

---

---

# BOLETIN

DE LA

## SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA

---

---

### DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

**PRESIDENTE****Manuel Antonio Prieto**

Aguirre, Cesáreo  
Aldunate Solar, Carlos  
Andrada, Telésforo  
Besa, Carlos  
Cortés, Tomas 2.º

**VICE-PRESIDENTE****Joaquin N. Pinto**

Chiapponi, Marcos  
Elguin, Lorenzo  
Errázuriz, Moisés  
Gallardo González, Manuel  
González, José Bruno

Lecaros, José Luis  
Pizarro, Abelardo  
Santa Cruz, Joaquin  
Torretti, Roberto

**SECRETARIO****Orlando Ghigliotto Salas**

---

---

### Fomento de la industria minera

---

*Santiago, 22 de agosto de 1900.*

Señor Ministro:

Preocupada constantemente esta Sociedad del fomento de la minería nacional i de la industria metalúrgica, a las cuales están tan íntimamente vinculadas la prosperidad i riqueza públicas, ha continuado con teson permanente estudiando las causas de su paulatina, aunque accidental decadencia, i los medios de contrarrestarla, desde que, conocida como es la riqueza mineral que posee nuestro suelo, no podemos conformarnos con el grado de inferioridad a que hemos caído en materia de producción minera, si la comparamos con lo que fué en años pasados i con los medios que la ciencia ha puesto hoy a nuestro alcance para desarrollarla económicamente.

Sabido es que hasta el año 1888 i por un período de cerca de treinta años, la producción media anual de cobre en Chile fué de 41,000 toneladas i que repentinamente decayó en los diez años subsiguientes a un pro-



medio de 21,000 toneladas junto con la declinacion del precio del artículo en el mercado. La reaccion operada en su cotizacion a fines del año 1898 i continuada con variaciones favorables hasta hoi, si en algo ha hecho revivir el entusiasmo por las explotaciones mineras, ha encontrado al pais en condiciones económicas difíciles, con sus ahorros consumidos o desaparecidos, con motivo de la crisis prolongada que hemos atravesado, i a la cual en mucho han contribuido los continuos cambios en el valor de la moneda circulante producidos por una serie de leyes financieras que no han correspondido a su objeto, con la consiguiente escasez de capitales i restriccion del crédito, i lo que es peor, i como consecuencia de la depresion moral que esto trae consigo, con el agotamiento, aparente al ménos, de nuestra antigua vitalidad e iniciativa particulares que en otros tiempos levantó mui alto nuestro nombre como empresarios e industriales atrevidos.

Nuestra produccion carbonífera no ha correspondido al empuje con que se iniciaron las primeras explotaciones i esta riqueza que será para Chile mui superior a toda la que puedan producir los terrenos salitreros del norte i que es la base mas sólida de la prosperidad industrial de un pais, que tiene la suerte de poseerla, yace dormida sin que se hagan esfuerzos para ponerla a descubierto.

Nuestra produccion en 1898 fué al rededor de 850,000 toneladas i tuvimos que importar 665,166, que, al precio de 20 pesos de 18 peniques, nos impuso un pago al extranjero de 13.102,408 pesos, cantidad que de un modo sensible tiene que influir en nuestro cambio i que podíamos aprovechar ventajosamente en nuestro favor, activando la produccion de nuestras minas.

Los demas ramos de nuestra estraccion minera han corrido igual suerte. La falta de caminos i vias férreas, el desgraciado réjimen de la multiplicidad de las pequeñas comunas en distritos mineros que han tenido por consecuencia la mas absoluta malversacion de los fondos que las patentes de minas producen i deberian racionalmente invertirse en provecho de ellas; el alcoholismo imperante, sin que hasta ahora se haya podido dictar la lei que reglamenta el espendio de las bebidas alcohólicas i la penalidad de la embriaguez, vicio que hace disminuir en un 30 por ciento a lo ménos la fuerza productiva del pais, son otras tantas causas agregadas a los males anteriores, que contribuyen poderosamente a mantener nuestra minería en un estado de estagnacion deplorable i a lo que es urgente poner un remedio pronto i eficaz.

Se ha creido por muchos, i se ha llegado a indicar como estímulo principal para hacer revivir la industria cobrera, que se instalen por cuenta fiscal establecimientos de fundicion departamentales o provinciales donde



los mineros tengan como vender sus metales con provecho i libertarse así del monopolio que los particulares tienen establecido en distintas rejiones del país. Esta idea ha sido sometida a un severo exámen en el seno del Directorio i se ha llegado a la conclusion de que tal medida no sería practicable.

El distinguido injeniero de minas don Alberto Herrmann ha colaborado al estudio i dilucidacion de este palpitante asunto con un luminoso informe sobre el «Estado de la minería de cobre en Chile», que tengo el honor de remitir a US. Las conclusiones a que arriba están en todo conformes con las ideas de este Directorio.

La proteccion fiscal a nuestra minería debe consistir en medidas jenerales, nó de favor, i que formen un conjunto armónico, bien concebido i que consulten el desarrollo eficaz de esta industria.

Este Directorio se permite por tanto insinuar a US. algunas de ellas, sin entrar en largas disertaciones para apoyarlas, ya que son de por sí elementales, pero que conviene tenerlas presentes. Desde el alto puesto de US. podría patrocinarlas ante los poderes públicos, si estimare que ellas concurren al objeto perseguido.

A dos ideas capitales deberian obedecer las medidas que pudieran consultarse: 1.º al abaratamiento de la produccion o del costo de la unidad producida; 2.º al fomento de la produccion que es en parte una consecuencia de la anterior.

*Para lo primero se indicaria:*

a) Activar rápidamente la construccion de caminos i vias férreas en las provincias esencialmente mineras i procurar medios fáciles i espeditos de embarque en los puertos que no los tengan;

b) Reglamentacion del espendio de las bebidas alcohólicas i represion penal de la embriaguez;

c) Restringir el gran número de pequeñas municipalidades autónomas en los distritos mineros i consultar en la reforma de la lei municipal el empleo de la contribucion de patentes de minas en beneficio de la minería, como ser mejora de caminos, etc.;

d) Consultar ordenanzas especiales cuando se dicte la lei del servicio militar obligatorio, para no alejar el contingente de los departamentos mineros i hacer algunas concesiones a los barreteros miéntras estén escasos o postergar sus servicios para mas tarde;

e) Creacion de una fábrica fiscal de dinamita para procurar este explosivo indispensable, a precios mas reducidos, que serviria ya no solo para la explotacion de las minas, sino para los trabajos fiscales, para el ejército i la marina.



Este establecimiento importaria la construccion de una gran fábrica de ácido sulfúrico que en nuestro concepto, solo el Estado está en situacion de hacerlo en Chile. No necesito repetir al ilustrado criterio de U.S. que sin este ácido barato no hai industria posible en el pais que sea remunerativa;

f) Como medida provisoria, la liberacion de derechos de importacion de la dinamita i de la glicerina que sea necesaria para su fabricacion i la de los ladrillos a fuego;

g) Alentar de algun modo la introduccion de perforadoras mecánicas para poderlas poner al alcance de los mineros, con el fin de reemplazar i multiplicar la fuerza del brazo que hoi escasea para esa operacion.

2.º *Como medio de fomentar la produccion indicariamos:*

a) Dar todas las facilidades posibles, sea como liberacion de derechos, reduccion o liberacion de fletes en los ferrocarriles del Estado o ausilios pecuniarios reembolsables con ciertas garantías a los que emprendan la creacion de nuevas fundiciones o establecimientos de otra especie para el beneficio de minerales;

b) Apoyo decidido por parte del Gobierno a los introductores o inventores de nuevos procedimientos hidro-metalúrgicos para estraer el cobre mediando pruebas experimentales sérias que demuestren sus buenos resultados, sobre todo en el aprovechamiento de minerales que hoi están abandonados i cuyo tratamiento no puede hacerse por los métodos en uso en el pais;

c) Ereccion de un solo establecimiento metalúrgico fiscal en conexion con la fábrica de ácido sulfúrico, que tuviera por objeto el apartado de los metales i reduccion de los ejes con oro, plata i plomo que hoi se esportan al extranjero, i cuyo desarrollo futuro podria hacerse estensivo a minerales que las fundiciones particulares no alcanzan a beneficiar. Este establecimiento serviria ademas para la formacion de ingenieros metalurjistas que irian poco a poco a prestar sus servicios a la industria privada;

d) Esploracion sistemática por el Estado de los yacimientos carboníferos del pais, mediante la creacion de una oficina técnica especial i establecimiento de una explotacion fiscal en los mejores mantos descubiertos, donde se abriria una escuela para la educacion de ingenieros especialistas en el ramo i de capitanes de minas instruidos en el arte, que irian despues a prestar sus servicios a las empresas particulares;

e) Reforma de la lei de privilejios exclusivos en el sentido de hacer públicos los procedimientos o aparatos para los cuales se solicita patente, como único medio de que se conozca su orijinalidad, entregando el informe de ellos a una comision permanente encargada de su estudio.

Fin.  
M.A. Drieb  
Pdh



No sería esta la oportunidad, señor Ministro, de entrar en los detalles i organizacion que el desarrollo de estas ideas traeria consigo. Pero si ellas fuesen amparadas por el Supremo Gobierno, nos haríamos un deber en ponernos a su servicio i de cooperar a su realizacion con todo el interes que requieren materias tan importantes para el fomento i prosperidad de la riqueza minera del pais.

Dios guarde a US.

