vapor de corriente continua se puede trabajar directamente á temperaturas del vapor recalentado que exceden de las temperaturas actualmente usadas.

La máquina de vapor de corriente continua es conveniente cuando se trabaja con escape libre ó con condensación, con vapor saturado ó con vapor recalentado; pero se aprovechan mejor sus propiedades favorables con vapor recalentado y condensación.

Experiencias francesas sobre el polvo del carbón, por M. J. Taffanel, Ingeniero de Minas, Director de la Estación de Ensayos de Lievin, de Lens.

La Estación de Ensayos de Lievin fué creada á raíz de la catástrofe de Courrières, que demostró los grandes peligros que se originan por el polvo de carbón en suspensión en el aire, capaz por sí solo de dar lugar á explosiones.

La Estación consta de dos galerías de experimentación, una de 15 metros de longitud por 2 m² de sección destinada al estudio de los explosivos de seguridad, y otra construída para resistir grandes explosiones, que tiene 230 metros de longitud por 2,80 m² de sección, que se proyecta prolongar hasta 500 metros de longitud, y que se destina al estudio de las explosiones del polvo de carbón. Los primeros 30 metros son de cemento armado, los 180 siguientes de chapa de acero, interiormente de madera, y los 90 metros últimos de chapa más gruesa, de una resistencia al choque sumamente elevada. En esta última zona hay otra galería á escuadra.

Para observar la llama existen unos ventanales colocados de distancia en distancia. Otra galería auxiliar, generalmen-

te protegida en el momento de las explosiones por una compuerta muy resistente, une la de las experiencias con un potente ventilador, y al lado de la galería hay un taller de trituración para preparar el polvo de carbón.

La instalación permite provocar explosiones de polvo de carbón no solamente por la detonación de explosivos, sino por una explosión de grisú, pudiéndose estudiar también la propagación de las inflamaciones del polvo de carbón en una atmósfera ligeramente cargada de grisú.

Para provocar una explosión de grisú se aísla una de las cámaras por tabiques de cierre hermético. La mezcla de aire y grisú se introduce por la parte superior de la cámara, y sale por la inferior, hasta que la mezcla saliente tiene la misma composición que la entrante, con que se trata de hacer los ensayos.

Para estudiar las explosiones es necesario medir las presiones alcanzadas y determinar las velocidades de propagación de la llama y de las ondas comprimidas con aparatos registradores de gran precisión, que se describen en la Memoria.

El estudio físico de las explosiones y su examen químico se hacen al mismo tiempo, tomando muestras de los gases de la combustión en el momento preciso de su paso por la llama.

Entre los múltiples problemas estudiados por la Estación de Ensayos de Lievin, el más importante es el de las explosiones de polvo de carbón.

Para llevarlo á efecto se siguen dos procedimientos: uno empírico, que consiste en realizar el fenómeno, aplicar los remedios propuestos y comprobar si son ó no eficaces, que es el método más sencillo, pero menos instructivo; y el sistema verdaderamente científico, que consiste en proceder por análisis ó por síntesis, descomponer el fenómeno, determinar sus leyes elementales, descubrir las relaciones entre las causas y los efectos, y por su conocimiento combinar las causas según el efecto que se desee obtener.

El autor detalla las experiencias hechas en la galera de Lievin, de las cuales citaremos alguna:

Depositados 225 á 450 gramos de polvo de carbón bas-

tante fino, de 30 por 100 de materias volátiles por m³, la llama recorrió la galería en menos de segundo y medio de tiempo, y su velocidad en los últimos 50 metros pasó de un quilómetro por segundo, siendo enorme la conmoción del aire, oyéndose la explosión á más de 10 quilómetros de distancia, y rompiéndose los cristales de las casas situadas á 2.000 metros del lugar del ensayo.

La presión se eleva mucho á medida que la explosión se aproxima al orificio de salida, habiéndose llegado á medir presiones de 19 quilogramos por centímetro cuadrado. Desde luego se trata de presiones instantáneas, que se establecen en menos de $\frac{1}{500}$ de segundo, y que no duran más que dos ó tres centésimas de segundo.

Repetida la experiencia con polvos de carbón más finos que los anteriores, la explosión fué formidable, no pudiéndose determinar la presión por haberse inutilizado el aparato de medida; los últimos 12 metros de galería cedieron, saltando tres chapas de acero de varios metros cuadrados de superficie, así como la madera del revestimiento interior y el relleno que la cubría, á más de 150 metros de distancia, y resistiendo dichas chapas una presión de 40 quilogramos por centímetro cuadrado.

