

BOLETIN

DE LA

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA

METALURGIA

ESTADÍSTICA

REVISTA MINERA

PUBLICACION QUINCENAL

CAMINOS
FERROCARRILES
Y
TRASPORTES**SUSCRIPCIONES**

POR UN AÑO \$ 5
 POR UN SEMESTRE 3

OFICINA

25—CALLE DE LA MONEDA—23
 SANTIAGO

AVISOS

TARIFAS CONVENCIONALES

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD*Presidente*

FRANCISCO DE P. PEREZ.

Vice-Presidente

PASTOR OVALLE.

Consejeros

CONCHA I TORO, ENRIQUE
 ELGUIN, LORENZO
 GANDARILLAS, FRANCISCO
 GATICA, MARCIAL

Consejeros

IZAGA, ANICETO
 LASTARRIA, WASHINGTON
 LLAUSAS CARLOS
 MANDIOLA, TELÉSFORO

Consejeros

OVALLE, ALFREDO
 RESPALDIZA, JOSÉ
 PRIETO, MANUEL ANTONIO

Consejeros

PALAZUELOS, JUAN A.
 VARAS, ZENON
 VALDIVIESO AMOR, JUAN

Secretario

FRANCISCO GANDARILLAS

AVISO

Para todo lo que concierne a la redaccion i administracion, dirigirse al secretario de la Sociedad Nacional de Minería.

SUMARIO

Indice de los pedimentos i denuncios de las minas registradas en Santiago.—Sesiones del Directorio.—Exposicion científica e industrial en Bruselas.—Explotacion de sal jema.—Memoria de la Compañía minera La Tacora.—Beneficio de metales.—El azogue en los Estados Unidos.—Resistencia del acero.

Indice de los pedimentos i denuncios de las minas registradas en Santiago**PEDIMENTOS**

1887

- Agosto 1.º.—Don Pedro Antonio Gagliardi registró el pedimento de la veta de plata i cobre Milagro, en Tilttil.
 » 6.—Don Federico 2.º Barahona registró el pedimento de la veta de cobre i plata Filomena, en Tilttil.
 » 8.—Don Ramon Saavedra i otros registraron el pedimento de la veta de fierro Porvenir, en Lampa.

DENUNCIOS

- Agosto 2.—Don Antonio Sosmay denunció la mina de plomo Sulfuros o Litre con el nombre de San Luis.
 » » Don Eduardo Muñoz Sobarca denunció la mina de plata Descubridora, en Las Condes.
 » 2.—Don Edmundo Maubrac denunció la mina Juanita, en Las Condes.
 » 13.—Don Marcos Tebrich denunció la mina de fierro Farfana, en Lo Aguirre.

Sesiones del Directorio

SESION 108 EN 7 DE AGOSTO DE 1887

Presidencia del señor Perez

Asistieron los señores consejeros Gatica, Mandiola, Ovalle Varas i el secretario.

Leida i aprobada el acta de la sesion anterior, el secretario espuso que no se habia recibido ninguna comunicacion para el Directorio despues de la ultima sesion.

Agregó que por su parte i con el propósito de impulsar la reforma del Código de Minería, habia celebrado conferencias con el señor Ministro de Justicia, a quien habia impuesto de todos los antecedentes de la cuestion.

Signióse discutiendo en el Directorio sobre tan importante asunto, hasta que se suspendió la sesion a las 3½ P. M.

Antes de suspenderse ésta, fué presentado i aceptado como socio el señor don Juan Schulz, profesor de química i mineralojía de la Universidad.

F. DE P. PEREZ,
 Presidente.

Francisco Gandarillas,
 Secretario.

SESION 109 EN 14 DE AGOSTO DE 1887

Presidencia del señor Perez

Asistieron los señores Lastarria, Mandiola, Ovalle, Varas i el secretario.

Leida i aprobada el acta de la sesion anterior, se dió cuenta: de una comunicacion de la Comision de Gobierno de la Honorable Cámara de Senadores, en la que se pide a esta Sociedad informe sobre una solicitud de don Juan R. Neves sobre permiso para la construccion de un ferrocarril a vapor destinado a explotar los depósitos de sal jema existentes en el punto denominado Pampa Alta, en la que, entre otras concesiones, pide que dichos depósitos se consideren, para el efecto del pago de patente, en las mismas condiciones fijadas por el decreto de 28 de junio del presente año para los depósitos de borato de cal. La Comision de Gobierno desea

tambien conocer la opinion de esta Sociedad sobre si convendria hacer estensiva la disposicion del decreto de 28 de junio a todos los depósitos de la misma sustancia existentes en el pais.

El Directorio debatió detenidamente las dos proposiciones formuladas por la Comision de Gobierno del Honorable Senado, i se pronunció contrariamente a ámbas, i por el mantenimiento de la integridad del decreto de 14 de abril del presente año.

Acordó tambien manifestar en el informe que deberá trasmitirse a dicha Comision, que la patente no es una contribucion i sí un regulador para evitar el monopolio.

Con esto se levantó la sesion.

F. DE P. PEREZ,
 Presidente.

Francisco Gandarillas,
 Secretario.

Exposicion científica e industrial en Bruselas

La siguiente invitacion ha sido pasada al Directorio de la Sociedad Nacional de Minería por el señor encargado de Negocios de Bélgica, don Adolfo Carrion, para tomar parte en un concurso científico e industrial, que tendrá lugar en Bruselas el año entrante, la que recomendamos a los mineros que tengan interes en concurrir a aquella solemnidad:

Santiago, 18 de julio de 1887.

Señor Presidente:

Tengo el honor de poner en su conocimiento que en 1888 tendrá lugar en Bruselas una solemnidad científica e industrial. S. M. el Rei de los belgas ha acordado a esta obra su alto patrocinio, i S. A. R. el conde de Flandes ha aceptado su presidencia de honor. El gobierno i la ciudad de Bruselas le han asegurado su concurso material i moral. El conde de Oultremont, miembro de la Cámara de Representantes, desempeñará las funciones de comisario jeneral del Gobierno, M. Ch.

Pecker, cónsul jeneral de Bélgica, las de director de las secciones extranjeras. Los interesados de esta República podrán desde luego comunicar a esa direccion de las secciones extranjeras su adhesion o sus peticiones de datos: la direccion tiene por objeto especial el de acoger, de ilustrar o de proteger a los extranjeros en sus intereses relativos a la empresa de que se trata.

Aparte de una Exposicion universal internacional, se organizará un gran concurso internacional de ciencias i de industrias. Todas las ciencias i las industrias se encuentran en cierto instante detenidas en su desarrollo por la presencia de obstáculos que suscitan problemas no resueltos todavía. Estos puntos indecisos, estos problemas cuya solucion desean todos, de ordinario no se presentan al espíritu de los investigadores sino de una manera vaga i confusa; se agota la actividad en esfuerzos estériles, por falta de direccion, i el fracaso produce el desaliento. Quitar a los problemas toda oscuridad, enunciarlos en fórmulas claras i precisas, presentarlas como meta a los inventores i obreros de todos los paises i recompensar los esfuerzos afortunados, tal es el objeto del gran concurso.

La idea que ha presidido en la organizacion de este concurso tiene la adhesion entusiasta de los sabios i de los industriales belgas. Una comision compuesta de mas de seis mil miembros se ha constituido en diferentes comités, cada uno de los cuales representa una de las ramas de la actividad humana. En numerosas reuniones estos comités han investigado cuáles son, para cada una de las ramas científicas e industriales, las aspiraciones i los deseos, los perfeccionamientos que hai que realizar en la produccion i en la utilizacion de la materia. Han consignado en fórmulas (desiderata) el fruto de sus estudios i de su experiencia. Mas de dos mil desiderata están próximas a proponerse a los investigadores de todos los paises. A aquellos cuyos esfuerzos sean coronados por el éxito i cuyos productos señalen un progreso, el jurado internacional discernirá recompensas i primas en especies. Podrá alcanzar a medio millon de francos la suma que a este objeto destine el comité. Tal es, a grandes rasgos, señor Presidente, la obra en la cual yo desearia ver la cooperacion de los sabios i de los industriales chilenos. La idea es nueva, como se vé; nada se ha hecho todavía en este camino, i su importancia no se os puede ocultar. El Gobierno de la República podría nombrar en Bruselas un comisario especial que representara en esta ocasion los intereses chilenos.

Sírvase aceptar el señor Presidente las seguridades de mi consideracion mas distinguida.

El Encargado de Negocios de Bélgica en Chile

ADOLPHE CARION.

Al señor Presidente de la Sociedad Nacional de Minería.

Explotacion de sal jema

Santiago, agosto 13 de 1887.

En una solicitud que don Rodrigo A. 2.º Neves ha elevado al Senado en representacion de don Juan R. Neves, sobre permiso para la construccion de un ferrocarril a vapor destinado a explotar los depósitos de sal jema existentes en el punto denominado Pampa Alta, pide, entre otras concesiones, la de que dichos depósitos se consideren para el efecto del pago de patente, en las mismas condiciones fijadas por el decreto de 28 de junio del presente año para los depósitos de borato de cal.

La Comision de Gobierno, ante la cual pende esta solicitud, ha creído del caso consultar la opinion de esa sociedad respecto de la cláusula que dejo indicada, i al efecto se ha encargado

pedirle informe acerca de si convendria hacer estensiva la disposicion del decreto de 28 de junio solo a los depósitos de sal jema que piensa explotar el señor Neves, o si seria preferible dictar una resolucion jeneral para todos los depósitos de la misma sustancia existentes en el pais.