MANUEL A. PRIETO,

Preside etc.

O. Ghigliotto Salas,

Secretario.

Señor Ministro de Industria i Obras Públicas.

---

### La época glacial en Bolivia

---

En el *Boletín* de la Sociedad Nacional de Minería, año 1892, números 44, 45 i 46, en un artículo denominado «Estudios jeológicos en Corocoro i en la altiplanicie de Bolivia», i en los «Anales de la Universidad», año 1894, en un artículo sobre el solevantamiento de la cordillera de los Andes, he mencionado las estensas i poderosas capas estratificadas, mas o ménos horizontales o suavemente inclinadas, que cubren una gran parte de la altiplanicie boliviana i que le dan su configuracion característica de estensos llanos i de mesetas aisladas, provenientes de la erosion de las primeras. Como estas mesetas en Bolivia se llaman tabladas, hice la descripcion de estas capas con el nombre de «La formacion de las tabladas». (1)

---

(1) Estas capas presentan un magnífico perfil en las elevadas barrancas del rio de La Paz, frente a la ciudad del mismo nombre donde con un espesor de 500 a 1 000 metros rellenan la antigua quebrada del rio de La Paz o de Chuquiaguillo. Se componen aquí, en su parte superior, de gruesas capas de cascajo cuyos fragmentos son de granito i cuarcita del tamaño de una cabeza i mas con una capa de toba traquítica intercalada de algunos metros de espesor. Debajo de las capas de cascajo vienen poderosas capas de arcillas, que en la misma ciudad de La Paz se aprovechan para quemar ladrillos. Hasta aquí tiene la formacion un espesor de 500 metros (el Alto de La Paz es de 4,100 metros sobre el mar i la plaza de la ciudad mas o ménos 3,600); pero las arcillas continúan todavia rio abajo, reemplazadas mas abajo por nuevos cascajos. Estos últimos son quizas acumulaciones mas modernas del rio o de los ventisqueros; de todas maneras no se divisa todavia cerro firme en la villa de Obrajes que está solamente a 3,100 metros sobre el mar.

El fondo del rio de La Paz está lleno de inmensos blocks graníticos de varios metros cúbicos de volúmen.

Las mismas capas de cascajo que en el Alto de La Paz forman la superficie de la altiplanicie, suben con suave inclinacion hácia el naciente, hasta apoyarse sobre la Cordillera Real en la altura de 4,800 metros.



Mencioné que seria mui difícil aceptar para esta formacion un orijen lacustre, puesto que un lago no podia haber existido, estando la cordillera, cuando se depositaron las capas mencionadas, abierta hácia el Atlántico por la quebrada de La Paz, quebrada que actualmente está en gran parte rellenada por las mencionadas capas. Tambien entiendo que dicho lago habria tenido salida al Atlántico por Sorata, aunque no conozco personalmente esta rejion, ademas en el sur, hácia el Pacífico, por Ascotan i Calama i mas al norte por el rio Azapa.

Al mismo tiempo parecia mui poco probable que la formacion pudiera tener un orijen marino, puesto que en tal caso habria que aceptar un levantamiento de toda la altiplanicie de mas de 4,000 metros, en una época mui moderna, jeológicamente hablando.

Comprendo ahora que, en la realidad, esta dificultad puede salvarse de una manera mui sencilla, aceptando la hipótesis de haber estado completamente cerradas todas las salidas de la altiplanicie, especialmente la quebrada de La Paz, por grandes ventisqueros de la época glacial.

Parece que no puede haber ninguna dificultad en admitir esta hipótesis, sabido como es, que la América del Sur ha tenido su época glacial, como la América del Norte. Por los escritos de Fonck, Nordenkjold, Stange, Steffen, Martin, Moreno, etc., ya tenemos bastante conocimiento de la gran estension, que en la Patagonia i en el sur de Chile han tenido los grandes ventisqueros. Sabemos que a ellos deben su orijen la mayor parte de los lagos tanto de la Argentina como de Chile, i que en las provincias de Valdivia i Llanquihue han bajado hasta el mismo valle longitudinal.

Mas al norte se encuentran antiguas morainas en todas las quebradas, que bajan de la alta cordillera. El que suscribe ha tenido ocasion de verlas en el cajon del Tinguiririca, del rio Pangal, afluente del Cachapoal, i del rio Volcan, afluente del Maipo, en la altura de 1,500 a 1,700 metros sobre el nivel del mar; en el rio Aconcagua, a los 2,200 metros, i probablemente mas abajo, en el rio Turbio, de Copiapó, a una altura que solo aproximadamente puedo indicar, a 2,500 o 3,000 metros. En el camino de Taena a Bolivia, en el punto llamado Palca, se encuentra la quebrada cerrada por una gran acumulacion de peñascos traquíticos, roca que no se divisa en la vecindad; es probable que ésta tambien sea una moraina, situada a los 2,700 metros sobre el mar. En la altiplanicie de Bolivia solamente he visto pequeñas morainas cerca de La Paz, en alturas de 4,200 a 4,800 metros sobre el mar, pero no puedo asegurar, que no se encuentran tambien en un nivel mas bajo, siguiendo el rio de La Paz.

No parece aventurado suponer que los colosos de Illimani i Quimza-



Cruz, que guarnecen al río de La Paz, al norte i al sur respectivamente, hayan podido estender sus ventisqueros hasta el fondo de la quebrada que actualmente se encuentra al rededor de 1,800 o 2,000 metros sobre el nivel del mar, donde atraviesa la cordillera, i que en la época glacial sin duda ha sido ménos profunda. (2)

Las otras abras por donde pudiera haber tenido su salida el lago, se cerrarian con mas facilidad por estar en mas altura.

En vista de la poca o ninguna probabilidad de un oríjen marino de nuestras formaciones horizontales de la altiplanicie, i de la imposibilidad de aceptar la existencia de un lago sin la hipótesis mencionada, no parece muy aventurado admitirle aunque sea como simple hipótesis, por ahora, hasta que nuevos estudios encuentren señales de las antiguas morainas, que han tapado la quebrada de La Paz, con lo que nuestra hipótesis se convertiría en una realidad.

Tendriamos entonces durante la época glacial toda la altiplanicie de Bolivia ocupada por un inmenso lago, que desde Lipez al sur se estendia hasta cerca de Cuzco, en Perú, i en cuyas aguas se depositaron los escombros de las cordilleras vecinas, acarreados por los ventisqueros i por las aguas corrientes, formando las estensas llanuras i mesetas que hemos denominado «La formacion de las tabladas». Al retirarse los ventisqueros, una parte de las aguas del lago saldria hácia el Atlántico por la quebrada de La Paz, profundizando considerablemente su lecho; otra parte se evaporaria en el transcurso de los siglos, dejando en el sur de Bolivia, como restos, los lagos de Poopó i de Aullagas i los grandes salares, i en el norte el lago Titicaca. Actualmente la mayor parte de la Altiplanicie está sin salida al mar; las lluvias abundantes, que caen durante el verano, se concentran en los mencionados lagos i se pierden por evaporacion. (3)

---

(2) La quebrada de La Paz es una de las maravillas de la naturaleza como quizas no hai otra igual en el mundo. Entre la cumbre de Illimani, cuya altura sobre el mar es 24,000 piés, i el fondo de la quebrada por donde lo atraviesa el río de La Paz o 6,000 piés mas o ménos sobre el mar hai un desnivel de 18,000 piés. Es cierto que no se divisa la cumbre desde el fondo mismo de la quebrada que es muy estrecha i a veces no mas que una grieta entre las negras rocas verticales que en la llamada «Angostura» queda reducida a solo 3 metros de ancho. Pero subiendo un par de mil de piés en la falda de Illimani se presenta de repente su cumbre blanca e inmaculada entre las abras de las rocas vecinas parecido a una nubecilla blanca flotando en el espacio, i avanzando un poco mas se ven primero los inmensos campos de nieve, mas abajo los ventisqueros de hielo cristalino color verde i despues todas las flores de las zonas, desde la mas fria hasta la tropical con toda su exuberante vejetacion, todo reunido en un espacio tan pequeño como quizas en ninguna otra parte.

(3) La topografía e hidrografía han sido notablemente modificadas con la formacion de las tabladas. Las antiguas quebradas i desigualdades del terreno han desaparecido en gran parte i han sido reemplazadas por las llanuras i mesetas. Hemos visto que la quebrada de La Paz está rellena con capas de arcilla i cascajo con un espesor de 500 a 1,000 metros,



Las pequeñas morainas, que he mencionado a la altura de 4,200 o 4,800 metros pertenecen a esta época de la retirada de los ventisqueros, o quizás a un segundo avance en menor escala, puesto que se encuentran en quebradas dentro de la formación de las tabladas, quebradas que no pueden haberse formado, sino cuando las aguas del lago ya habían desaparecido.

Perteneciendo la formación de las tabladas a la época glacial, resultaría que durante esta época habrían estado muy activos los volcanes, cuyas eyecciones se encuentran dentro de nuestra formación en forma de capas poderosas de tobas, a veces con piedra pómez, de conglomerados y corrientes de lava, especialmente en el camino a Tacna, al poniente del Desaguadero; pero también en una capa de pocos metros de espesor entre los conglomerados de las barrancas del río de La Paz. El material de estos productos volcánicos es siempre de color claro y parece pertenecer a las traquitas y rhyolitas. De color negro basáltico no los he visto.