Estas presiones, tan considerables en las zonas inmediatas á un orificio libre, aunque pasan, con mucho, de la presión máxima que puede dar una explosión de polvo de carbón en vasos cerrados, no están en contradicción con las leyes de la dinámica de los flúidos, pues ya se han comprobado fenómenos de esta naturaleza bajo el nombre de ondas de choque y de ondas explosivas, en el estudio de las mezclas gaseosas, pero no se suponía que se pudiera llegar á ellas en las explosiones de los polvos de hulla.

Del estudio experimental de estos fenómenos se han deducido consecuencias importantes y nuevos métodos para evitar explosiones de polvos de carbón.

Para dar fin á su trabajo, el autor expone los resultados científicos de los ensayos, verdaderamente interesantes, á que se refiere su Memoria.

La impregnación de humedad, por presión hidráulica, para el arranque de la hulla según el método del consejero privado superior de Minas Sr. Meissner, por el asesor y director de Minas M. Trippe, de Dorstfeld.

El consejero privado superior de Minas M. Meissner observó en 1890 que el polvo del carbón menudo y capaz de explotar, se produce no solamente en los trabajos de arranque, sino también por los empujes del terreno, y se deposita en los estériles y en las grietas de las capas. Para hacerlo inofensivo por medio de la impregnación de agua, imaginó M. Meissner inyectar agua á presión durante bastante tiempo en barrenos de un metro de profundidad con la boca convenientemente tapada para que el agua sea absorbida por la capa de hulla y se pueda arrancar el carbón sin que se produzca polvo.

Este procedimiento cayó en desuso por sus muchos inconvenientes; pero la explosión ocurrida hace dos años en las minas de Radbod movió al inventor del procedimiento y al administrador real superior de las minas de Dortmund á realizar nuevas experiencias en la mina de Scharnhorst cerca de Dortmund. El consejero superior M. Kaltheuner propuso el empleo de barrenos de mayor profundidad, obturándolos, no por la boca, sino más al interior, con un aparato inventado por M. Rudolf, jefe de explotación de aquellas minas. En estos ensayos, no sólo se impidió la formación del polvo en el arranque de la hulla grasa, sino que se obtuvo su disgregación hasta tal punto que no fué necesario hacer la pega de los barrenos.

En la mina Dorstfeld se perfeccionó el aparato de cierre del barreno y se llegó á conseguir humedecer de tal modo las capas y suprimir el polvo de carbón, con resultados tan satisfactorios, que se empezó á extender el nuevo procedimiento.

En las capas de estructura muy compacta y poco porosas, como algunas de Westfalia, este sistema no da resultado; pero, en cambio, en las de hulla grasa, muy peligrosas por este concepto, el agua á presión impregna sus poros en las zonas estériles y las grietas del yacimiento, produciendo

do un resquebrajamiento en un tiempo más ó menos largo (de diez minutos á seis horas), y el resultado es que la hulla extraída sin barrenos está tan impregnada de agua que no da nada de polvo en el descombramiento, carga y transporte. da nada de polvo en el descombramiento, carga y transporte.

Cuando la hulla es porosa y blanda, basta una presión de 20 quilogramos; cuando su estructura es más compacta, necesita una presión más elevada que puede llegar á 40 quilogramos.

Este procedimiento de impregnación de las capas presenta grandes dificultades cuando el techo ó muro de la formación son permeables, porque se reblandece la roca de la caja, y hay que tomar grandes precauciones. Cuando el muro es falso, hay que practicar el barreno de inyección en el techo, y viceversa, interumpiendo la inyección de agua á presión en cuanto empieza á resudar el frente del tajo.

Como la naturaleza de las capas y su estructura son muy variables, hay que determinar experimentalmente la posición, orientación y profundidad que debe darse á los barrenos de inyección. En la mayoría de los casos deben ser normales á las zonas estériles, pues así se impide el escape del agua á presión por las grietas que pueda haber. La profundidad debe ser de 1,50, 2,50 ó 3 metros, siendo la más conveniente de 1,5 á 2 veces, el espesor de la capa. La longitud de la cámara de compresión, es decir, la distancia desde el tapón al fondo del barreno, debe también fijarse experimentalmente.

La impregnación se considera terminada cuando en el tajo aparecen gotas ó venillas de agua.