En consecuencia, le ruego se sirva hacer poner la presente en conocimiento de la Sociedad, a fin de que si lo tiene a bien evacue el correspondiente informe.

Dios guarde a Ud.

Fernando De Vic-Tupper,
Pro-secretario.

Al señor Presidente de la Sociedad Nacional de Minería.

He aquí el informe de la Sociedad:

Santiago, agosto 15 de 1887.

Señor Presidente de la Comision de Gobierno del Honorable Senado:

Este Directorio se ha impuesto de la comunicacion que el señor Pro-secretario de esa Comision le ha dirijido con fecha de ayer, en la que se espone que don Rodrigo A. 2.º Neves ha elevado al Honorable Senado en representacion de don Juan R. Neves una solicitud sobre permiso para la construccion de un ferrocarril a vapor destinado a explotar los depósitos de sal jema existentes en el punto denominado Pampa Alta, pidiendo, entre otras concesiones, la de que dichos depósitos se consideren, para el efecto del pago de patente, en las mismas condiciones fijadas por el decreto de 28 de junio del presente año para los depósitos de borato de cal. La Comision agrega que ha estimado conveniente consultar a este Directorio respecto de la cláusula indicada i sobre si convendria hacer estensiva la disposicion del decreto de 28 de junio solo a los depósitos de sal jema que piensa explotar el señor Neves, o si seria preferible dictar una resolucion jeneral para todos los depósitos de la misma sustancia existentes en el pais.

A esta consulta este Directorio tiene el honor de responder:

La explotacion de los depósitos de sal jema como la de todas las sustancias minerales no metálicas cede al dueño del suelo, segun nuestro Código de Minería, que, por otra parte autoriza al Gobierno para entregarla a los particulares. A fin de uniformar estas concesiones que eran numerosas i frecuentes, se dictó el decreto de 14 de abril del presente año con anuencia de esta Sociedad. Se adoptó como base para la constitucion de estas nuevas propiedades mineras el sistema de la patente, que consiste en hacer que el concesionario pague una suma anual dada por cada hectárea o pertenencia que ocupe. Se fijó en tres pesos semestrales por pertenencia el cánón o patente que deberian pagar los concesionarios de todas las sustancias enumeradas en el decreto, excepto el borax, cuya patente se fijó en un peso por cada pertenencia.

Mas tarde, sin anuencia ni conocimiento de esta Sociedad, se dictó el decreto de 28 de junio en el que se declara que la patente o cánón que deben pagar los concesionarios de pertenencias para explotar borax, será de un peso por cada cien pertenencias.

El señor Neves se presenta ahora al Congreso pidiendo se le exonere de las obligaciones que como a concesionario de depósitos de sal jema le impone el primer decreto i se equiparen sus concesiones a las del borax fijadas por el segundo decreto; es decir, que en lugar de pagar tres pesos semestrales por cada hectárea o pertenencia, que comprendan sus concesiones, ofrece pagar solamente un peso por cada cien hectáreas o pertenencias.

El solicitante no dice qué estension comprenden las concesiones que ahora tiene, ni cuánta será la que a su juicio necesite ocupar para asegurar el porvenir de su empresa.

Esto hace que la solicitud sea completamente indeterminada i que sea imposible apreciar el monto de la exencion que pide. Pero sea considerable o mínima la cantidad de pesos que importe esta concesion, no es cuestion primordial, a juicio de este directorio; pues, el objeto de la patente no es imponer un gravámen ni una contribucion a la industria sino establecer un regulador que haga imposible el monopolio de una sustancia mineral cualquiera.

Por medio de la patente, el concesionario que limita su propiedad a algunas hectáreas o pertenencias, tiene seguro el dominio de ella i soporta un gravámen insignificante; pero, aquel que pretende abarcar una grande estension para impedir la concurrencia de otros, se impone una carga insoportable. Este es precisamente el objeto de la patente. Suprimir ésta o rebajarla a una cantidad ínfima es destruir su objeto i autorizar el monopolio en todos los grandes yacimientos minerales. Por esto es que esta Sociedad cree que debe mantenerse la integridad del decreto de 14 de abril del presente año, i que valdria mas buscar en otro jénero de concesiones las ventajas que pudiera necesitar el empresario del ferrocarril de Pampa Alta.

Ménos justificada seria todavía la medida de hacer estensiva esta concesion a todos los depósitos de sal jema del pais que no la necesitan ni la han reclamado i que produciria en cada localidad el monopolio de un artículo de tanto uso en la industria como de jeneral consumo en las poblaciones.

Dios guarde a Ud.

F. DE P. PEREZ,
Presidente.

Francisco Gandarillas,
Secretario.

Memoria de la Compañía Minera «La Tacora»

Señores accionistas:

Tengo el honor de presentaros la segunda memoria i balance de los trabajos de instalacion i de reconocimiento ejecutados en la mina Tacora, desde el 1.º de agosto de 1886 hasta el 31 de julio de 1887.

En la memoria de febrero próximo pasado se dió cuenta de la constitucion legal de la sociedad, por decretos supremos de 24 de diciembre de 1886 i 11 de febrero de 1887 i del juicio que se inició para cobrar la suma de 960 pesos pagados por alcabala, a fin de constituir la comunidad minera en sociedad anónima. Este juicio se perdió en 1.ª instancia.

En agosto del año pasado recibimos la mina Tacora, situada en el mineral de Lo Vargas entre las minas Virginia i República, sin otro trabajo que el pozo de ordenanza.

La veta de esta mina revienta al sol a mas de 250 metros sobre el nivel del llano, en un panizo mui bonito sin farellones que destruyan la veta.

En la labor legal está reconocida en una anchura de 10 metros en una masa ferrujinosa i cuarzoza, con metales de color mezclados con bronceos negros i de color.

En vista de la altura en que se encuentra la mina i de las facilidades que presenta para un socabon, que corriendo 240 metros cuelga 110 metros, se resolvió iniciar este trabajo, para lo cual se pidió permiso a la sociedad minera República, por tener que iniciarlo dentro de su pertenencia.

TRABAJOS INTERIORES

Socabon.—Durante un año hemos corrido 140 metros de 2 metros de ancho por 2.52 de

alto. Los primeros 117½ metros han sido labrados por pertenencia de la mina *República*, por el lado sur de la veta Tacora. Al entrar a pertenencia de la *Tacora* el socabon cuelga 57 metros. En este punto de division de ámbas pertenencias, se cortó la veta Tacora al norte en mas de 10 metros de ancho con rameos pobres de bronce amarillo i arenilla de fierro. Se ha continuado por pertenencia de la *Tacora* 22½ metros seguidos por la caja sur de la veta. Esperamos avanzar 17½ metros mas para dar una cortada de reconocimiento. Si encontramos en ella metal de cancha se seguirá el laboreo por el centro de la veta hasta encontrar la correspondencia de los beneficios de arriba.

En esta zona trabajaremos en la vertical sin perjuicio de seguir el socabon.

Antes de 8 meses no podremos llegar a esa interesante rejion de la mina.

La extraccion de las sacas del socabon se hace por medio de carros de fierro, pues está enriolado en toda su estension.

Cortada divisoria.—En el deslinde de ámbas pertenencias se ha dado una cortada de 27 metros: 11 al norte del socabon i 16 al sur.

Al norte cortamos la veta Tacora en el estado que hemos dicho i al sur, a los 10 metros, una veta de 4½ metros de ancho que parece ser la de la *República*. Esta veta se encuentra en mui buen criadero con pepas de bronce amarillo.

Pique divisorio.—Se inició tambien un pique divisorio sobre la veta Tacora que se suspendió a los 6 metros por no haber mejorado sus rameos.

Lumbrera.—Para no encontrarnos ofuscados en el socabon, se está bajando una lumbrera que nos permitirá avanzar mas de 200 metros con buena ventilacion.

Los alcances de las minas *Quilpué* i *República* en sus respectivos piques explotadores, vienen a asegurarnos el éxito de nuestros trabajos de reconocimiento de la mina *Tacora*, pues, dichos piques están a una hondura de mas de 170 metros respecto a la pertenencia Tacora, i ya hemos constatado la existencia de metal de cancha que de seguro estará mas formado en la pertenencia Tacora.

TRABAJOS ESTERIORES

Canchas.—Se han formado las canchas perfectamente enrioladas a la salida del socabon.

Los trabajos de fragua i carpintería, horno para el pan, rucas, departamento de cocina i empleados, despacho, polvorera i almacén, camino, casas i mobiliario de éstas se han hecho en comun con la sociedad minera La República. El detalle de estos trabajos se encuentra en la memoria de dicha sociedad i en los libros de la compañía.

Contabilidad.—Esta ha sido llevada con arreglo a la lei.

Cuotas.—Se han percibido con cierta regularidad, solo deben cuotas atrasadas 3 accionistas cuyas acciones se rematarán el dia 27 del presente, con arreglo al art. 10 de los Estatutos.

Terminaremos la presente memoria rogando a los señores accionistas que paguen sus cuotas el 1.º de cada mes, i tambien que vayan al mineral a visitar los trabajos.

Santiago, agosto 1.º de 1887.

M. M. ALDUNATE,
Director-gerente.

Beneficio de metales

EL SISTEMA PATERA EN MÉJICO

Desde hace algunos años, por motivo de la escasez de azogue i su subido precio, fué introducido en Sonora este método de beneficiar metales, el cual ha dado un resultado tan favorable, que algunas de las principales haciendas de beneficio han desechado otros métodos por adoptarlo. Este método no es otro que el del químico austriaco Von Patera, modificado solo en el uso del hiposulfito de cal i polisulfido de calcium, en lugar de estas mismas sales de sodium.