Los restos de mamíferos extinguidos, que se han encontrado en las barrancas del río Desaguadero y de su afluente, el Mauri, y que por el doctor Rodolfo Philippi han sido determinados como Hippidium, Mastodon, Megaterium y algunos otros edentados, se encuentran a la base de la formación estratificada, y a veces en el mismo contacto entre ésta y las areniscas y arcillas rojas mesozoicas subyacentes. En esta posición he visto en tres distintos puntos restos de Mastodon. Según esto habrían vivido aquellos animales allá durante toda la fuerza de la época glacial, cuando los ventisqueros ya habían cerrado la quebrada de La Paz y las aguas principiaban a invadir la altiplanicie.

Sin embargo, además de ser poco probable que estos animales hubieran podido encontrar las condiciones necesarias para su existencia en un clima tan frío, hay motivos para creer que las capas, que ahora encierran sus restos, son de un origen más moderno. En efecto, hay indicios de que el río Desaguadero, después de haber destruido las verdaderas capas glaciales, haya formado nuevos lagos de menor extensión dentro de la formación de las tabladas, y que es a orillas de estos lagos donde han vivido los mamíferos, cuyos restos ahora se encuentran. En tal caso sería post-glaciales o quizás inter-glaciales.

Futuros estudios decidirán esta cuestión.

LORENZO SUNDT.

---

sin que todavía se conozca la roca subyacente. Es evidente que la quebrada de La Paz, antes de depositarse estas capas, ha formado parte de una gran quebrada que ha ocupado el lugar del actual lago de Titicaca que entonces no existía, quebrada que todavía se extendía mucho más al norte. Esta quebrada ha reunido todas las aguas que actualmente entran en el lago Titicaca, formando un río mucho más caudaloso que el actual río de La Paz.



## La minería en España en 1899

La junta superior facultativa de minería acaba de publicar la estadística minera correspondiente a dicho año, i sus datos revelan el próspero estado de dicho ramo de la riqueza en España.

La primera estadística oficial minera se ultimó en España en 1786 por la Junta de Comercio, Moneda i Minas, sin datos de Asturias, ni de las Vascongadas, Navarra, cinco villas de Santander i sus encartaciones, minas del Estado i del Real Patrimonio.

Mas tarde se confeccionó una nueva estadística que la direccion jeneral de minas, i ya en ella se registran 462 minas trabajadas por particulares, aunque tambien sin los citados datos ni los de la industria carbonera, separada en 1790 de la lejislacion comun de Castilla.

Hasta algun tiempo despues no se publicó la primera estadística impresa, relativa especialmente al beneficio de los minerales plomizos.

La guerra de la Independencia arruinó por completo la minería que no muestra renacimiento pujante hasta 1844, segun la nueva estadística que se confeccionó, abarcando ya bastantes datos de labores i beneficio.

El valor total que señalaba esta estadística a la minería en un año era de 33 millones de pesetas, de las cuales correspondian 31 al beneficio i el resto al laboreo.

Desde 1844 ya han seguido publicándose, aunque sin igual método ni periodicidad fija, resúmenes del estado de la industria minera en España, que en 1849 alcanzaba un valor de 47 millones de pesetas en 785 minas i 342 beneficios.

En 1861 se dictaron reglas reorganizando este servicio estadístico i confiándolo a la Junta superior facultativa de Minería.

En 1860 se contaban 1,988 minas, con una superficie de 22,038 hectáreas i 345 oficinas de beneficio, que produjeron minerales i metales por valor de 89 millones de pesetas.

En 1868 señaló bajo la productividad de minas, pues solo funcionaron 1795, al paso que aumentó la zona minera 48,186 hectáreas. Las fábricas de beneficio fueron 296, i el valor total de la industria minera en dicho año fué de 182.000,000 de pesetas.

En este año se operó el cambio de lejislacion minera. En 1872 i 73 representa la industria minera 183.000,000 de pesetas, a pesar de las circunstancias de aquella época.



En 1886 se inicia ya en definitiva el progresivo desarrollo que de año en año se observa en la minería española.

El valor total de la producción minera en 1899 aparece en la estadística, que examinamos por 243.338,653 pesetas, o sean 167.151,437 pesetas que importan los minerales a boca-mina, i 176.184,216 pesetas el de los metales i productos del beneficio a pié de fábrica, cifras que son las mayores alcanzadas hasta la fecha.

El mayor valor producido corresponde a las minas de plomo arjentífero, que figura por 123.723,521 pesetas (61.994,575 valor a boca-mina, i el resto por beneficio de minerales).

Sigue al plomo el hierro cuyos minerales u óxidos i piritas figuran valorados en 43.526,955 pesetas, i en 42.499,267 los productos elaborados que de dichos minerales se obtienen en España: hierro fundido i dulce, acero i alambre; o sea un valor en conjunto de 86.076,222 pesetas. En este ramo de la minería es muy notorio su progresivo desarrollo.

Al plomo i hierro sigue en orden de importancia el cobre, correspondiendo al laboreo 14.925,005 pesetas, i al beneficio 34.034,861 pesetas o sea un total de 48.959,866 pesetas. El mineral arrancado ha ascendido a 2.443,044 toneladas.

Los combustibles, hulla, lignita i antracita obtuvieron en 1899 un valor a boca-mina de 24.785,001 pesetas, de las que corresponden 491,268 a las antracitas i 393,150 a las lignitas; en la obtención de cok i aglomerados aparecen estos productos valorados, a pié de fábrica, en 12.641,890 pesetas.

La hulla obtenida en 1899 llegó a 2.443,144 toneladas, cuyo valor a boca-mina se calcula en 14.725,005 pesetas.

El mineral de azogue extraído de las 21 minas en producción en 1899 representa un valor de 6.373,016 pesetas, correspondiendo solo a la mina de Almaden 6.096,541 pesetas.

De oro solo se han trabajado 1,110 toneladas, obteniéndose 16,023 gramos de oro fino, con un valor de 53,156 pesetas.

De plata se han elaborado 88,049 kilogramos de plata fina, valor a dos en 10.808,657 pesetas.

El estaño solo figura por 57 toneladas de mineral, que fueron exportadas.

En 1899 se han demarcado por el personal facultativo adscrito al servicio de los distritos mineros 68.572 hectáreas de terreno, quedando pendientes de despacho la enorme cifra de 7,385 expedientes.

Las minas en explotación en 1899 representan una extensión de 252



mil 957 hectáreas, i la total estension concedida, o sea comprensiva de minas explotadas o inexploradas, alcanza a 617,863 hectáreas.

Hai que hacer, para terminar, la importante observacion de que tanto la valoracion de los productos a boca mina i a pié de fábrica, así como la cantidad producida, son completamente caprichosas i faltas de veracidad, pues unos i otros extremos son declara los por ser particulares, quienes, creyendo que se perjudican con hacer una declaracion verdadera por temor a mayores gabelas i tributos, hacen manifestacion menor, como es sabido, a la verdadera representacion de la riqueza.

Miéntras la estadistica no pueda efectuarse directamente, siempre aparecerá lo mismo; que sus cifras son evidentemente menores que las verdaderas.

Barcelona, 22 de agosto de 1900.

P. YUSTE.

---

### La metalurgia rusa en 1899

---

Las 18 sociedades metalúrgicas del sur de Rusia, de las cuales cotizan diez sus valores en las Bolsas extranjeras, han producido en el año 1899 los siguientes materiales:

Fundicion, 82 491,327 toneladas en hierro han producido 2.253,482 toneladas de beneficiado i 7.370,669 toneladas de manufacturas.

En acero han dado 34.940,266 toneladas de lingotes i 45.026,790 de manufacturas rails, planchas, etc., etc.

Fecha ut supra.

P. YUSTE.

---

### Oxiliquit, un nuevo explosivo

---

En las experiencias hechas por Tripler con el aire líquido se habia demostrado que las sustancias de fácil combustion (polvo de carbon vegetal, algodón, etc.) impregnadas con aire líquido, son capaces de producir fuertes explosiones de efectos semejantes a los de la dinamita.

Ultimamente se ha hecho un empleo práctico de esta propiedad para



disparar diversos tiros en el túnel Smiplon i en la destruccion de un puente cerca de München, Alemania, obteniéndose mui buenos resultados. Se empleó ahí una mezcla de aire líquido con algodón impregnado de aceite, dándole a este nuevo explosivo el nombre de Oxiliquit.

Poco ántes de hacer los disparos se trae cerca del trabajo el aire líquido en botellas del sistema Dewar (botellas de doble paredes entre las cuales se ha hecho el vacío) en una caja. Se introduce en el aire líquido los cartuchos de papel que contienen el algodón con aceite i el fulminante para hacerlo hacer explosion. Una vez húmedo el algodón con el aire líquido, se colocan los cartuchos en los tiros i se disparan por medio de la electricidad o con las guías ordinarias, usándose estos cartuchos en la forma empleada para la dinamita.

Este explosivo ofrece las ventajas siguientes: preparándose el explosivo inmediatamente ántes de su empleo, no hai ninguna precaucion especial que tomar para su almacenaje i destruccion; pasado algun tiempo despues de preparado un cartucho, el aire líquido se evapora quedando únicamente el algodón con aceite que es completamente inofensivo; de manera que cuando falla un cartucho basta esperar un tiempo corto (por ejemplo las horas de descanso de los operarios) para tener la certidumbre de la ausencia completa de todo peligro.

Los cartuchos deben usarse luego despues de preparados, porque al aire libre el aire líquido que los impregna se evapora en unos 15 minutos quedando el cartucho reducido a su algodón impregnado de aceite.