Este procedimiento tiene la ventaja de purificar el aire de los frentes de los tajos, y, por lo tanto, no perjudica á los obreros y además favorece el alumbrado.

Empleo del hormigón armado para sostenimiento y revestimiento en las minas, por M. de Bergassessor Viebig, director de Minas, de Kray.

La mampostería y el hormigón ordinario no pueden esencialmente resistir más que á las presiones, pero no á los gran-

des esfuerzos de tracción que se producen en las labores mineras: en cambio, el hormigón armado resiste perfectamente los esfuerzos de tracción, por lo que substituye con ventaja á las mamposterías ordinarias y á la de hormigón apisonado en los trabajos de sostenimiento y de revestido en las minas. Las construcciones de hormigón armado tienen también otras ventajas en las minas, por su resistencia á la acción del aire y á la humedad, su impermeabilidad, resistencia al fuego y comodidad de adaptarse á todas las formas, por lo cual va extendiéndose su aplicación en las minas, en la que pueden prestar muy buenos servicios.

El procedimiento de congelación y sus perfeccionamientos recientes, *por el Ingeniero M. J. Zaeringer, Director de la Sociedad Gebhardt y Koenig, de Nordhausen.*

Describe el autor el procedimiento de perforación debido á Poetsh, y su aplicación á un pozo de la Sociedad alemana Solvay, en el que se ha llegado á 325 metros de profundidad, de los cuales en 270 metros se ha atravesado un terreno formado por arenas acuíferas movedizas, alternando con capas de arcillas arenosas.

Los perfeccionamientos modernos de las máquinas frigoríficas permiten mejorar las condiciones de trabajo, habiéndose llegado á perforar otro pozo de 183 metros de profundidad en ocho meses, con garantías de seguridad que antes no se tenían.

CAPÍTULO IV

CLAUSURA DEL CONGRESO

La sesión de clausura del Congreso Internacional de Minería y Geología práctica se celebró en el salón de actos del Sindicato Carbonífero de Essen, presidiéndola el Kommerzienrat Sr. Springorum, quien pronunció un notable discurso, haciendo resaltar el gran éxito obtenido en todos los ac-

tos realizados durante el Congreso, en el que las discusiones de las Memorias presentadas dieron motivo á muy provechosas enseñanzas, marcándose así un nuevo jalón en el progreso de las ciencias

Después dieron cuenta los presidentes de las cuatro secciones, Sres. Buskühl, Petersen, Frölich, Kukuk, de los asuntos tratados en ellas, y sus discursos fueron repetidos en francés é inglés por los Sres. Gouvy y Lloyd.

Se acordó otorgar un voto de gracias á los directores de minas y fábricas por las facilidades que habían concedido para las visitas, y también á los jefes de las excursiones por los datos facilitados sobre la industria minera y fabril del Rhin y la Westfalia.

El señor presidente dió luego cuenta de la invitación hecha por ocho grandes Corporaciones técnicas y científicas inglesas para que el próximo Congreso se celebre en 1915 en Londres: los Sres. Louis, Lloyd y Simpson repitieron verbalmente la invitación.

Aceptada ésta por unanimidad, á propuesta del señor Lloyd se nombró una Comisión permanente que habrá de enlazar la labor del Congreso con la del siguiente.

Para terminar, el Presidente dió, en nombre del Congreso, las gracias á todos los que han contribuído á su éxito y, en primer término, á los secretarios generales Sres. Schrödter y Sorvenstein, y á los presidentes de las secciones, directores de minas y fábricas, Institutos técnicos, etc.

Saludó especialmente á los representantes de los Gobiernos extranjeros, y concluyó declarando que, «merced al apoyo que todos han prestado y á la perfecta unión para realizar los trabajos, llegaron éstos á feliz término sin haber surgido desacuerdo alguno, y así, en definitiva, quedaron cumplidamente satisfechos nuestros deseos, y se ha conseguido el propósito que nos llevó á la celebración del Congreso que termina ahora.»

La concurrencia acompañó estas frases con grandes aplausos, y luego tomaron la palabra los representantes extranjeros para dar las gracias á los organizadores por las excursiones y fiestas preparadas.

En nombre de Bélgica habló el Sr. Dejardin, de Ingla-

terra el Sr. Marzin, de Francia el Sr. Kuss, de Italia el señor Falch, de Austria el Sr. Lorzy de Loez, de Suecia el señor Peterson, de los Estados Unidos el Sr. Vater, y de España el Sr. Sánchez Lozano.