Toda clase de minerales de plata, ménos los que tienen mas del 15 por ciento de plomo i los que son demasiado lamosos, pueden ser tratados por esta vía. No existiendo estos inconvenientes, este método es mas ventajoso que el de amalgamacion por no tener pérdidas de azogue, por la prontitud con que se estrae completamente la plata, por ser mucho mas saludable para los operarios que lo emplean i por su baratura.

Este método depende de las siguientes cuatro operaciones:

1.ª La reverberacion del mineral, pulverizado en un horno a propósito con cierta cantidad de sal comun (cloruro de sodio), para que el metal precioso se convierta en cloruro de plata.

2.ª La disolucion del cloruro de plata en polvo, en una solucion de hiposulfito de cal.

3.ª La precipitacion de la plata de esta solucion, con polisulfido de calcium.

4.ª La reduccion de la masa arjentífera o precipitada, i la afinacion de la plata.

El reverbero tiene el mismo objeto que en el beneficio por amalgamacion, que es el de convertir toda la plata en cloruro, como se ha dicho arriba.

La solucion de hiposulfito de soda tiene la rara propiedad de formar un compuesto soluble con el cloruro de plata. Su empleo en la extraccion del metal precioso de sus minerales u otros compuestos, primero fué indicado por el distinguido metalurgista ingles señor Percy, i despues puesto en práctica por el químico austriaco Von Patera. En Sonora, por la escasez de tequesquite o soda, se ha empleado en su lugar la cal para la formacion de estas sales.

En la precipitacion, la plata se precipita en estado de sulfuro, por el polisulfido de calcium, de manera que solo la cantidad se agrega para hacer esta operacion completa.

La reduccion del sulfuro de plata se hace en un pequeño reverbero, cuyo producto se afina para el mercado en crisoles de plumbajuca.

Los minerales que se benefician por este método en Sonora, son bastante variados i notables por las especies de que se componen. Entre dichos minerales se encuentran combinaciones de cobre, plomo, zinc, fierro i níquel con azufre, oxígeno, arsénico i antimonio.

La riqueza varía de 50 a 500 pesos por tonelada; pero se puede calcular el término medio de los que se benefician por este método en 100 pesos por tonelada de 2,000 libras inglesas.

Leña es el único combustible que se ha usado en los hornos de reverbero, la cual escasea mas cada año en algunas de las haciendas; pero afortunadamente para los mineros, parece que la Providencia los ha querido favorecer colocándoles en el centro i en lo mas poblado del distrito minero, varias minas de buen carbon, el cual con el tiempo se adoptará para los reverberos, aunque hasta ahora solo en los fogones de vapor se usa. El servicio es barato, pudiéndose calcular en las minas que el término medio de los sueldos de todos los operarios será el de 12 pesos al mes. Los operarios en las haciendas ganan un poco mas: seis reales o un peso diario.

Preparacion de la piedra mineral

En el patio de las minas, todo el mineral que se estrae de las vetas, se limpia de sus impuridades, a mano, con marros de acero, por los despuntadores o pepenadores; de allí pasa a las ha-

Balance desde el 1.º de agosto de 1886 hasta el 31 de julio de 1887

DEBE		HABER	
Acciones de Responsabilidad.....	\$ 36,954.00	Capital:	
Id. habilitadas.....	48,000.00	Acciones habilitadas.....	\$ 48,000 00
Gastos jenerales.....	906.38	Id. de responsabilidad o cuotas por percibir.....	36,954.00
Id. de sueldos.....	655.00	Cuotas colocadas cobradas.....	11,046.00
Id. de legalizacion e instalacion	354.95		
Id. de escritorio.....	73.50		
Id. de laboreo.....	4,993.40		
Herramientas i útiles.....	1,729.43		
Casas.....	1,850.00		
Caballerizas.....	150.00		
Canchas.....	105.00		
Caminos.....	40.00		
Pique.....	188.34		
	<u>\$ 96,000.00</u>		<u>\$ 96,000.00</u>

Santiago, julio 31 de 1887.

M. M. ALDUNATE,
Gerente.

Examinado el balance i las cuentas tenemos el honor de manifestar a los señores accionistas que ellos guardan perfecta armonía con los libros de que proceden. La contabilidad está llevada en forma i con perfecta claridad.

ALBERTO TAGLE.

ORESTE LAUREL.

ciendas de beneficio, en pedazos mas o ménos de tres pulgadas de diámetro, i despues se pulveriza en baterías de 4 o 5 morteros o mazos cada uno. Cada batería tiene un cedazo por un lado, por el cual tiene que pasar el polvo mineral, que el cedador o mortero echa al lado opuesto.

Estos cedazos o tamises son jeneralmente del núm. 30, o sea, de 90 agujeros por pulgada cuadrada.

Cada dos baterías, o sea, diez morteros o mazos, pueden reducir a polvo de 5 a 10 toneladas de piedra mineral cada 24 horas, segun su dureza, i pueden ser atendidas por dos hombres, uno de dia i otro de noche.

Preparacion del polisulfido de calcium e hiposulfido de cal.

Es preferible, en donde se pueda conseguir hiposulfido de soda, formar la solucion solamente con esta sal, la cual, por motivo de ser la precipitante polisulfido de calcium, se va disminuyendo mientras se usa, tomando su lugar el hiposulfido de cal, que se forma en la precipitacion. En lugares en donde esta sal no se puede obtener, se forma el hiposulfido de cal de la manera siguiente:

Tres partes de cal viva, una de azufre molido o sublimado i cuatro de agua llovediza o destilada, se hierven, mezclándose por el espacio de dos o tres horas en una vasija a propósito. El líquido que resulta se compone de una solucion de polisulfido de calcium. Se prepara una solucion de sulfato de cobre, lexiviando metal cobrizo, reverberando como para majistral, o disolviendo sulfato o cloruro de cobre en agua, en proporcion de 4 a 5 por ciento de sal de cobre. Mezclando esta solucion con la de polisulfido de calcium, da por resultado sulfuro de cobre en estado de precipitado e hiposulfido de cal en solucion.

Se necesita gran cuidado de no mezclar con la solucion de sulfato de cobre, mas polisulfido de calcium que el estrictamente necesario para hacer completa precipitacion del cobre, porque al usarse este líquido en la lexiviacion, si contiene dicha sal, se formaria en esta operacion sulfuro de plata insoluble i se perderia.

Seria mas conveniente dejar una pequeña cantidad de sulfato de cobre en la solucion, que no descompasarse on agregar del precipitante, aunque esto no causaria mas daño que al hacer la primera precipitada de la solucion de plata, una pequeña cantidad de cobre se precipitaria con ella, pero esto sucederia solo en la primera operacion.

Primera lexiviacion.

Para hacer mas clara la descripcion de las operaciones siguientes, tomaremos por ejemplo una hacienda de tres cajones o tinas de lexiviacion, dos de precipitacion i dos depósitos para la solucion solvente.

Jeneralmente las haciendas, para surtir sus calderas a vapor, tienen en alguna altura inmediata, depósitos de agua de la que se sirven por medio de tuberías de fierro. De esta agua se surtea para la primera lexiviacion i para otros usos en el negocio. Podria decirse que todo el aparato está colocado por escalones mas o ménos altos, segun el tamaño de los depósitos que sobre ellos se ponen; en el primero o mas alto está el depósito de la solucion solvente.

Este depósito se forma de tabloncillos de madera de pino, bien enlazados i amarrados con varillas i tuercas de fierro i de capacidad de 250 galones. Ed seguida están colocados tres cajones cuadrados de 2½ piés de altura, que sirven para la lexiviacion, formados del mismo material que el depósito ántes mencionado.

El fondo de estos cajones está hecho de tal manera, que el líquido tenga corriente hácia el frente de ellos, en cuyo lugar tiene una llave por la cual pasa dicho líquido a los depósitos precipitadores; por dentro i a eso de 2 o 3 pulgadas de altura del fondo, tienen una reja de tiras fuertes de madera.

Sobre esta reja i bien asegurada a los cuatro lados del cajon, está colocada una tela sólida de algodón, de tejido no muy tupido (manta), i so-

bre cada cajon hai dos llaves, una de las cuales da paso al agua del depósito i la otra al líquido solvente.

El polvo mineral, en cantidad de tres toneladas, o sean 6,000 libras, se coloca sobre la manta del primer cajon. Este contiene la plata en estado de cloruro, insoluble en agua, mientras que algunos de los metales, como fierro, zinc, etc., están en estado de sulfato i cloruros solubles en este líquido.

Estando bien nivelada la superficie del polvo, se abre la llave del agua con la cual se mantiene cubierto éste; a los pocos momentos el agua comienza a salir por la llave que está en la parte de abajo del frente del cajon, mas o ménos cargada de los sulfatos i cloruros solubles ya mencionados, i se conduce por cañería para afuera de la hacienda.

Hasta hoy no se ha introducido en grande escala la economia de precipitar el cobre de esta manera en grandes cantidades. Despues de 6 u 8 horas, la mayor parte de las sales solubles han pasado disueltas. Entónces se cierra la llave del agua i se abre la del segundo cajon que acaba de ser cargado como el primero, i se trata de la misma manera.

Segunda lexiviacion.