## El empleo de la electricidad en las explotaciones de carbon de Buhr (Alemania)

Así como a principios de este siglo la invencion de las máquinas a vapor dió a nuestra cultura una importancia mui diversa de la que hasta entónces tenia, así tambien, a fines del siglo, la electricidad produce cambios de suma importancia en la técnica, especialmente en las explotaciones del carbon i en la industria del fierro.

En el umbral del nuevo siglo, una de las mas importantes partidas en los costos de los diversos artículos es la partida de los gastos debidos a la jeneracion de fuerza motriz i su buena distribucion.

Siendo la electricidad capaz de dar como fuerza motriz un buen rendimiento i suma facilidad para su distribucion i transporte, no es de estra-



ñarse de la grande aceptacion que ha tenido en las industrias, principalmente en las del fierro i del carbon.

El primer empleo que se hizo de la electricidad en las explotaciones de carbon de Westfalia, fué para los fines del alumbrado. La iluminacion de las faenas superficiales en las minas de carbon, por medio del gas, era mui imperfecta porque producía una claridad insuficiente i porque las llamas de gas eran afectadas desfavorablemente por el viento i la lluvia. Las pruebas hechas con alumbrado eléctrico dieron tan buenos resultados que la inmensa mayoría de las minas de carbon han abandonado el alumbrado a gas para reemplazarlo por el eléctrico.

La luz eléctrica tiene mayor intensidad i puede llevarse fácilmente a cualquier punto, mientras que el empleo del gas está reducido a las cercanías de una fábrica de gas, i muchas veces los gastos para dotar un punto dado con gas, son de mucha consideracion.

Ultimamente las grandes compañías carboneras están introduciendo cada vez en mayor escala el empleo de la electricidad, no solamente para alumbrado, sino tambien para los trasportes i estraccion tanto interiores como exteriores. Todas las instalaciones hechas con este objeto han dado resultados tan satisfactorios, que día a día se hacen nuevas instalaciones.

En las minas de carbon de esta rejion se dió siempre grande importancia al empleo de la electricidad para el desagüe de las minas, operacion que consumia la mayor parte de la fuerza motriz empleada en las minas.

Al principio se aplicaban los motores eléctricos, únicamente para mover las bombas centrífugas que trabajan con poca presion de agua; habiendo dado estas esperiencias espléndidos resultados, se emplean actualmente motores eléctricos interiores, para el movimiento de bombas de gran presion. Se emplean en esto principalmente, motores con corriente polifaseada, por ser éstos los que dan mayor garantía para un funcionamiento seguro i regular. La primera instalacion eléctrica para el movimiento de bombas es (en este distrito carbonífero) la de la mina Zollverein, hecha en 1892. Mas tarde han seguido este ejemplo mas de ocho de las minas mas poderosas.

Tambien para la ventilacion se introdujo luego el empleo de la fuerza motriz eléctrica. La primera instalacion de esta forma, fué hecha en la mina Bonifacius, en 1893, fabricada por la casa Schuekert i C.<sup>a</sup>, de Nürnberg. Para el movimiento de este ventilador se emplea el vapor sobrante de las calderas que sirven los hornos de cobre i la máquina de estraccion, llevándose de ahí la fuerza eléctrica al pique en que se encuentra el ventilador que está situado a 1,300 metros de distancia. Pone en movimiento al dinamó jenerador una máquina a vapor de un solo cilindro, dotada de



un regular especial. Esta máquina produce, con 60 vueltas por minuto, hasta 120 caballos de fuerza. El dinamo produce, con 430 vueltas por minuto, 42.5 ampères i 1,200 volts. El electro-motor que va conectado directamente al ventilador produce, con 200 vueltas por minuto, una fuerza de 60 caballos. De reserva existe un segundo ventilador, con el cual puede conectarse rápidamente el motor en caso de necesidad.

Prestándose la fuerza eléctrica perfectamente para el transporte de los carros cargados, tanto en el interior como en el exterior, varias minas han adoptado tambien con este objeto la fuerza eléctrica en el distrito minero de Buhr.

La instalacion hecha con este objeto en la mina Bonifacius, fabricada por la misma casa ántes citada, está dotada de locomotoras que funcionan con acumuladores, siendo necesario para la marcha no interrumpida, tener dos baterías de acumuladores, de manera que mientras una está en servicio, la otra se está cargando. Cada batería se compone de 40 elementos del sistema Tudor, colocados en un cajon que con facilidad puede sacarse i colocarse en la locomotora. La velocidad de la marcha de la locomotora alcanza de 75 a 150 metros por minuto.

Muchas minas de otros distritos han implantado tambien servicios eléctricos semejantes a los descritos; i dada la importancia que se atribuye al empleo de la fuerza eléctrica, se han establecido en la escuela de minas de Bochem, cursos especiales para el empleo de la electricidad. (*Berg u Hütt Zeitung*).

---

## La Electroquímica en la Esposicion de Paris

---

La electroquímica forma una clase especial del grupo quinto en el piso primero del Palacio de la Electricidad.

En realidad, no toda la industria electroquímica tiene representacion allí; muchos establecimientos que no están especializados sola i únicamente en ese ramo de la industria eléctrica, han preferido esponer sus productos en la seccion que representa los mas importantes. Otros, por el contrario, han espuesto todas las clases que les interesan.

Se entra en la sala rectangular de la clase 24 atravesando, bajo un elegante pórtico, la Esposicion de la Sociedad jeneral de Electricidad.

En el centro del salon se encuentran grandes instalaciones, i en todo su alrededor, una serie de armarios dedicados, en gran parte, a los diferentes sistemas de acumuladores.



Ante todo, se admira la brillante instalacion de la casa *Christophle i Compañía*, cuyos talleres para el dorado, plateado, niquelado i galvanoplastia, suministran notables reproducciones de objetos del arte antiguo i moderno, i piezas moldeadas sobre el natural, de un notable realismo.

La *Sociedad de productos químicos de Alais* ha levantado un verdadero templo al aluminio, en el cual resalta el busto de su gran sacerdote el célebre químico Henri Sainte-Claire Deville. Se penetra en él por cuatro arcadas entre elegantes columnas de aluminio, i en el interior puede verse todas las formas del *metal ligero*; desde el lingote en bruto, tal como sale de las fábricas de Salindre, Salin i Calipso, hasta las menores aplicaciones de este metal, que se presta a tantas.

La *Sociedad de carburos metálicos* presenta un trozo de carburo cristalizado, cuyas irisaciones encantan, i se parecen al amianto azul del Cabo. Bajo una vitrina especial admiramos un modelo reducido de un horno eléctrico sistema Bullier, que parece una joya pequeña al lado de la poderosa dinamo que le suministra la corriente. La *Sociedad electroquímica* exhibe magníficos cristales de clorato de potasa i de sosa; pero no hemos visto muestras de los cromos i manganesos puros que tanto se aprecian hoy por la metalurgia. Junto a estas dos últimas instalaciones se encuentra la Exposicion de la *Sociedad francesa de la electrometalurgia*, en la cual se ven todos los productos del procedimiento Elmore, desde los grandes cilindros de cobre de 1 metro de diámetro, hasta los vasos artísticos, alguno de los cuales tienen formas i contornos que demuestran la preciosa maleabilidad de este metal.

La *Fábrica de Saint-Gobain* i la *Sociedad El Carbono* terminan la serie de instalaciones del centro. Inspira gran interes la primera por las nuevas aplicaciones que se hacen de las propiedades aisladoras del vidrio. Otro producto, la *opalina* laminada i moldeada, de un suave reflejo lechoso, produce la ilusion del alabastro, i se aplica a cuadros de distribucion de verdadero aspecto artístico. La *Sociedad El Carbono* presenta toda la gama de carbones grafitosos para escobillas de dinamos, que soportan desde 3 hasta 15 i 20 amperios por centímetro cuadrado. Los últimos son de un grano tan fino, que puede recibir el pulimento del acero, cuyo aspecto ofrece. Parece, sin embargo, que las escobillas de cobre son mas suaves.

Al rededor de toda la sala, pequeñas instalaciones presentan diferentes modelos de acumuladores; no los describiremos, porque todo el interes de estos aparatos estriba en cómo funcionan i cuánto duran sus descargas, etc. Citaremos, sin embargo, la *Pila Hydra*, espuesta por *Chamelton i Compañía* (sistema Faure Sellon Volkmar), i los acumuladores *Fulmen* para navegacion submarina.



La Sociedad francesa de la *Metalurgia Hidroeléctrica*, cuyos nuevos procedimientos de electrolisacion en frio son interesantes, espone algunos productos especiales de estaño, cobre i bronce de aluminio sobre hierro.

Hemos notado en la instalacion de la casa *Graüer*, que representa a la *Sociedad del carborundo*, las diferentes aplicaciones de este nuevo producto al pulimento de los cuerpos duros. El carburo de silicio, cristalizado en agujas largas irisadas, es de un precioso aspecto; pero hemos echado de ménos el carborundo amorfo, que aunque de calidad inferior, sustituye con tanta ventaja a los ferrosilicios en la metalurjia del acero.

Antes de abandonar la clase 24, citaremos el magnífico bloque de carburo de calcio de 1,200 kilógramos de peso, espuesto por *M. Charles Bertolus*, de Saint-Étienne.

Pero la clase 24 se completa por un anexo al aire libre que puede llamarse el laboratorio.

Situado junto a la chimenea monumental de *Nicou* i *Demarigny*, esta Esposicion se compone de una construccion rectangular, cuya fachada principal está completamente al aire libre. Las otras son vitrinas i grandes *panneaux* gráficos i decorativos.