Todos ensalzaron la ilustración alemana, las creaciones de sus industrias y la organización del Congreso, é hicieron constar también su admiración y gratitud á la hospitalaria ciudad de Düsseldorf, dándose por terminado el acto entre grandes muestras de aprobación.

El ingeniero jefe que suscribe, después de manifestar su gratitud á los organizadores del Congreso por las atenciones recibidas durante el mismo, hizo presente que abrigaba el convencimiento de que nuestro país habría de asociarse á la labor científica, en preparación, del Comité Internacional, y ofreció dar cuenta al Gobierno español del acuerdo de celebrar el Congreso de 1915 en Londres, á fin de que, con la oportunidad necesaria, se reunieran los datos estadísticos relativos á nuestra producción minera; respondiendo así á los deseos, expresados repetidas veces por varios miembros del Congreso, de que por todas las naciones se prestase merecida atención á este asunto de interés esencialísimo.

Terminado el Congreso, y cumplida la misión que, como delegados del Ministerio de Fomento nos fué encomendada, réstanos, para concluir, hacer cumplida manifestación de nuestro reconocimiento á todos los que nos han facilitado elementos para el mejor desempeño de nuestro cometido, y muy especialmente al Cónsul de España en Düsseldorf Herrn Max Trinkaus, así como también á nuestro Vicecónsul D. Francisco de Azátegui, de cuyas deferencias y atenciones guardaremos siempre muy grato recuerdo.

El Ingeniero Jefe del Cuerpo de Minas,
Rafael Sánchez Lozano.

El Ingeniero,
Augusto de Gálvez-Cañero.

ÍNDICE

	Páginas
CAPÍTULO PRIMERO.—Antecedentes.—Congresos anteriores al de 1910.—Materias tratadas en ellos.	189
Congresos anteriores al de 1910....	191
CAPÍTULO II.—Düsseldorf.—Su importancia.—Progreso de las industrias minera y metalúrgica en Alemania	196
CAPÍTULO III.—El Congreso de Düsseldorf de 1910.....	209

TRABAJOS DE LAS SECCIONES

SECCIÓN DE GEOLOGÍA APLICADA

Principios de la circulación del agua en el suelo y en el subsuelo, y sus aplicaciones, <i>por el Profesor René d'Andrimont</i> , de Lieja.....	211
Origen de los sedimentos hulleros plásticos y de los cantos erráticos hallados en la Cuenca del Norte de Francia, <i>por el Profesor Dr. Ch. Barrois</i> , miembro del Instituto de Lila, de Lila.....	212
Los recursos del mundo en minerales de hierro y su distribución, <i>por el Profesor Dr. Beyschlag, Geh, Bergrat</i> , Director del Instituto Real Geológico de Prusia, de Berlín.	212
Yacimientos auríferos de Abisinia y de Eritrea, <i>por Celso Capacci</i> , Ingeniero de Minas, de Florencia.....	215
La tectónica del Bajo Rhin y sus relaciones con el desarrollo de la formación lignitífera, <i>por el Dr. Fliegel</i> , Geólogo del Kgl. Geologischen Landesamt, de Berlín.....	216
Los depósitos hulleros de Westfalia y del Bajo Rhin, desde el punto de vista de su tectónica, según los datos más recientes, <i>por el Asesor de Minas Kukuk</i> , Geólogo de la Berggewerkschaftskasse de Westfalia, de Bochum.....	218
El Wolfran Ibérico, <i>por el Ingeniero Jefe de Minas D. Rafael Sánchez Lozano</i> , del Instituto Geológico, de Madrid....	219
Los pantanos del distrito del Rhin, especialmente el del valle del Möhne, <i>por M. Link</i> , Regierungsbaumeister a. D., de Essen Ruhr.....	225
Terremotos artificiales, <i>por L. Mintrop</i> , Markscheider de la	