La masa mineral, ya desembarazada de la mayor parte de sus sales solubles en agua, ahora se trata con la solucion de hiposulfido de cal, abriendo la llave del tubo que la conduce del depósito, se cubre bien la carga del cajon, filtra lentamente por la masa o lodo mineral, toma el cloruro de plata en forma de una doble sal i lo conduce en solucion a traves de la manta i de allí a los estanques precipitadores. La rapidez con que pase por la manta, dependerá de lo mas o ménos lamosa que la masa estuviere.

El tiempo que se requiera para extraer toda la plata soluble de los cajones, depende de esta circunstancia mecánica i de la cantidad de plata que contenga el mineral. Jeneralmente estas dos lexiviaciones requieren de 24 a 48 horas para su conclusion.

En algunas de las haciendas del Estado se han experimentado grandes dificultades con motivo de la roca lamosa que viene asociada con el mineral. Varios experimentos se han hecho i puesto en práctica para evitar este mal, i aunque se ha logrado en parte lo que se intentaba, siempre ha sido con graves desventajas.

Haciendo la molienda en los morteros, con agua, i tomando solo el mineral molido i mas pesado que se deposita en los lamereros, i desechando completamente el mas liviano i lamoso de los últimos, se ha logrado lexiviar con mas facilidad; pero el metal precioso que contiene el mineral de los últimos lamereros, se pierde.

A mas de este inconveniente, el polvo o lodo mineral tiene que secarse a fin de prepararlo para el reverbero, orijinando de esta manera otro gasto de consideracion. Otros han mezclado arena con el polvo mineral lamoso para facilitar la filtracion del solvente. En este caso los gastos del beneficio han aumentado considerablemente, por tener que manejar i tratar una mayor cantidad de polvo.

Se sabe que la carga en los cajones está lista para sacarla cuando el líquido solvente que por ella filtra no contiene plata, lo que se reconoce mezclando con dicho líquido una solucion de polisulfido de calcium, el cual produce un precipitado negro, aunque solo haya trazas de plata. Entónces se comienza la segunda lexiviacion en el segundo cajon, el cual se acaba de concluir la primera, en el tercero i último cajon, se conduce la primera; mientras que en el primero se descarga i vuelve a cargarse, i en este orden sucesivamente los demas.

Precipitacion de la plata.

En el tercer escalon e inmediatos a los tres cajones de lexiviacion, están los dedicados a la precipitacion de la plata del líquido solvente, contruidos del mismo modo que los demas i de

200 galones de capacidad cuando ménos. Acabándose de llenar el primero, la corriente de este líquido se dirige al segundo, i mientras éste se llena, se practica la precipitacion con aquél.

Esta operacion no es otra cosa que una exacta limitacion de un delicado procedimiento de laboratorio, i aunque jeneralmente aquélla se practica por operarios que no tienen ningun conocimiento de su teoría, nunca deja de producir el resultado que se desea.

El precipitante que se usa, es el polisulfido de calcium, formado como ya ántes se ha dicho, el cual se mezcla con el líquido arjentífero, en la sola suficiente cantidad para precipitar toda la plata, revolviéndose vigorosamente el líquido con una paleta de madera. El operario toma ahora en un tubo de cristal parte del líquido claro i le agrega precipitante. Si esto produce un color oscuro, es prueba que hai plata todavía en solucion; entónces se le agrega al cajon mas precipitante. Si al contrario, no se forma en el tubo el precipitado oscuro, es dudoso si se habrá agregado demasiado precipitante.

Para probar esto, parte de la solucion arjentífera del segundo cajon se mezcla con el líquido claro que se toma para ensaye del cajon que se está tratando. Si en este caso se forma un precipitado, parte de este líquido se agrega al primero hasta que deja de producirse la reaccion.

Esta exacta condicion neutral es esencial para el buen éxito del procedimiento, porque como el líquido de que la plata se precipita se usa luego como solvente para lexiviar, la presencia del polisulfido de calcium formaria sulfuro de plata insoluble, i de esta manera impediria el buen éxito de este método.

Siendo que la presencia del precipitante es la mas inconveniente por lo que se ha dicho, el acetato de plomo en solucion, que es un reactivo aun mas delicado, puede aplicarse para desvanecer completamente esta duda. Si no da un precipitado oscuro, es segura la ausencia del polisulfido de calcium.

Esta operacion, aunque parece complicada, solo requiere el trabajo de dos hombres por 15 o 20 minutos.

De 4 a 7 minutos se necesitan para que el precipitado negro lamoso de sulfuro de plata se asiente en el fondo de los cajones. Entónces, por medio de un sifon, el líquido claro se vácia a un depósito colocado en el cuarto i último escalon, construido tambien de madera i de 300 galones de capacidad. De éste se conduce el líquido por medio de una bomba, mientras se efectúa la precipitacion del segundo cajon precipitador, al depósito del primer escalon ya mencionado para ser usado de nuevo. Cuatro operarios se necesitan para atender a este aparato, alternándose por el dia i la noche.

Una de las circunstancias ventajosas i curiosas de este procedimiento es que el líquido solvente aumenta en vez de disminuir mientras está en uso, a causa de que el polisulfido de calcium al precipitar la plata en la solucion arjentífera, forma sulfuro de plata e hiposulfido de cal. A mas de esto, el líquido precipitante, espuesto al aire libre forma una pequeña cantidad de hiposulfido, i cuando se usa en la precipitacion, esta sal entra en el curso de las operaciones; de manera que de vez en cuando el solvente tiene que ser diluido en agua.

Tratamiento del sulfuro de plata.

El precipitado negro de plata, mezclado con algunas impurezas compuestas de sulfuros de otros metales, se vácia por una llave en el fondo del cajon o un caso de fierro de tres piés de diámetro; de aquí se conduce a unas mangas o sacos de lona, los cuales se colocan en una prensa fuerte para desembarazarlos lo mas que sea posible del líquido presente. Esta masa despues de seca se quema en un pequeño horno, al cual tenga acceso el aire libre. El azufre arde con su llama azul característica por el espacio de tres horas mas o ménos, en cuyo tiempo la masa está casi toda reducida a plata metálica, la cual

toma a veces la forma de alambres o hilos como se encuentra a menudo en estado metálico en algunas minas.

La última operación consiste en la fusión de la plata impura. Esta se coloca en un crisol de plumbajina, en cantidad de 2 a 400 marcos, i se funde en un horno a propósito calentado con carbon. El azufre que dicha plata contenga, se estrae, poniendo en su superficie fundida pedazos de fierro metálico, con el cual forma el azufre un régulo ferruginoso que sobrenada en la superficie, el cual se estrae con cuidado; despues de esto, para acabar de remover las impurezas que aun quedaron, se agregan unas encharadas de ceniza de hueso i madera. Luego se vácia en moldes de la capacidad que quiera dárseles.

El beneficio de una tonelada de mineral en una hacienda como la que acabamos de describir, no cuesta arriba de 15 pesos, i aun pueden introducirse algunas economías, que reducirían aquella suma.

La pérdida de plata en el beneficio por leixiación varía de 1 a 3 por ciento. En el reverbero rara vez baja de un diez por ciento. Uno de los gastos mayores de este beneficio, consiste en el azufre que se gasta en la preparación del polisulfido de calcium. Se ha calculado que cada libra de plata necesita 2½ a 3 libras de azufre, el cual sería comparativamente barato si no fuera por los fuertes derechos que paga cuando se introduce del extranjero.

franqueza, noticiando el mal estado de los filones conocidos i explotados, i fiando el porvenir a los nuevos descubiertos en la campaña de la memoria; pero siempre puede verse un estado de las minas que presenta poca seguridad para el porvenir. El negocio en su conjunto, teniendo en cuenta lo que la compañía considera ser su capital, resulta bien pobre; pues, siendo éste de 58.000,000 de pesetas, las acciones solo han recibido 2¼ por ciento por el año como utilidades. Si el Almaden español hubiera de avaluarse en esta proporción no sería exagerado el estimarlo en 300.000,000 de pesetas, es decir, 100.000,000 mas del cálculo del señor Navarro Reverter del valor de Almaden, mas las minas de Linares, i mas las salinas que aun le quedan al Estado.

De todos modos, los detalles de la memoria de Nuevo Almaden son de aquellos que justifican que España está orgullosa de su antiguo i famoso establecimiento, no solo por la riqueza natural que encierra sino por lo que en él han tenido ocasion de hacer los ingenieros españoles, en medio de las dificultades i dilaciones de una administración tan poco activa i tan poco idónea, como resulta el que sea del Ministerio de Hacienda del que dependa la marcha del establecimiento nacional de Almaden.

Resistencia del acero

POR M. FLAMANT, INGENIERO JEFE DE PUENTES I CAMINOS.

(Continuación)

Alargamiento.— El alargamiento correspondiente a la rotura por tracción puede dar lugar, cuando no se tiene cuidado, a diferencias de apreciación muy importantes.

Se sabe que en toda prueba de tracción el barrote ensayado pasa por tres períodos distintos, que son:

1.º El período elástico, que comprende las deformaciones no permanentes o inferiores al límite de elasticidad.

2.º Un primer período de deformación permanente, que comienza en el límite de elasticidad i termina en el máximo de resistencia.

3.º Un segundo período de deformación permanente, que comienza en el máximo de resistencia i termina en la rotura, i durante el cual el alargamiento se localiza en una parte del barrote i las demas conservan sencillamente la deformación adquirida. Esta última deformación es lo que se llama *la estricción*, porque va acompañada de una contracción transversal que se termina por la rotura.

Se comprende que el alargamiento total referido a la unidad de longitud será muy diferente, según que la longitud sobre la cual se mide aquel i que comprende la estricción, comprende además partes mas o menos estendidas fuera de aquella en que se ha producido esta deformación.