Dos Esposiciones especiales llaman desde luego la atencion: los hornos eléctricos de la *Sociedad electrometalúrgica* para la explotación de los procedimientos *Gin* i *Leleux* i de la *Sociedad de carburos metálicos*.

Se tuvo el buen pensamiento de hacer funcionar estos aparatos de modo que el público hubiera podido seguir todas las fases de la fabricacion del carburo de calcio. Creemos que tan buena leccion hubiera contribuido a difundir el conocimiento de un producto llamado a tan gran porvenir.

La casa *Gin* i *Leleux* espone dos hornos, uno de 300 kilovatios, que es el aparato industrial, i otro de 40, que es solo un aparato de laboratorio. Solo este último funciona, a causa de que el espacio concedido no permite las maniobras del horno mayor.

Estos aparatos se caracterizan por una marcha a un voltaje mui bajo; no formándose el arco no hai la proyeccion de las materias que se producen por los desprendimientos bruscos de gases, i puede decirse que funcionan sin producir ni polvo ni humo.

El rendimiento máximo es de 6 kilógramos 200.

Tenemos propósito de hacer un estudio detallado de la Esposicion de la *Sociedad de los procedimientos Gin* i *Leleux*, que se encuentran a la cabeza de la industria electroquímica; por esto nos limitaremos hoy a reseñar su última instalacion, la *Fábrica de Villelongue*. Dos acuarelas representan su exterior i su interior.



Por un simple golpe de vista de esta representacion gráfica, es posible darse cuenta que el período de ensayos i tanteos a que ha estado por tanto tiempo sometida la industria del carburo de calcio, ha terminado al fin. En Villelongue se encuentra establecida una batería de 12 hornos de 300 kilovatios, i el conjunto tiene completo aspecto de una instalacion sólidamente hecha, no dispuesta para modificarse a cada momento, sino para trabajar, producir i ganar dinero.

Villelongue, con sus 5,000 caballos de fuerza i sus 542 metros de salto, es, a juicio nuestro, i desde el punto de vista racional, la verdadera fábrica de carburo de calcio que podrá modificarse i perfeccionarse en sus detalles; pero las grandes líneas quedarán trazadas, i subsistirán.

El horno de la *Sociedad de carburos metálicos* tiene un aspecto especial, i tambien lo estudiaremos.

Entre estas dos instalaciones se encuentra el horno minúsculo de Moissan, cuyo crisol, del tamaño de un sombrero hongo, ha creado maravillas; productos obtenidos en él se pueden admirar en las vitrinas en que se espone, en donde se encuentran, entre otras, el fondo del crisol diamantífero.

El anexo de la clase 24 comprende aun muchas Esposiciones particulares que vamos a revisar brevemente.

La casa *Poulenc* espone aparatos de precision mui notables; los productos químicos de Alais, lingotes i planchas de aluminio, i el horno de esta Compañía que sirve para fabricar dicho metal. Los señores *Rochette Hermanos* esponen muestras de carbon de hermoso aspecto, i la *Neo Métallurgie*, diferentes metales refractarios, obtenidos i refinados en el horno eléctrico. Tambien hemos admirado los ferrosilicios de 50 por 100 Si de la *Compañía jeneral de electroquímica*.

Dos escaleras permiten el acceso a una galería superior en forma de tribuna, adornada con los bustos de los grandes maestros Jacobi, Volta, Faraday, Ampère, Becquerel i Humphry Davy.

A derecha e izquierda se ven los *panneaux* de M. *Charpentier*, de *Valdviè* de la *Sociedad Electrometálica de Dives*. En el primero se ven planchas i alambres de aluminio de todas dimensiones i calibre, i en el segundo tubos de cobre de todas las formas, presentados mui artísticamente.

En la tribuna señalaremos ante todo el cuadro gráfico del desarrollo de las fábricas electroquímicas de Francia. En él se estudia con satisfaccion la marcha brillante de esta industria que en 1889 empleaba 3,800 caballos, i que en 1900 utiliza 110,000.

Los señores *Schneider* esponen en su cuadro las instalaciones eléctricas



cas hechas por su casa, i su lectura da idea del desarrollo que ha tomado el ramo de electricidad en el Creusot. La *Sociedad de Electroquímica* presenta sus cromos i manganesos puros, que reclamábamos para la clase 24.

M. *Peyrusson*, de Limojes, espone una batería de diversos utensilios de aluminio que se emplean en el ejército; la *Sociedad Electro Bronce*, platos artísticos, i la casa *Christophle*, un precioso grupo de caza, ejecutado con los primeros kilógramos de aluminio que fabricó el célebre químico Sainte-Claire Deville.

¡*¡* No abandonaremos el anexo de la clase 24, tan curiosa i modernista, sin mencionar una novedad, que son los cables de aluminio de la casa *Charpentier* que actualmente están en uso para transmitir 600 amperios de corriente continua i alternativa.



## Las instalaciones eléctricas para el transporte i distribución de la energía



La inauguración del servicio de los tranvías eléctricos en nuestra capital, llevada a cabo con la asistencia de nuestras autoridades municipales i gubernativas, tiene para el país una alta importancia que nos hacemos un deber en reconocer i estudiaremos en algunos de sus puntos sobresalientes.

No tratamos aquí, ni es de nuestro resorte hacerlo, de las ventajas obtenidas con este servicio para la ciudad, ventajas que se traducen en mayor comodidad para el público, mucho mas espedición i aseo en el servicio de las líneas de carros urbanos i otros beneficios para las calles i avenidas de nuestra ciudad. No es ese el campo que nos corresponde estudiar, sino el inmenso beneficio i la enorme facilidad del transporte de la fuerza motriz, problema de tan alta trascendencia para todas las industrias.

No hai quizas problema de trasmisión de energía mas complicado que el relacionado con el servicio de tranvías; el gran número de carros aislados que tienen que ponerse en movimiento; la gran estension i complicada forma de la red de rieles por donde marchan, las alternativas un tanto irregular del acercamiento i alejamiento de los carros a la estación central de la fuerza; la variación enorme en la cantidad de fuerza empleada por cada carro segun las circunstancias, las innumerables paradillas sin lugar ni



tiempo fijo i las variaciones que durante la marcha hai que imprimir a la velocidad del carro, son algunos de los factores mas importantes que dificultan de una manera especialmente desventajosa el empleo de una fuerza motriz inanimada cualquiera en el servicio de los tranvías urbanos.

Ni el vapor, ni el aire comprimido, ni ninguna de las otras fuentes de enerjía de que dispone la humanidad, han podido salir victoriosas en la resolucion de este importante problema, i los tranvías seguian siendo tirados por animales, a pesar de los adelantos mecánicos del siglo; estaba reservado a la electricidad el vencer tan grandes i variados inconvenientes; era necesario un fluido de la docilidad i de la flexibilidad que solo la electricidad posee para poder cumplir, a un mismo tiempo, tantos requisitos.

No es esta instalacion la primera que se haya hecho en el pais, pues las minas de carbon de Lota están dotadas desde hace tres años, con una instalacion jeneral que sirve para el acarreo, estraccion i desagüe de las minas; pero tanto esa instalacion como otras mas pequeñas, son poco conocidas i dificiles de visitar. Esto no sucede con la instalacion de los tranvías de Santiago, éstos están a la vista de todo el mundo i cada uno que los vea tiene que meditar sobre un sistema tan conocido i espedito de transmitir i distribuir la fuerza motriz. Será esta instalacion un ejemplo constante i siempre a la vista de todo el público de las ventajas que el empleo de la electricidad trae consigo.

Mayor importancia adquirirá aun este ejemplo una vez que la jeneracion de la electricidad no se haga como ahora por medio del vapor, sino por medio de la fuerza motriz del agua del Maipo.

Un ejemplo tal tiene que producir hermosos frutos en un pais como el nuestro, dotado maravillosamente por la naturaleza de fuerza motriz hidráulica i fuera de la parte norte de nuestro pais en que el agua es escasa i en la que por lo tanto tendrá que seguirse consumiendo carbon, como asimismo en la navegacion, tendrá que llegar un dia en que el empleo del carbon quede relegado a un órden mui secundario.

Contribuirá naturalmente a esto de una manera notable el alto precio a que podemos obtener el carbon, lo cual nos hace por cierto poco aficionados a consumirlo, i el pais tendrá así necesariamente que tratar a toda costa de ensanchar el horizonte del empleo de la fuerza motriz del agua, trasportando la enerjía al lugar necesario por medio de la electricidad.

En nuestro pais, en efecto, el carbon es mas caro que en cualquiera otra porcion del globo, pues el costo del carbon nacional puesto en Lota puede estimarse de la manera siguiente: el precio de venta en contratos por grandes partidas, es de mas o ménos 13 pesos la tonelada; si calculamos como ganancia de la compañía que hace la explotacion la suma



de 3 pesos por tonelada, (que es una mui buena ganancia) llegaríamos al valor de 10 pesos de 18 peniques por tonelada; sea para comparar con otros países, al precio de costo de 18,5 francos, tenemos la siguiente lista para estos precios:

	Francos por tonelada
Chile.....	18.50
Colonia del Cabo.....	17.80
Natal.....	12.75
Victoria.....	12.00
Tasmania.....	10.00
Transvaal.....	11.60
Francia.....	10.85
Bélgica.....	10.25
Alemania.....	9.20
Rusia.....	8.40
Inglaterra.....	8 10
Austria.....	7.80
España.....	7.60
Nueva Gales del Sur.....	7.00
Estados Unidos.....	5.75
India Inglesa.....	4.20

En precio del carbon somos, pues, los que alcanzamos la lista de las naciones con el precio máximo, i esto sin tomar siquiera en cuenta que la calidad de nuestros carbones comparados con los de los países citados, seguramente es la peor.