	Páginas
<i>Berggewerkschaftskasse de Westfalia</i> , de Bochum.....	230
Los recursos mineros é industriales del Canadá, <i>por M. H. Mortimer-Lamb</i> , Secretario del Canadian Mining Institute, de Montreal.....	232
Síntesis de la Geología belga realizada por la documentación, <i>por el Profesor Dr. M. Mourlon</i> , Director del Servicio Geológico de Bélgica, de Bruselas.....	233
Formación de la hulla, <i>por el Profesor Dr. H. Potonié</i> , Geólogo del Kgl. Geologischer Landesanstalt und Dozent an der Kgl. Bergakademie zu Berlin, de Berlín.....	233
Manantiales luvéniles, <i>por el Dr. O. Stutzer</i> , de Freiberg (Sajonia)	235
Los filones argentíferos de Sn-Andreasberg en el Hartz, <i>por el Asesor de Minas M. Werner</i> , Inspector de Minas del Estado en Sn-Andreasberg, de El Martz.....	236
El terreno hullero en la Región del Rhin y de la Meuse, <i>por el Dr. W. Wunstorff</i> , Geólogo del Konigl. Press Geolog. Landesanstalt, de Berlín.....	238
El esmeril en Grecia, <i>por el Dr. Papavasiliou</i> , de Naxos (Grecia)	240
Importancia de la Geología práctica para la Ciencia y la Economía política, <i>por M. Schulz-Briesen</i> , Director general Honorario, de Düsseldorf.....	241
Los grupos de filones de las Cordilleras Sudamericanas, <i>por el Profesor Dr. G. Steinmann</i> , Geh, Bergrat, de Bonn.	243

SECCIÓN DE MINAS

Consideraciones críticas acerca del actual sistema de extracción por pozos, y medios para su transformación, <i>por el Ingeniero Stan. v. Bolesta-Malewski</i> , de Nalenczow.....	244
El procedimiento de petrificación en la perforación de pozos, <i>por M. Bruchausen</i> , Director de Minas, de Dortmund.....	245
Propagación de enfermedades contagiosas, por causa de la explotación de minas, <i>por el Profesor Dr. Hayo Bruns</i> , de Gelsenkirchen.....	246
Los ensayos de cables de extracción en Bélgica, <i>por M. Lucien Denöel</i> , Ingeniero Jefe de Minas, Profesor de la Universidad, de Lieja.....	248
Utilización de combustibles de calidad inferior, <i>por el Asesor de Minas M. Döbbelstein</i> , de Essen.....	248
Descombro de los frentes de arranque, <i>por M. G. Franke</i> , Consejero de Minas, Profesor de la Real Academia de Minas, de Berlín.....	250
Ensayos ingleses relativos á los efectos del polvo de carbón,	

	Páginas
<i>por M. W. Garforh</i> , propietario de minas y Director general del Syndale Hall, de Yorkshire.....	251
Esclusas de aire comprimido para la perforación de pozos, <i>por M. Grahn</i> , Asesor de Minas, Profesor de la Escuela, de Bochum.	252
Novedades y progresos recientes en Geometría subterránea, <i>por M. K. Haussmann</i> , Profesor, de Aquisgran.....	254
Unificación de las estadísticas mineras, <i>por el Doctor Ernst Jüngst</i> , de Essen.....	255
Disposiciones dictadas por las Jefaturas de minas alemanas y austriacas sobre las pruebas de los cables metálicos de extracción, para servicio del personal, <i>por el Inspector general Sr. Körfer</i> , de Donn.....	256
Profundización de pozos por el método de petrificación é inyección de cemento, <i>por el Director de Minas Sr. Gevers-Orbau</i> , de Montegnée-Liège.....	257
Desarrollo minero de la cuenca de las «minettas», <i>por el Director Imperial de Minas Dr. W. Kohlmann</i> , de Diedenhofen	257
Desprendimientos instantáneos de ácido carbónico en las minas de la meseta Central francesa, <i>por M. J. Loiret</i> , Ingeniero del Cuerpo de Minas, de Clermond-Ferrand.....	259
Resultados obtenidos por el empleo de una cámara de salvamento en un accidente ocurrido en la mina de Singles el día 26 de Julio de 1909, <i>por M. J. Loiret</i> , Ingeniero del Cuerpo de Minas, de Clermont-Ferrand.....	264
Ensayos ingleses de cables de extracción mineros, <i>por Henry Louis</i> , Profesor de Minería en el Armstrong College, en Newcastle-upon-Tyne	265
Estado actual de la industria minera en la Lorena francesa, <i>por M. Paul Nicou</i> , Ingeniero del Cuerpo de Minas, de Nancy	266
Trabajos estadísticos del Instituto del Mapa Geológico de los Estados Unidos del Norte América, <i>por Edward W. Parker</i> , del Instituto Geológico, de Washington.....	269
El procedimiento del relleno hidráulico en Alemania, <i>por W. O. Pütz</i> , Ingeniero de Minas, de Tarnowitz, Alta Silesia.	271
Desarrollo de la excavación mecánica en las minas de carbón, <i>por M. Fr. Schember</i> , Consejero Imperial, de Viena.....	272
Progresos en los procedimientos de desagüe, <i>por M. Schultre</i> , Ingeniero Profesor de la Escuela de Minas, de Essen (Ruhr).	273
La máquina de vapor de corriente continua en su forma especial de máquina de extracción, <i>por M. J. Stumpf</i> , Profesor, de Charlottenbourg.....	274