Si, por ejemplo, con M. Barba, llamamos *l* i *L* las longitudes primitivas de dos barrotos del mismo acero que tengan secciones transversales geométricamente semejantes, cuyas dimensiones homólogas sean *a* i *A*, i siendo λ la razón del alargamiento antes de la estricción, razón que es evidentemente la misma para los dos barrotos, sus alargamientos totales en este momento serán respectivamente λl i λL .

Designemos por *x* i *X* las longitudes que en cada uno de los barrotos experimentan la estricción i por Δx i ΔX los alargamientos que toman durante este período de la deformación hasta la rotura. Habiendo supuesto idénticos los metales, *x* i *X* así como Δx i ΔX serán proporcionales a *a* i *A*, si suponemos que las formas de los barrotos, tanto en la parte contraída como en lo restante, quedan geométricamente semejantes, lo mismo en el sentido longitudinal como en el sentido transversal; se tendrá, pues,

$$\frac{\Delta x}{\Delta X} = \frac{a}{A} \text{ o bien } \Delta X = \frac{A}{a} \Delta x$$

Sentado esto, los alargamientos totales de los dos barrotos serán para el primero $\lambda l + \Delta x$ i para el segundo $\lambda L + \Delta X = \lambda L + \frac{A}{a} \Delta x$ i los alargamientos proporcionales, referidos a la unidad de longitud, serán respectivamente:

$$\lambda + \frac{\Delta x}{l} \text{ i } \lambda + \frac{A}{aL} \Delta x = \lambda + \frac{\Delta x}{l} \frac{A}{a}$$

Puesto que los barrotos están compuestos de metales idénticos, estos dos alargamientos deben ser iguales, i se vé que solo sucederá esto cuando sea $\frac{A}{aL} = 1$ o $\frac{l}{a} = \frac{L}{A}$. Con cualquier otro valor de *l* o de *L* que no satisfaga esta condición, serán diferentes los alargamientos medidos en los dos barrotos: i la diferencia que se espresa por $\frac{\Delta x}{l} \left(\frac{A}{a} - 1 \right)$ puede resultar tan grande como se quiera aumentando la razón $\frac{A}{a}$ i disminuyendo

la $\frac{l}{L}$. Cuanto mas gruesos i cortos sean los barrotos ensayados, tanto mas alto será el número que espresa el alargamiento proporcional. M. Barba cita barrotos de un mismo acero que con una misma longitud de 100 mm dieron alargamiento de 25 a 37.5 por ciento según que su diámetro aumentaba de 5 a 20 mm.

Es, pues, importante cuando se da el alargamiento referido a la unidad de longitud, de un barrote ensayado a la tracción, dar al mismo tiempo, no solo la longitud en la cual se ha medido este alargamiento, sino tambien las dimensiones de la sección trasversal. Para no tener, como es de desear, mas que cifras comparables entre sí, convendría conocer la lei que debe enlazar la razón de las longitudes con la de las dimensiones transversales. Algunos ingenieros, i principalmente M. Lebasteur, adoptan, conforme a lo que se ha dicho, la razón sencillísima:

$$\frac{l}{a} = \frac{L}{A} = \text{constante}$$

Admitiendo, como se puede hacer, con una suficiente aproximación, que la forma de la sección trasversal, en los límites que hemos indicado, no influye en las condiciones de resistencia, se puede sustituir a la razón $\frac{a}{A}$ de las dimensiones homólogas de las dos secciones transversales que se suponen semejantes la razón $\sqrt{\frac{s}{S}}$ de las raíces cuadradas de las superficies de estas secciones transversales que se suponen tener una forma cualquiera, i entónces la condición para que el alargamiento proporcional sea siempre el mismo se espresará por

$$\frac{l^2}{s} = \frac{L^2}{S} = \dots = \text{constante}$$

Para que los alargamientos medidos sobre los barrotos de forma i dimension diferentes queden comparables entre sí es, pues, preciso, en esta hipótesis, que las longitudes sobre las que se miden estos alargamientos sean entre sí como las raíces cuadradas de las áreas de las secciones transversales.

En cuanto al valor absoluto de la razón constante $\frac{L^2}{S}$, es evidentemente arbitrario.

La fábrica del Creusot, que eligió por barrote tipo un cilindro de 0, m 16 de diámetro i de 0, m 100 de longitud, adoptó para esta razón $\frac{L^2}{S} = \frac{100^2}{\pi \times 8^2} = 50$ en número redondo.

La compañía del ferrocarril P. L. M. cuyo barrote tipo tiene 0, m 0252 de diámetro i 0, m 200 de longitud, ha tomado, por consiguiente, el valor:

$$\frac{L^2}{S} = \frac{200^2}{\pi \times 12,6^2} = 80 \text{ en número redondo.}$$

El azogue en los Estados Unidos

(De la Revista Minera de Madrid)

Por raro que parezca, recibimos infinitamente con mas regularidad i oportunidad las memorias de muchas sociedades mineras e industriales extranjeras que las de nuestro propio país.

Entre varias que recientemente nos han llegado, suponemos de preferente interés para nuestros lectores la memoria que tenemos a la vista de la Compañía minera Nueva Almaden de California, la cual sola produce los dos tercios de todo el azogue que en los Estados Unidos se obtiene, que entre diez minas no llega a 30,000 frascos, mientras el establecimiento de Almaden de España produce 51,000. Aunque con el nombre de Nuevo Almaden, halagador para España i para los accionistas de esa Compañía, está muy lejos de la importancia del establecimiento español, ni en el contenido del mineral, ni en la riqueza de éste, ni en la buena i segura explotación, ni en los resultados finales, i por mas que las comparaciones son siempre poco convenientes, en este caso el nombre mismo de la sociedad parece como que provoca la comparación siguiente:

	El viejo Almaden español	El nuevo Almaden americano
Producto en el año, frascos	50,920	19,550
Riqueza del mineral.....	9,471 %	1,960 %
Costo del frasco, pesetas	36	135
Utilidades aproximadas	6.000,000	750,000

En un punto, sin embargo, aventaja notablemente el establecimiento americano al español, i es que vende bien la calidad idéntica a la de este último; pues, mientras el precio medio de los azogues españoles de seguro no llega a 150 pesetas, el de los americanos ha pasado de 182 pesetas.

El año, o sea la campaña del Nuevo Almaden de la memoria, empieza el 1.º de mayo de 1886, i termina el 30 de abril de 1887 i ha sido de menor producción que la anterior, pero de mejor resultado por aumento de precios i disminución de gastos, al punto que las utilidades de la anterior no pasa de 160 pesetas, mientras las de ésta, sin contar la renta de terrenos, llega a 750,000. La memoria es de suma claridad i

Si se admite esta lei, lo que sin duda se puede hacer a falta de otra, con una aproximacion suficiente, se adoptará como término de comparacion un barrote tipo cualquiera i se deducirá el valor correspondiente de la razon $\frac{L^2}{S}$, el cual, una vez elegido servirá para determinar las longitudes sobre las cuales se deberán medir los alargamientos de los demas.

En resumen, se apreciará, en condiciones comparables, la resistencia a la rotura por traccion i el alargamiento correspondiente de diversas muestras de acero, si se opera sobre barrotes de prueba cuyas secciones queden próximamente semejantes entre sí i se adopta una razon constante entre el cuadrado de la longitud i el área de la seccion transversal.

Por ejemplo, cuando se trate de pruebas de planchas, cantoneras, etc., destinadas a la construccion de puentes, los barrotes de prueba serán naturalmente rectangulares i de un espesor igual al espesor de la plancha del ala de la cantonera, etc. Se deberá dar, en cuanto sea posible, a todos los barrotes secciones geométricas semejantes. Bastará para esto fijar una vez por todas, la relacion de la anchura con el espesor. Hecho esto, estará tambien la longitud en una relacion constante con el espesor, i esta relacion se podrá exigir en el pliego de condiciones. Por ejemplo, si se estipula que la anchura del barrote de prueba sea igual a dos veces i media su espesor, i si se quiere adoptar la fórmula de la compañía P. L. M., es decir, $L^2 = 80 S$, la longitud del barrote deberá ser igual a $\sqrt{80 \times 2,5} = 14$ veces este mismo espesor.

La longitud de que se trata es aquella sobre la cual se miden los alargamientos, que debe ser siempre inferior a la longitud total del barrote. La presencia de cabezas mas anchas que el resto de la varilla, introduce en efecto en las condiciones de resistencia una perturbacion que se debe eliminar, no considerando en todo el barrote ensayado mas que la parte intermedia situada a cierta distancia de las cabezas.

La compañía P. L. M. experimenta en la actualidad barrotes sin cabeza que son agarrados en sus extremidades por uñas estriadas montadas en soportes cónicos, de modo que la presion que ejercen sobre el barrote aumenta con el esfuerzo de traccion. Esta disposicion tiene por efecto no solo hacer desaparecer toda incertidumbre procedente de la influencia de las cabezas, sino tambien i sobre todo hacer mucho mas sencilla i ménos costosa la preparacion de los barrotes de prueba.