La manera como gana terreno el empleo de la electricidad en la distribución i trasmision de la fuerza es mui importante. Ya es cosa vieja que para la trasmision a distancias superiores de 100 a 200 metros, la electricidad se lleva fácilmente la victoria, sobre todo cuando al mismo tiempo la enerjía ha de distribuirse entre varios puntos algo distantes unos de otros. Pero un triunfo nuevo i de alta importancia ha alcanzado la electricidad en el último año en Alemania. El caso es el siguiente: se trataba de reorganizar completamente los talleres de una casa constructora de máquinas, i con ese objeto se pidieron propuestas para hacer la instalacion i distribución de la fuerza en las diversas secciones i maquinarias que debian ser movidas por una máquina a vapor, situada inmediata al taller, pero al lado de afuera. Se presentaron diversas propuestas para la trasmision i distribución por medio de poleas o ejes como se acostumbra hacerlo en tales casos, i una propuesta para hacer la distribución i trasmision por medio de electricidad, trasformando la fuerza de la máquina en enerjía eléctrica en un solo jenerador que comunicaria su enerjía a diversos motores eléctri-



cos situados en las distintas secciones. Estudiadas las diversas propuestas, se vió que la última, la instalacion eléctrica, era la mas ventajosa bajo todo punto de vista i se vió tambien que el único proponente que se comprometia a obtener un rendimiento indicado era el que ofrecia el empleo de la electricidad; ninguno de los proponentes de los sistemas antiguos se encontraron capaces de responder de un rendimiento tan alto, aunque *pensaban que podrian alcanzarlo* sin atreverse, sin embargo, a comprometerse a ello! Se aceptó, pues, la propuesta que ofrecia hacer la distribucion por medio de la enerjía eléctrica i actualmente se está haciendo la instalacion respectiva. Un triunfo como este no necesita comentarios.

No necesitamos indicar que es en las industrias relacionadas con la minería, donde las ventajas indicadas tienen su mayor valor, puesto que ahí es donde mas necesario es un sistema, capaz de destruir i trasportar la fuerza a los diversos motores empleados en distintos puntos, i que muchas veces tienen que cambiarse con frecuencia de lugar. Las máquinas de extraccion i los trasportes en la superficie, las bombas i ventiladores en los diversos puntos en que sean necesarios, las perforadoras en cada parte en que se avanza una labor o se arranque el mineral i todas estas máquinas movidas por una instalacion central que puede estar a una distancia bien considerable i ser accionada por una caida de agua, recibiendo su fuerza por medio de alambres mui fáciles de colocar i mantener en buen estado, bajo un rendimiento superior a cualquier otro sistema, es un ideal que deben perseguir nuestros mineros con ahinco, i que ya se encuentra realizado en innumerables minas de Europa, Estados Unidos i aun del Japon.

G. I.

---

## El beneficio de los minerales de níkel por el sistema Mond

POR LUIS MOND

---

Este sistema de beneficio consiste en esponer los minerales de níkel, despues de calcinarlos i reducirlos a la accion del óxido de carbono, a una temperatura no superior a 100 grados; se forma así un carbonito de níkel ( $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ) que es sumamente volátil, un gas puede decirse, i que bajo una temperatura mas alta se descompone en níkel puro i óxido de carbono.

Ya la manera como Mond llegó a descubrir este carbonito de níkel



es de alto interes i por ese motivo la daremos a conocer de un modo sucinto.

En la fabricacion de la soda por el método de Solvey, que consiste en precipitar por medio del ácido carbónico, un bicarbonato de soda de una solucion de cloruro de sodio saturada de amoníaco, queda como residuo una solucion de cloruro de amonio, que jeneralmente se trata calentándola con cal para rejenerar el amoníaco. El producto secundario restante de esta operacion, el cloruro de cal, se ha tratado de aprovechar de diversas maneras para obtener su cloro.

Mond ha conseguido rejenerar directamente el amoníaco del cloruro de amonio separado de la disolucion por enfriamiento, i ha podido combinar esta operacion con el aprovechamiento del cloro, de una manera ingeniosa, aprovechando la propiedad que el cloruro de amonio tiene de disociarse a una temperatura mas alta, en sus componentes amoníaco i ácido clorhídrico. Hacia pasar Mond el vapor de sal-amoníaco sobre óxidos metálicos, que eran trasformados en cloruros por el ácido clorhídrico, formado en la disociacion, escapando el vapor de agua junto con el amoníaco rejenerado. Los cloruros así obtenidos eran calentados bajo el acceso del aire i así trasformados nuevamente en óxidos, miéntras entregaban su cloro para ser aprovechado. Los mejores resultados obtenidos por Mond, fueron empleando el oxidulo de níquel i el óxido de manganeso, a los cuales se mezclaba cierta cantidad de cloruro de potasio. Este sistema está hace algunos años en práctica, en grande escala en la fábrica de soda de Mond, en Winnington, con escelentes resultados.

Como el vapor de sal-amoníaco ataca vigorosamente los metales, hacia Mond su volatilizacion en aparatos de fierro revestidos con vidrio; estos aparatos estaban dotados de llaves para la entrada alternada de aire i de vapores de cloruro de amoníaco, siendo estas llaves hechas de níquel por haberse visto que este metal era el que mejor resistia.

Estas válvulas de níquel habian dado en el laboratorio espléndidos resultados, pero en la práctica en grande escala, luego dejaban de cerrar bien, porque en su superficie se formaban costras negras que tenian el aspecto del carbon. No pudiéndose atribuir este fenómeno sino al hecho de que en grande escala no se trabajaba, como en el laboratorio, con ácido carbónico puro, sino con el gas resultante de la calcinacion de cal que produce ácido carbónico, mezclado a cierta cantidad de óxido de carbono, estendió Mond, ayudado por su químico doctor Langer, la influencia del óxido de carbono sobre el níquel.

Con este objeto colocó en un tubo cierta cantidad de níquel obtenido por reduccion de su óxido con hidrójenu a una temperatura de 400 grados



i espuso este níquel a la acción del óxido de carbono durante varios días i a diversas temperaturas. Durante estas experiencias observó que la llama del óxido de carbono en exceso que salía del tubo, aumentaba notablemente de brillo cuando la temperatura del tubo era superior a 100 grados.

Al calentar el tubo por el cual escapaba el óxido de carbono, obtuvo un espejo compuesto de níquel puro, perdiendo al mismo tiempo la llama del gas su poder luminoso. Consiguieron ambos experimentadores aislar la combinación gaseosa del níquel i óxido de carbono así obtenida, estudiar su composición que queda representada por la fórmula  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  i liquidar el compuesto gaseoso en una mezcla frigorífica de sal i nieve.

De esta manera, en las experiencias que se hacían para obtener cloro i amoníaco directamente del cloruro de amoníaco, se vino a descubrir el *carbonito de níquel*, compuesto mui volátil de este metal!

Este compuesto es un líquido incoloro que hierve a los 43 grados de temperatura, se solidifica formando cristales en forma de agujas a 23 grados, es soluble en alcohol, petróleo i cloroformo, i no se ataca ni con ácidos diluidos ni con los álcalis. A bajas temperaturas se le puede destilar sin que se descomponga, pero a la temperatura de unos 150 grados su vapor es descompuesto, dan óxido de carbono i níquel metálico que se deposita en costra compacta en las paredes del depósito calentado.

La facilidad con que se puede, por este medio, obtener grandes cantidades de níquel en forma de un compuesto volátil en unión al hecho importantísimo que, prácticamente hablando, todos los demás metales resisten a la acción del óxido de carbono, aun el cobalto, por lo demás, tan difícil de separar del níquel, hizo concebir a Mond la idea de obtener por este medio industrialmente grandes cantidades de níquel puro, usando no solamente el níquel bruto, sino aun extraerlo de sus minerales. Para esto tomó, después de algunas experiencias halagadoras, patente de privilegio esclusivo el 12 de agosto de 1890.

Los minerales que contienen níquel unido al azufre o al arsénico, o aquellos en cuya ganga se encuentran estos cuerpos, se someten a una calcina reduciendo en seguida el óxido de níquel así formado, por medio de un gas reducente, como ser el gas de agua, con lo cual se obtiene níquel metálico pulverulento, que se somete a la acción del óxido de carbono, después de dejar enfriar el mineral a una temperatura de unos 50 grados. Los silicatos o arseniatos de níquel se funden primero para obtener un eje que en seguida se calcina para tratarlo como se ha indicado.

En 1892 instaló Mond, en Smithwick, cerca de Birmingham, un establecimiento de prueba en grande escala. Este sistema es aplicable venta-



josamente a metales que contienen 2 hasta 6 por ciento de níquel i que van acompañados de cobre (2 hasta 6 por ciento) i fierro.