	<u>Páginas</u>
Experiencias francesas sobre el polvo del carbón, <i>por M. J. Taffanel, Ingeniero de Minas, Director de la Estación de Ensayos de Lievin, de Lens</i>	275
La impregnación de humedad, por presión hidráulica, para el arranque de la hulla según el método del Consejero privado superior de Minas Sr. Meissner, <i>por el Asesor y Director de Minas M. Trippe, de Dorstfeld</i>	278
Empleo del hormigón armado para sostenimiento y revestimiento en las minas, <i>por M. de Bergassessor Viebig, Director de Minas, de Kray</i>	279
El procedimiento de congelación y sus perfeccionamientos recientes, <i>por el Ingeniero M. J. Zaeringer, Director de la Sociedad Gebhardt y Koenig, de Nordhausen</i>	280
CAPÍTULO IV.—Clausura del Congreso.....	280



ÍNDICE

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN EL TOMO XXXI
DEL INSTITUTO GEOLÓGICO

	<u>Páginas</u>
Congreso Internacional de Geología, celebrado en Estocolmo en 1910.—Memoria acerca del mismo, por D. Ramón Adán de Yarza y D. César Rubio.....	5
Congreso Internacional de Minería y Geología práctica, celebrado en Düsseldorf en 1910.—Memoria acerca del mismo por D. Rafael Sánchez Lozano y D. Augusto de Gálvez-Cañero	187

INDICE

DE LAS LÁMINAS CONTENIDAS EN EL TOMO XXXI
DEL INSTITUTO GEOLÓGICO

	<u>Páginas</u>
Congreso Internacional de Estocolmo.—Itinerario.....	8
Bosquejo general geológico de la Península Escandinávica...	10
Plano geológico de Spitzberg.....	16
Diagrama de los climas de Escandinavia durante la edad cuaternaria	34
Plano Geológico de Gellivare.....	56
Cortes geológicos de Kiruna y Gellivare.....	68
Esquema de la preparación mecánica en Gellivare.....	68
Plano geológico minero en Kiruna.....	72
Cargaderos en Narvek.....	82
Plano geológico minero de Dannemora.....	88
Plano geológico minero de Norberg.....	92
Plano geológico minero de Graengesberg.....	100
Cortes del criadero de Graengesberg.....	102
Plano geológico minero de Persberg.....	106

ERRATAS MAS NOTABLES

CONTENIDAS EN EL TOMO XXXI DE ESTE BOLETIN

	Línea.	Dice.	Debe decir.
	11	28	plástico
	12	23	pasiones
	12	35	Olenellos
	13	15	plástico
	16	22	la Billen
	17	6	pastes
	18	2	Técnica
	23	4	<i>supra cristales</i>
	23	5	<i>infra cristales</i>
	23	23	de
	24	28	abelueds
	25	18	milorytas
	29	20	descompuesta
	30	26	pluviales
	31	13	lateral
	33	17	distribuido
	34	lámin	Zuercus
	35	29	con
	51	11	Aparte la
	51	25	Escandia
	51	33	Falum
	52	9	mamática
	52	15	Falum
	52	22	afectaura
	185	7	Técnica
	194	18	Sección
	194	37	en los
	212	30	formación
	224	34	que dan
	234	23	Kohl-nhydrato
	234	34	petrificado
	244	22	tdabajo
	249	35-36	lavaro
	250	17	anmentando
	263	7	estada
	279	5	línea repetida.
	279	34	M. de Bergassessor el asesor de minas
			clástico
			presiones
			Olenellus
			clástico
			la de Billen
			partes
			Tectónica
			<i>supra crustales</i>
			<i>infra crustales</i>
			son de
			abedules
			<i>mylonitas</i>
			recompuesta
			fluviales
			litoral
			distinguido
			Quercus
			en
			La
			Escania
			Falum
			magmática
			Falum
			afectando
			Tectónica
			Sección
			de los
			formación
			quedan
			hidrato de carbón
			putrescente
			trabajo
			tavado
			umentando
			estado