Pruebas de temple.—La maleabilidad del acero se determina frecuentemente por esperiencias de doblamiento en caliente i en frio, ántes i despues del temple. Cuando se quiere tener la seguridad de que el acero posee una gran ductilidad i de que se trabajará fácilmente, se exige que no se modifique sensiblemente por el temple, o al ménos que conserve despues de esta operacion facultad de doblarse en frio segun ciertas formas determinadas previamente. Las condiciones que se imponen respecto de este particular pueden ser mas o ménos rigurosas, segun el uso a que se destine el acero. Así, por ejemplo, la circular del Ministro de Marina de 9 de febrero de 1885 prescribe que las planchas de acero para construccion deberán doblarse despues del temple de manera que presenten una curvatura permanente cuyo radio mínimo, medido interiormente, no sea inferior al espesor del barrote experimentado. Las planchas para calderas, por el contrario, han de poder doblarse de plano en dos, de modo que las dos mitades estén completamente aplicadas una sobre otra. Despues de estas pruebas no deberán presentar ningun vestigio de rotura.

No es necesario insistir sobre la utilidad de estas pruebas mas fáciles de hacer que las de resistencia a la rotura, o al ménos que no exigen, como éstas, útiles particulares. Se pueden además variar cuanto sea necesario segun las cualidades que se quieran exigir a las piezas de acero.

Es de notar además que con todas las calida-

des de acero el temple aumenta la resistencia a la rotura i disminuye el alargamiento de rotura; pero sobre todo tiene por efecto elevar el límite de elasticidad aproximándolo a la carga de rotura, principalmente en los aceros duros que, templados, conservan deformaciones proporcionales a las cargas hasta el momento de la rotura.

Los efectos del temple, en un mismo acero, son tanto mas enérgicos cuanto mas rápido ha sido el enfriamiento, i por consecuencia el temple en agua produce modificaciones mas sensibles que el temple en aceite; i los aceros se modifican tanto mas por el temple, cuanto mayor es la cantidad relativa de carbono que contienen.

Pruebas al choque.—Los ensayos de rotura por traccion con medida del alargamiento correspondiente, completados en el caso que se quiera tener seguridad de la ductilidad del acero, con un ensayo de doblamiento despues del temple, basta ordinariamente para apreciar la calidad del acero. Sin embargo, para ciertos usos se hacen tambien pruebas al choque. Para que sean concluyentes estas pruebas, deben ejecutarse sobre piezas terminadas i dispuestas para ser utilizadas. Cuando se trata por ejemplo de ejes de locomotoras, de llantas de ruedas, el eje i la llanta terminados se someten a la prueba del choque de una maza en condiciones determinadas. Estas pruebas tienen por objeto poner en evidencia en la masa de la pieza defectos locales, frecuentemente imperceptibles i que no se echarian de ver por el ensayo de muestras sacadas de otros puntos.

Los ensayos de resistencia al choque, sea longitudinal, sea transversal, ejecutados sobre barrotes cortados de planchas o piezas de acero, no dan en jeneral resultados diferentes, respecto de la clasificacion de los aceros, de aquellos que suministran los ensayos de rotura por traccion (1).

Empleo del acero.—Las precauciones que se deben tomar al emplear el acero en las construccion, se deducirán del conocimiento de la constitucion molecular de este metal, que se debe considerar como una especie de hormigon. Todo choque, todo desgarron violento puede tener por consecuencia una alteracion de las partes sacudidas. La abertura de un agujero, i la accion de la cizalla disgregan las partes próximas a aquellas en que se ha producido el corte, i las pone en un estado que perjudica no solo su propia resistencia, sino tambien la del conjunto de la pieza, en la cual se pueden propagar las hendiduras i las soluciones de continuidad producidas por la accion violenta del útil. Es preciso, pues, quitar todas las partes alteradas, si se quiere devolver o conservar a las piezas de su resistencia primitiva.

Los útiles que no obran mas que sobre masas pequeñas a la vez, como la lima, la maquina de taladrar o la de cepillar, no disgregan las partes próximas a aquellas que quitan i se deben emplear esclusivamente cuando se quieren evitar las hendiduras i soluciones de continuidad de que acaba de hablarse.

Los experimentos de M. Barba ya citados por M. Considere, han demostrado, en lo relativo a los agujeros abiertos con buril, que la zona alterada no se estendia apenas a mas de un milímetro i medio de los bordes de los agujeros. No es, pues, necesario para ponerse al abrigo de todo inconveniente, abrir con el taladro todos los agujeros que se deban practicar en las planchas; basta, despues de haberlos abierto con el buril sobre un diámetro inferior en tres o cuatro milímetros próximamente al que deben tener, emplear el taladro para darles su diámetro definitivo.

(1) Los resultados de los ensayos al choque pueden diferir en valor absoluto de los ensayos a la traccion: así, en jeneral, el alargamiento de rotura por choque longitudinal, es mayor que el alargamiento de rotura por traccion sencilla, lo cual quizas consiste en que se produce estiracion hácia las dos extremidades de la barra golpeada longitudinalmente. Los resultados relativos quedan los mismos, es decir, que un acero que se alarga mas que otro por la traccion, se alargará tambien mas por la accion del choque.

Puede ser útil completar esta operacion redondeando lijaramente con la lima los ángulos de los agujeros abiertos de este modo. Los ángulos vivos deben evitarse siempre en cuanto sea posible.

Lo mismo sucede con las alteraciones producidas por la accion de la cizalla: no se estienden a mas de un milímetro de los bordes de las planchas cortadas; la zona alterada está tanto mas restringida cuanto mas perfecto ha sido el trabajo de la cizalla; es casi nula cuando las hojas del útil están bien ajustadas i se mueven exactamente en un mismo plano produciendo cortes bien limpios. Para hacer desaparecer la zona alterada, basta entónces jeneralmente una limadura que quite las rebabas i redondée los ángulos.

El martillado i toda clase de choques pueden alterar tambien al acero i se deben evitar en cuanto sea posible. Cuando se deban martillar planchas o cantoneras de acero, lo mejor será golpear sobre un yunque de gran superficie para repartir sobre una estension mayor la presion producida por el choque del martillo.

Todas estas alteraciones, así las que provienen de la accion de los útiles cortantes como las que producen los choques, desaparecen si se pueden recoger las piezas de acero, cuando esté terminado el trabajo; pero esta operacion seria impracticable muchas veces con las vigas de puente,

Remache.—Por motivos análogos, M. Barba i los ingenieros del Creusot prefieren los roblones de hierro a los de acero.

Las piezas de acero que se han de unir por medio de remaches, siendo con dimensiones iguales, mas resistentes que las de hierro, exigen roblones mas fuertes o mas numerosos. Se puede hacerlos mas fuertes o formándolos del metal mas resistente, o aumentando sus dimensiones. La primera solucion es la que mas seduce, tiene la ventaja de conservar la homogeneidad de la construccion en la cual no entra entónces mas que un solo metal; pero el empleo de roblones de acero presenta sus dificultades. No se les debe calentar a una temperatura demasiado elevada, porque entónces la contraccion que resulta de su enfriamiento es demasiado fuerte, i hai el peligro de que salten sus cabezas. Apenas se puede pasar del rojo cereza para la temperatura inicial, i es preciso que el martillado se termine a una temperatura suficiente para que pueda efectuarse aun el aglutinamiento de las partes sacudidas por el choque; es, pues, preciso que los golpes de martillo cesen en cuanto sea posible, cuando el roblon esté aun rojo. Estas condiciones hacen difícil el uso del martillo de mano en el empleo de los roblones de acero, que no se pueden colocar en buenas condiciones mas que por medio de una máquina de remachar.

Parece, pues, preferible buscar el aumento de resistencia de la dobladura para las planchas de acero en el aumento de los diámetros o del número de los roblones de hierro.

Sin embargo, esta opinion no es jeneral i muchos ingenieros creen que pueden hacerse de acero los roblones, teniendo cuidado de emplear para estas piezas un metal que presente cualidades superiores desde el punto de vista de la maleabilidad. Solo la esperiencia es la que puede decidir esta cuestion.

Pruebas sobre las piezas terminadas.—Aun cuando se adopten todas las precauciones que se acaban de indicar, nunca se está absolutamente cierto de que las piezas de acero, despues de concluido el trabajo no han experimentado interiormente modificaciones que alteren su resistencia i que las espongan a romperse brusca y repentinamente bajo la accion de causas relativamente pequeñísimas.

Un experimento se hizo al comienzo del año 1885 en el taller de ensayos del arsenal de Malinas. Se trataba de comparar dos vigas del mismo modelo i de las mismas dimensiones, la una de hierro i la otra de acero, construidas en los talleres de Seraing.

La viga de hierro resistió bien hasta las 100

toneladas; al pasar de esta carga comenzó a deformarse; a 106 toneladas hubo que suspender el ensayo, porque la pieza estaba completamente cubierta i no trabajaba ya en buenas condiciones. En este momento no presentaba ningun desgarron ni hendidura apreciable.

La viga de acero soportó, sin deformacion permanente, un esfuerzo de 108 toneladas. Con esta carga se rompió bruscamente i el exámen de la fractura hizo descubrir una hendidura que existia anteriormente en el metal.

Así, en una pieza de acero construida especialmente para un ensayo, i por consiguiente, con todas las precauciones necesarias, existia un defecto capital que nada podia hacer sospechar. Esto quiere decir que es preciso renunciar al empleo del acero, como parece que lo han hecho los ingenieros holandeses a consecuencia de accidentes análogos. Tal conclusion seria grave. El acero presenta, comparado con el hierro, tan grandes ventajas, que no deberia desecharse definitivamente hasta que estuviera perfectamente demostrado que jamas puede dar suficiente seguridad. Pero, por el contrario, este metal se ha empleado con éxito en muchas grandes obras; lo será con exclusion absoluta del hierro en el gran puente en construccion sobre el Firth of Forth; es preciso, pues, buscar un medio de evitar los inconvenientes que se acaban de señalar, i no sacar de ellos pretexto para eliminarlo de las obras públicas.