Los minerales son primeramente calcinados i fundidos en seguida, para obtener un eje con 15 a 20 por ciento de níquel, mas o ménos igual lei en cobre i algo de fierro; estos ejes se enriquecen en seguida por el sistema Bessemer. Un eje obtenido de esta manera en Canadá por la Compañía Sudbury, de minerales con 4 por ciento de níquel i 4 por ciento de cobre, contiene 31.37 por ciento de níquel, 48.62 por ciento de cobre i 0.70 por ciento de fierro. Para tratar estos ejes se les muele, se les calcina para convertir los sulfuros en óxidos i despues de bien lavados con agua su composicion es casi únicamente óxido de níquel i óxido de cobre; por medio de una lejjivacion con ácido sulfúrico diluido se estraen las dos quintas partes del cobre i mas o ménos 1 hasta 2 por ciento de níquel; el licor con sulfato de cobre se destina a la elaboracion de esta sal de cobre, i el residuo que contiene de 45 hasta 60 por ciento de níquel se seca, se reduce por medio del gas de agua i se espone a la accion del óxido de carbono.

Con estas operaciones se estraen fácilmente las dos terceras partes del níquel; en seguida la estraccion se hace tan lenta que se ha considerado mas conveniente calcinar de nuevo el residuo, volverlo a lejjivar con ácido sulfúrico, secarlo nuevamente con gas de agua i volverlo a esponer a la accion del óxido de carbono.

Las operaciones se efectúan de la manera siguiente:

El eje enriquecido se calcina en un *horno de calcina* de donde sale con un contenido de un 35 por ciento de níquel, un 42 por ciento de cobre, i un 2 por ciento de fierro para pasar a una *tina de lexxivacion* donde se somete a la accion del ácido sulfúrico; el residuo de esta operacion que contiene 51 por ciento de níquel i 21 por ciento de cobre pasa a un *horno de reduccion* que se mantiene a 300° de temperatura (cuando hai mucho fierro la temperatura tiene que ser aun mas baja) por medio del gas de agua. El producto así reducido pasa al *horno de volatilizacion* (aparato semejante al horno de reduccion) en el cual el producto es sometido a la accion del óxido de carbono a una temperatura que no debe ser superior a 100 grados; de este horno de volatilizacion se hace volver la carga de eje calcinado al horno de reduccion para ser nuevamente sometido a la accion del gas de agua; alternativamente se pasa, durante 8 a 15 dias, la carga del horno de reduccion al de volatilizacion i de éste a aquél hasta que el 60 por ciento de su níquel se haya volatilizado bajo la accion del óxido del carbono. El residuo vuelve entónces al horno de calcinacion (su peso es mas o ménos dos tercios del primitivo) para recorrer nuevamente las operaciones ya descritas. El carbonito de níquel, formado en el horno de



volatilizacion, pasa a un horno denominado *horno de disociacion*, en el cual se descompone depositándose el níquel sobre planchas de hierro o mejor sobre granalla de níquel del comercio; este horno trabaja a una temperatura de 180 grados. El óxido de carbono resultante de esta descomposicion, se vuelve a hacer pasar al horno de volatilizacion para que volatilice nuevas cantidades de níquel, de manera que este gas circula constantemente entre el volatilizador i el disociador, del primero al segundo arrastrando el carbonato de níquel i del segundo al primero con puro óxido de carbono. El níquel obtenido de esta manera en el disociador tiene una lei de 99.4 hasta 99.8 por ciento de níquel.

Conocida así la marcha jeneral del procedimiento, vamos a ver cada una de las operaciones con mas detalles.

El eje calcinado i molido, que contiene 35 por ciento de níquel, 42 por ciento de cobre i 2 por ciento de fierro, se trata en tinas de lejjivacion forradas en hoja de plomo, con ácido sulfúrico ordinario diluido con aguas madres de operaciones anteriores. La cantidad de eje tratado en una tina es de 150 kilogramos, a los cuales se agrega 90 kilogramos de ácido sulfúrico diluido en 560 litros de aguas madres. Se mantiene la temperatura durante media hora a 85 grados por medio de un ahorro de vapor. Se separa por filtracion la solucion con sulfato de cobre del residuo insoluble, pasándose la primera a tinas de cristalización, de las cuales se sacan despues de 8 a 10 dias los cristales de sulfato de cobre, sirviendo el licor nuevamente para la extraccion del cobre, hasta que despues de cierto número de operaciones el contenido del licor en níquel i fierro se hace suficientemente alto para evaporar todo a sequedad i calcinar los sulfatos de cobre, de níquel i de fierro así obtenidos i hacerlos entrar en el círculo jeneral del beneficio junto con los ejes calcinados. El sulfato de cobre obtenido por cristalización, que solo contiene 0.05 por ciento de fierro i otro tanto de níquel, se saca en una centrifuga i se vende.

El residuo de la primera lejjivacion con ácido sulfúrico, que contiene 52 por ciento de níquel, 20.5 por ciento de cobre i 2.5 por ciento de fierro, se trata en el horno de reduccion en cargas de media tonelada i se levanta por medio de un rosario hasta el embudo de carga de dicho horno.

El reductor descrito por Mond en su patente de privilejio, es un horno en forma de torre de 7.50 metros de altura con catorce planchas huecas de fierro, que se calientan por medio del gas de agua hasta una temperatura de 250 a 300 grados; sobre estas planchas cae el eje calcinado i es arrastrado por medio de rastrillos unidos a un eje vertical, de una plancha a otra. Las cinco planchas huecas superiores son refrigeradas por medio del



agua para enfriar el mineral a 50 grados, que es la temperatura que hai en el volatilizador a donde tiene que pasar ahora el eje ya reducido.

El volatilizador es semejante al reductor, solamente que sus planchas son macizas i no huecas i que su tamaño es algo mas pequeño.

El disociador se compone de una especie de torre cilíndrica de fierro bastante alta, que lleva a su alrededor un chaque dentro de la cual circulan los gases calientes para elevar la temperatura de todo el aparato hasta unos 200 grados. Esta torre no tiene sino dos aberturas, una en su parte superior por donde penetra un tubo que llega hasta cerca del fondo i otra en una orilla por donde pueden escapar los gases. El tubo central dotado de un refrigerante con agua en toda su estension sirve, para hacer entrar el gas cargado con níkel, i su refrigeracion se hace necesaria para cortar en el depósito de níkel que pronto le obstruiria. Entra, pues, el gas por el fondo del aparato i tiene que atravesarlo en toda su estension para salir por el segundo tubo citado. El espacio interior de la torre se llena completamente con granallas de níkel sobre las cuales se deposita este metal al hacerse la disociacion. En la parte superior del horno disociador hai una disposicion que permite sacar constantemente la granalla de níkel ya cargada de depósito de este metal, miéntras que por la parte superior se agrega nueva cantidad de granalla fresca.

La granalla estraida del disociador se presenta en forma de un núcleo de níkel cristalino rodeado de capas concéntricas del metal depositado.

El gas que sirve para la reduccion es producido en tres hornos jeneradores con antracita i se almacena en un gasómetro; contiene cerca de 60 por ciento de hidrójeno.

El proceso de reduccion se dispone de una manera tal que el gas que sale del aparato reductor no contenga sino de 5 hasta 10 por ciento de hidrójeno; por un enfriamiento se libra del vapor de agua formado por la oxidacion del hidrójeno i en seguida se hace pasar por carbon incandescente, con lo cual se le trasforma en un compuesto con cerca de 80 por ciento de óxido de carbono, que es el gas necesario para la volatilizacion del níkel. Este gas se guarda en otro gasómetro que está en conexion con la cañería principal del óxido de carbono. Despues que este gas ha pasado por el volatilizador se le filtra para quitarle el polvo fino que pudiese arrastrar i se le pasa al disociador, de donde vuelve, despues de depositar su níkel, al volatilizador, para arrastrar nuevas cantidades del metal.

El eje calcinado que se mantiene durante ocho a diez dias en el volatilizador i reductor alternativamente, se pasa despues de esta operacion nuevamente a la calcina i a las demas operaciones; su composicion es mui



semejante a la primitiva, pero contiene mas fierro, pues la lei en este metal llega a 4.5 por ciento i sube en una tercera operacion a mas de 8 por ciento, por lo cual jeneralmente despues de la segunda operacion se vuelve a fundir a eje, por cuanto, obligando la presencia de la gran cantidad de fierro una marcha en el reductor a temperaturas mui bajas, la estraccion del nikel se hace demasiado lenta.

En las dos operaciones descritas se estrae 80 por ciento del nikel total contenido: 60 por ciento en la primera i 20 por ciento en la segunda.

Los análisis de dos muestras de nikel obtenido por este sistema han dado los siguientes resultados:

Nikel .....	99.82	99.43
Fierro i aluminio.....	0.10	0.43
Azufre.....	0.058	0.0099
Carbon.....	0.07	0.087
Residuo insoluble.....	....	0.073

El establecimiento de prueba de Smithwick ha producido ya cerca de 80 toneladas de nikel de diversos minerales.

Actualmente se tiene en proyecto una instalacion capaz de producir anualmente 1,000 toneladas de nikel i 4,500 toneladas de sulfato de cobre. En este proyecto el eje será llevado mecánicamente a un gran reductor, pasará de ahí a un pequeño volatilizador en seguida alternativamente por cuatro pequeños reductores, tres pequeños volatilizadores i un gran volatilizador, de donde volverá nuevamente al horno de calcina. Cada reductor recibirá su gas de agua directamente del gasómetro, ménos el primero, que es el mas grande i que será alimentado con el gas que ya ha pasado los otros reductores para aprovechar así de una manera mas completa el hidrójeno de este gas. Despues de pasar los volatilizadores el gas óxido de carbono será filtrado i llevado por un ventilador a los disociadores, para volver de ahí nuevamente a los volatilizadores junto con el nuevo gas obtenido del gas de agua de la manera indicada anteriormente.