Puesto que, por numerosas que sean, las pruebas hechas sobre barrotes cortados de las planchas i cantoneras que deben entrar en la composicion de un puente no son suficientes para dar todas las garantias de seguridad deseables, es necesario, si se quiere estar al abrigo de todo accidente, ensayar aisladamente cada una de las piezas despues de su terminacion, haciéndola soportar un esfuerzo un poco superior al que tendrá que soportar realmente en la obra en que haya de formar parte.

Así es como procede, por ejemplo, la Compañía del ferrocarril P. L. M. con los resortes, las cadenas de traccion i otros diversos objetos de pequeñas dimensiones. Todas estas piezas, sin escepcion, ántes de ser recibidas, se someten a una prueba en la cual tienen que resistir esfuerzos de la misma naturaleza i un poco mayores que los que soportarán despues. Para un cierto número de ellas se aumentan estos esfuerzos hasta la rotura.

Cuando se trata de piezas mas importantes, llantas de ruedas, ejes o largueros de locomotoras, que han de resistir esfuerzos mui variables, esta Compañía se limita a ensayar un número determinado previamente en cada suministro, (ordinariamente 1 por 25), i a hacerle soportar pruebas de choques que demuestren su calidad; pero exige de todas las demas piezas un servicio mas o ménos largo: los ejes, por ejemplo, no se le ponen en cuenta al abastecedor hasta despues de un recorrido mínimo de 100,000 kilómetros, por ménos del cual la Compañía no abona nada, i si son desechados ántes que el recorrido haya llegado a 300,000 kilómetros, se reduce su precio proporcionalmente. Análogas condiciones se imponen respecto de las demas piezas.

Si se quiere emplear el acero en la construccion de puentes, será indudablemente útil, para tener todas las garantias de seguridad deseables, introducir en los pliegos de condiciones las de prueba de las diversas piezas despues de su terminacion, las riostras, los fragmentos de grandes vigas, etc., podrian soportar en el taller, ántes de su montaje definitivo, esfuerzos un poco superiores a los que tendrian que soportar despues de colocadas en obra; i estas pruebas durante las cuales se examinarian cuidadosamente las piezas en todas sus partes, no escusarian naturalmente de las de cargas fijas o móviles, a las que se someteria la obra terminada, análogamente a lo que se hace con los puentes de hierro.

Condiciones que deben exigirse al acero.—Voi ahora a tratar de formular las condiciones a que deberán satisfacer los aceros que se empleen en la construccion de puentes.

Las fábricas pueden suministrar casi a voluntad, aceros que tengan, a la rotura, resistencias dadas comprendidas entre 40 i 80 quilógramos por milímetro cuadrado. Al pronto, dan ganas de aprovechar, en la mayor medida posible, el aumento de resistencia del acero comparado con el hierro, i de encargar aceros que puedan soportar sin romperse, cargas de 60, 65, 70 i aun mas quilógramos. Esto es lo que hicieron los ingenieros holandeses para los primeros puentes de acero que construyeron; i es preciso decirlo de una vez, esta fué tambien la causa de su fracaso i del descrédito en que cayó en Holanda el empleo del acero a consecuencia de estos primeros ensayos.

Estos aceros mas o ménos duros, que contienen una gran cantidad relativa de carbono, presentan, en efecto, en un grado mui alto todos los inconvenientes que señalamos al comienzo de este trabajo, i su empleo en la construccion de puentes no puede dar mas que malos resultados.

La resistencia a la rotura no es, en efecto, el único elemento que hai que considerar en la apreciacion de las cualidades que deben buscarse en un metal destinado a las construccion de obras públicas. Es preciso que el metal reuna a la mayor resistencia posible, la maleabilidad necesaria para elaborarlo, i no sea quebradizo a fin de que no se rompa por los choques o las vibraciones de las cargas móviles. Estas dos condiciones se traducen por un limite, por encima del cual debe necesariamente conservarse el alargamiento en el momento de la rotura. Esta facultad de alargamiento del acero le da sobre el hierro una superioridad mui diferente de la que le da su aumento de resistencia, i por ella se mide en cierto modo la seguridad que se puede esperar del metal empleado.

La calidad del acero que se ha de adoptar, debe por consiguiente definirse, ántes que por nada, por el alargamiento mínimo que podrá experimentar en el momento de la rotura. Esta condicion secundaria o sin importancia en los aceros destinados a ciertos usos, en los que se busca sobre todo dureza, es absolutamente primordial cuando se trata de obras públicas.

En cuanto a la cifra que se debe adoptar, hé aquí algunos ejemplos de lo que se exige en diversos servicios.

El pliego de condiciones adjunto a la circular de 9 de febrero de 1885 del Ministerio de Marina, exige 22 por ciento como término medio para las planchas destinadas a construccion, i que tengan los espesores de 8 a 20 milímetros. Este promedio mínimo se eleva a 24 por ciento para los barrotes de prueba cortados de las alas de cantoneras o de hierro de T sencilla.

La Compañía del ferrocarril P. L. M. para los aceros destinados a riostras i tirantes de locomotoras, exige un alargamiento mínimo medio de 20 por ciento.

Los ingenieros americanos en el puente de la Monongahela, se contentaron, es verdad, para piezas no sometidas mas que a la tension, con alargamientos de 18 por ciento; pero estas piezas están en condiciones de resistencia mucho mas favorables que las planchas roblonadas, cuyas diversas partes experimentan esfuerzos de tension, de flexion, de corte, etc.

Para el puente del Forth, se exige que todos los aceros, tanto los de las piezas comprimidas como los de las estiradas, puedan soportar en el momento de la rotura un alargamiento superior a 20 por ciento.

M. Lavoine, para el puente proyectado en Rouen, no ha exigido mas que un alargamiento de 18 por ciento; pero el acero en esta obra apenas está sometido mas que a esfuerzos de compresion.

En resumen, se podria, sin duda, estipular que los aceros de planchas destinadas a la construccion de puentes deberian poder soportar un alargamiento al ménos de un 22 por ciento como promedio de todas las pruebas correspondientes a una misma entrega, sin que ninguna prueba aislada pueda dar una cifra inferior a 18 por ciento: estando medidos estos alarga-

mientos sobre una longitud de 200 milímetros, o bien quizá mas rigurosamente sobre una longitud L ligada al área S de la seccion transversal de los barrotes de prueba por una relacion tal que $L^2 = 80 S$, adoptada ya por la Compañía del ferrocarril P. L. M. i que no parece haber motivo para modificar mientras se admita la exactitud de hipótesis a que corresponde.

Resistencia.—Sentado esto, la resistencia a la rotura que se ha de exigir al acero deberá ser la mayor posible.

En el estado actual de la metalurgia, un acero que da mas de 20 por ciento, apenas podria dar en las planchas de 8 a 20 milímetros de espesor ni mas de 50 a 55 quilógramos de resistencia a la rotura; i aun esta cifra no se podria considerar como de práctica corriente. Se la obtiene en el Creusot i quizá en alguna otra fábrica, pero en jeneral, un alargamiento de 20 a 22 por ciento no implica mas que una resistencia de 45 a 40 quilógramos por milímetro cuadrado. Para las construccion navales en que, ántes de 1885, en cumplimiento de la circular ministerial de 11 de mayo de 1876, bastaba en las planchas de acero destinadas a las construccion i de un espesor superior a 8 milímetros, un alargamiento de 20 por ciento con una resistencia media de 45 quilógramos, se ha creído conveniente reducir la resistencia obligatoria de 45 a 42 quilógramos cuando se ha sustituido a la cifra de 20 por ciento admitida anteriormente para el alargamiento mínimo medio la de 22 por ciento, fijada por la circular de 9 de febrero de 1885. Es que se juzgaban sin duda incompatibles las dos condiciones de 22 por ciento de alargamiento i de 45 quilógramos de resistencia.

Esta moderacion es considerada por la mayoría de los metalúrgicos como exajerada. Parece que no ponen en duda que se pueda hoy, gracias probablemente a la introduccion en el acero de cantidades convenientes de manganeso en vez de cierta parte de carbono, producir acero que satisfaga a la vez estas dos condiciones.

En el puente de la Mozongahela el acero que debia dar un alargamiento de 18 por ciento, debia tener una resistencia de $49^k, 7$ a $56^k, 2$.

En el puente de Forth los aceros de piezas en tension deben dar 20 por ciento de alargamiento i de 47 a 52 quilógramos de resistencia.

En el puente de Rouen los aceros apenas serán sometidos mas que a esfuerzos de compresion; deben tener una resistencia superior a 50 quilógramos con un alargamiento de 18 por ciento.

La Compañía del ferrocarril P. L. M. para las riostras i tirantes de acero destinados a sus locomotoras, no exige en verdad mas que una resistencia media de 42 kilógramos, pero esta resistencia debe estar acompañada de un alargamiento de 25 por ciento.

En resumen, teniendo en cuenta los adelantos de la metalurgia, parece que se puede hoy, con las condiciones de alargamiento indicadas mas arriba, exigir que la resistencia o la rotura de las planchas de acero sea por lo ménos de 45 kilógramos por milímetro cuadrado en el promedio de las pruebas aplicables a un suministro, sin que ninguna prueba aislada pueda dar una cifra inferior a 40 kilógramos.