Partiendo del hecho de que su sistema de beneficio es puramente químico i que es sencillo i seguramente mas económico cualquiera de los sistemas electrolíticos propuestos, Mond concluye diciendo: «Indudablemente se hace sentir en el último tiempo la tendencia de, aun para sistemas puramente químicos, reemplazar al químico por el electro-técnico; el motivo de esto es la opinion de que el sistema mas sencillo de descomponer un cuerpo consiste en la electrolísis. Personalmente soi de la opinion



contraria: creo que una gran cantidad de sistemas cuya base sean los principios jenerales de los procedimientos químicos i metalúrgicos antiguos, serán mejores i necesitarán un menor gasto de enerjía que los eléctricos.»

---

### Empobrecimiento de los criaderos auríferos por la vegetacion

---

En el «periódico de jeología práctica» de Berlin, ha publicado el doctor Lungwitz, un interesante artículo sobre los yacimientos auríferos, en el cual se ventilan diversas cuestiones de importancia sobre las cuales las opiniones han estado divididas.

En primer lugar es de suma importancia saber si el oro de un criadero aurífero puede ser atacado i disuelto por las aguas superficiales o subterráneas i si esta disolucion puede empobrecer o aun destruir un criadero.

Recordando Lungwitz que, para estudiar el contenido de diversos metales en las aguas del mar, se habia buscado en los cuerpos de los animales marinos los diversos metales, i se habia comprobado en ellos la existencia del nikel, cobalto, zinc, plata, etc., que no podria provenir sino de las aguas del mar; se le ocurrió que así como en el mar se recurría a los animales, podria recurrirse en el caso del estudio de los criaderos auríferos a las plantas i que si las aguas son capaces de disolver el oro de los criaderos, las plantas que crecen sobre ellos o en su inmediata cercanía deberian contener el precioso metal.

Para sus estudios él empleaba únicamente árboles de la zona trópica, i que crecian justamente sobre un criadero aurífero.

Los troncos eran cortados en tamaños convenientes, se les limpiaba de la corteza i la madera mas blanda i se los convertia en cenizas sobre una plancha de fierro bien limpia; la ceniza así obtenida servia para el estudio químico. En la primera prueba pudo demostrarse la presencia del oro en la madera, pero su cantidad era demasiado pequeña para una determinacion cuantitativa. Provenia esto de que la madera empleada era nueva i blanda. Las maderas duras del tronco grueso cercano a las raices, contenia siempre oro, cuya cantidad alcanzaba a un valor de 40 a 140



Pfenig (1) por cada 20 kilogramos de cenizas. Se examinó en seguida distintas partes del tronco, constatándose que el contenido en oro era mayor en el arranque de las ramas. De estos resultados se obtienen las siguientes deducciones: que las aguas contienen oro disuelto de los criaderos auríferos en la zona tórrida; que esta solución es muy diluida, siendo necesaria su concentración por el paso al través de las innumerables células de la madera para que pueda reconocer y pesarse el oro; y por último, que la disolución contiene según toda probabilidad el oro disuelto en forma de una sal orgánica.

Esto puede explicarse de la manera siguiente: con altas temperaturas como son las que reinan en la zona tropical, se produce bajo la acción de la humedad y del aire, al descomponerse las sustancias orgánicas, ácido carbónico, agua, ácido sulfúrico y ácido nítrico. Ahora bien, cuando estas aguas con ácido nítrico se juntan al cloruro de sodio que toda agua contiene en cantidades más o menos apreciable, y actúa sobre el oro de un criadero, debe formarse cloruro de oro que se disuelve en el agua, y que se combina probablemente con sustancias orgánicas, formando una sal orgánica de oro soluble en agua. Las plantas que absorben en gran cantidad el agua del suelo, absorben también la solución aurífera, disminuyendo así considerablemente el contenido del oro del suelo.


Lungwitz llega hasta aceptar que la falta de oro en los criaderos, en los afloramientos, proviene de su solución por las aguas y su absorción por las plantas en las épocas geológicas en que en toda la tierra reinaba un clima tropical y la vegetación era tan exuberante.

También el hecho hasta ahora no explicado de que ciertos carbones contengan una pequeña cantidad de oro, encuentra su satisfactoria explicación pensando que ya las plantas lo contenían antes de transformarse en carbón. También en algunas petrificaciones de troncos de árboles se ha determinado la presencia del oro, teniendo esto la misma explicación.

Sabido es también que el mar contiene oro disuelto en sus aguas, y esto sería inexplicable si no fueren atacables los criaderos auríferos por las aguas, y éstas llevaran disuelto el oro hasta el mar, donde poco a poco ha ido concentrándose. (*Berg u. Hütt Zeitung*).

---

(1) 1 Pfenig igual 0.01 marcos o sean 0,666 centavos de 18 peniques.





## Boletin de precios de metales, combustibles i fletes

## COTIZACION EN LONDRES

Segun los siguientes cablegramas recibidos en la Bolsa Comercial de Valparaíso:

		COBRE EN BARRA	PLATA	SALITRE
		A 3 meses la tonelada inglesa	Peniques por onza troy	
Agosto	29.....	£ 73. 2.6	28 $\frac{3}{8}$	....
Setiembre	5.....	73.12.6	28.11/16	....
"	14.....	74. 2.6	28 $\frac{3}{4}$	....
"	17.....	73.12.6	....	....

## COTIZACION EN VALPARAISO

	SETIEMBRE 7		SETIEMBRE 22	
	Pesos de 18 peniques	Moneda corriente	Pesos de 18 peniques	Moneda corriente
<i>Cobre en barras</i> , quintal español en tierra.	40.27 $\frac{1}{2}$	41.67 $\frac{1}{2}$	40.57 $\frac{1}{2}$	41.72 $\frac{1}{2}$
<i>Ejes</i> de 50 por ciento, quintal español libre a bordo.....	18.21 $\frac{1}{4}$	18.85	18.36 $\frac{1}{4}$	18.87 $\frac{1}{2}$
<i>Minerales</i> de 10 por ciento, quintal español, libre a bordo.....	2.26 $\frac{1}{2}$	2.34 $\frac{1}{4}$	2.28	2.34 $\frac{1}{2}$
<i>Plata</i> , el marco, libre a bordo.....	12.77 $\frac{1}{2}$	.....	12.77 $\frac{1}{2}$	.....
<i>Fletes</i> , por vapor a Liverpool o al Havre, la tonelada.....	50 chelines	.....	50 chelines	.....
Id. por buques de vela a Liverpool o al Havre, la tonelada.....	32/6	"	32/6	"
<i>Carbon</i> de piedra inglés, la tonelada.....	39/6-40	"	40	"
Id. id. Australia, la tonelada.....	34/6.35	"	34	"



## Actos oficiales

---

### SOLICITUDES DE PRIVILEGIO ESCLUSIVO

Han solicitado patente de privilegio exclusivo los siguientes señores:

M. A. Cuadros, por don William Laurence Voelker, para unas «mejoras en la manufactura de lámparas de luz incandescente eléctrica».—Setiembre 4.

Luis Pagnoni, por los señores Giovanini Ansaldo i C.º, para «un torpedo de bloqueo».—Setiembre 4.

M. A. Cuadros, por don William Laurence Voelker, para «mejoras en la manufactura de filamentos para las lámparas eléctricas incandescentes».—Setiembre 4.

Adriano Silva, para «un nuevo sistema para beneficiar minerales».—Setiembre 5.

Alejandro Sepúlveda, para «la estraccion del talio de los minerales de cobre que lo contengan».—Setiembre 10.

Guillermo Menger, para «una celda eléctrica destinada a la produccion de gas cloro».—Setiembre 10.

Eugenio Lahaye, para «un procedimiento i aparato destinado a beneficiar minerales de oro, plata i cobre por la vía húmeda».—Setiembre 12.

Roberto Nagel, para «un sistema para convertir el carbencillo en bloques de carbon de piedra».—Setiembre 15.

Samuel Robert Adcok, para «un procedimiento destinado a la produccion de óxido cúprico del sulfato o carbonato natural».—Setiembre 22.

### CONCESIONES DE PRIVILEGIO ESCLUSIVO

Se ha concedido patente de privilegio exclusivo a los siguientes señores:

Guillermo Contreras i Zenon Rojas, por nueve años, para «un sistema de beneficio mui económico para los minerales de cobre por vía húmeda aplicable tambien a la estraccion de la plata de los minerales frios».—Agosto 10 de 1900.

John Edward Yeasen Woods i William Ascroft Byron, por nueve años, para la «fabricacion del carburo de calcio i reduccion de óxidos metálicos».—Agosto 21 de 1900.

Alexander Imschenetzki, por nueve años, para «unas mejoras relativas a la fabricacion de materiales resistentes al fuego».—Agosto 25 de 1900.



Agustín Cabrera Cárdenas, por el término de quince años, para «un procedimiento para la elaboración del salitre».—Agosto 31 de 1900.

Adolfo Gaete Sotomayor, por siete años, para «un sistema de alumbrado eléctrico para los trenes del ferrocarril».—Setiembre 14 de 1900.

Luis Lombard Gerin, por nueve años, para «un sistema automóvil de toma de corriente eléctrica de los vehículos, etc.».—Setiembre 14 de 1900.

Henry Alonso Buck, por nueve años, para «unas mejoras o adelantos introducidos en las máquinas rotativas, convirtiéndolas con esto en máquinas reversibles».—Setiembre 14 de 1900.