Deberá estipularse que los ensayos se hagan lentamente aumentando progresivamente la carga de prueba i separando por un cierto número de minutos los aumentos sucesivos de esta carga; de modo que el barrote no se caliente, i que no se añada ninguna carga nueva hasta que la anterior haya terminado su efecto.

Hierros especiales.—Las mismas condiciones podrian aplicarse a las cantoneras i hierros especiales. El Ministerio de Marina introduce en su pliego de condiciones para estas barras perfiladas exigencias un poco mas rigurosas que para las planchas propiamente dichas: es una complicacion que no parece mui necesaria.

Roblones.—Pero es mucho mas importante estipular una calidad especial para la materia que debe constituir los roblones. Si se deben hacer de hierro, solo se puede admitir un metal

de mui buena calidad que de a la rotura por lo ménos un alargamiento de 18 por ciento i 36 kilógramos de resistencia por milímetro cuadrado; si deben ser de acero, éste ha de ser mui dulce, mui maleable i que alargue por lo ménos en un 25 por ciento ántes de romperse. Será tambien útil sin duda someter los hierros o aceros para los roblones a pruebas de soldabilidad. Para esto se cortaria por su mitad cierto número de barras presentadas a los ensayos, despues, uniéndolos dos trozos por medio de una soldadura, se harian con la barra soldada barrotes de ensayo que contuvieran las soldaduras, los cuales se sometería a las pruebas de rotura por traccion en concurso con los otros.

Ensayos de temple—Todos los aceros, tanto las planchas i cantoneras como las barras destinadas a la fabricacion de los roblones, deberian tambien someterse, ademas de las pruebas de rotura por traccion, a ensayos que tuvieran por objeto asegurarse de que no se modifican sensiblemente bajo la accion del temple desde el punto de vista de la ductilidad i de la maleabilidad.

Hé aquí como la circular del Ministro de Marina de 11 de febrero de 1885, describe las pruebas que hai que hacer con este objeto, en lo que concierne a las planchas destinadas a las construcciones. No hai nada que cambiar en estas disposiciones que las reproducen casi testualmente los pliegos de condiciones de diferentes compañías.

De las hojas de plancha presentadas a la recepcion se cortarán barrotes de 26 centímetros de longitud por 4 centímetros de anchura, tanto en el sentido del laminado como en el trasversal. Estos barrotes no deberán tener redondeados sus bordes longitudinales; solamente se tolerará que se quite con la lima dulce la agudeza de sus ángulos. Se calentarán uniformemente hasta hacerlos tomar el rojo cereza un poco oscuro, i despues se templarán en agua a 28°. Preparados de este modo, deberán poder tomar, bajo la accion de la prensa, sin presentar vestigios de rotura una curvatura permanente, cuyo radio mínimo, medio interiormente, no deberá ser superior al espesor del barrote experimentado.

En las tiras cortadas de cantoneras i barras perfiladas en forma de simple o doble T, este radio mínimo se deja en vez i media el espesor del barrote. Quizá seria mas sencillo i suficiente, como he dicho ántes, no tener mas que una sola condicion aplicable a todos los aceros laminados.

Coefficiente de resistencia.—Con un acero que tiene las condiciones que se acaban de definir, ¿qué coeficiente de resistencia se podria adoptar en los cálculos?

Respecto del hierro, la cifra de 6 kilógramos por milímetro cuadrado se ha hecho clásica en Francia para la construccion de puentes. Pero sabido es cuánto se presta a la critica la adopcion de esta cifra única, que no tiene en cuenta ni el sentido de los esfuerzos ni sus variaciones. Francia es hoy el único país en que se conserva un mismo coeficiente aplicable a todos los casos, a las cargas permanentes o intermitentes, constantes o variables, fijas o móviles, etc. Algunos ingenieros se esfuerzan por hacer que prevalezca un método de cálculo mas razonable; pero el uso casi universal se limita siempre al coeficiente único de 6 kilógramos por milímetro cuadrado.

Desde que se adoptó jeneralmente hace mas de treinta años las condiciones de las cargas que deben soportar las obras, se han modificado profundamente, sobre todo en lo que concierne a los puentes de vias férreas. El peso de las locomotoras ha aumentado en proporciones considerables: la carga por eje, que apenas exedia de 10 toneladas, llega hoy alguna vez a 14, o sea un aumento de mas de un tercio.

De aquí resulta, es verdad, un aumento igual en el esfuerzo que soporta el metal de los puentes, puesto que la carga permanente ha quedado la misma; sin embargo, para los puentes de poca luz, para las riostras i las piezas accesorias

de los grandes puentes, la carga permanente pequeña en comparacion de la carga accidental, i el aumento de esta debe encontrarse igualmente en el aumento del esfuerzo máximo. Se podria concluir, pues, que las piezas accesorias de los primeros puentes contruidos para ferrocarriles, i hasta las vigas principales de los de poca luz, cuya construccion data de mas de 25 a 30 años, soportan en los puntos de mayor trabajo, bajo la accion de las sobrecargas mas desfavorables, esfuerzos que indudablemente no son inferiores a 8 kilógramos por milímetro cuadrado, cuando se calcularon sus dimensiones en la hipótesis de un esfuerzo máximo de 6 kilógramos. Estos esfuerzos exajerados son ademas intermitentes, lo que los hace mas peligrosos aun desde el punto de vista de la conservacion de los metales. Los puentes de que se trata, soportan mui bien, en jeneral, este aumento de carga, i hai pocos o ningunos ejemplos de accidentes sobrevenidos por esta causa, ni de puentes que se hayar debido reemplazar por falta de resistencia.

Los hierros que se emplearon en su construccion no resistirian indudablemente esfuerzos de traccion superiores a 30 o 25 kilógramos por milímetro cuadrado, o sea un promedio de 32 kilógramos. Hoy soportan, en condiciones que parecen suficientes, esfuerzos no permanentes que alcanzan el cuarto de su resistencia a la rotura.

Aceros que resistirian, ántes de romperse, cargas medias de 45 kilógramos por milímetro cuadrado, podrian en consecuencia soportar esfuerzos que llegaran a 11 kilógramos en las mismas condiciones de seguridad.

Se va aun mas lejos. Para el puente del Forth se admitieron 11,8 kilógramos. Es cierto que esta cifra se aplica al esfuerzo del metal en las circunstancias i bajo las cargas mas desfavorables, que comprenden el efecto de pesos permanentes i el del viento que tiene una gran importancia en una obra como aquella.

En el puente de la Monongahela, las piezas en tension no soportan mas que 9,30 kilógramos; pero para las barras de la celosía se admitió el coeficiente de 10,5 kilógramos.

En los puentes de acero que ha construido en Francia la fábrica del Creuzot, el jiratorio destinado al puerto de Burdeos i el del puerto de Honfleur, se calcularon las dimensiones partiendo de la cifra de 10 kilógramos por milímetro cuadrado.

En el puente proyectado en Rouen, en el que los aceros apenas están sometidos mas que a la compresion, M. Lawinne no ha pasado de 9 kilógramos.

Es probable que cuando se haya adquirido una confianza en el nuevo metal que aun no se tiene, no se dudará en adoptar como coeficiente normal la cifra de 10 kilógramos, que todavia deja al aumento de las cargas un márgen casi suficiente. Este aumento por otra parte será sin duda ménos acentuado en el porvenir que lo ha sido desde el orijen de los ferrocarriles. El peso máximo por eje, que hoy excede de 14 toneladas, despues de haber aumentado en mas de un tercio desde hace treinta años, deberia elevarse hasta cerca de 20 toneladas, para aumentar aun en la misma relacion. ¿Se llegará alguna vez a esta cifra? Esto parece hoy poco probable, lo mismo quizá que el peso de 14 toneladas podia parecer en 1855 un límite a que nunca se llegaria; sin embargo, el aumento no puede ser indefinido i está limitado por las dimensiones de los ejes. Admitiendo tambien este nuevo aumento en un tercio para las cargas móviles, el esfuerzo máximo que aumenta en una relacion algo menor, no excederia de 13 kilógramos por milímetro cuadrado en los puentes cuyas dimensiones se hubieran calculado con el coeficiente de 10 kilógramos i en rigor aun seria admisible.

En vez de comparar el esfuerzo máximo con la resistencia a la rotura, se compara alguna vez con el límite de elasticidad, i se llega entonces a conclusiones análogas.

Aceros que podrán soportar, ántes de rom-

perse, una carga de 45 kilógramos por milímetro cuadrado i dar 22 por ciento de alargamiento, tendrán su límite de elasticidad en las proximidades de 22 kilógramos por milímetro cuadrado. Para los aceros que se emplearon en el puente de la Monongahela, el límite de elasticidad no debía ser inferior a 31,5 kilógramos. Los aceros experimentados en la fábrica de Terre-Noire que dieron una resistencia a la rotura de 48 a 50 kilógramos con un alargamiento de 24 por ciento próximamente, tenían en su límite de elasticidad aproximado a 26 kilógramos.

El límite de elasticidad del hierro de la calidad que se emplea en la construccion de puentes, está jeneralmente próximo a 13 o 15 kilógramos, alguna vez llega a 18; seria, pues, próximamente los tres quintos del límite del acero, i si se estableciere el coeficiente de resistencia en relacion con este límite, habria que tomar para el acero el coeficiente de 10 kilógramos próximamente, en consecuencia del de 6 kilógramos aplicable al hierro.

Sin embargo, teniendo en cuenta que el nuevo metal no se conoce aun perfectamente, i que las consideraciones que preceden presentan algo incierto i aleatorio, seria sin duda prudente adoptar en las primeras aplicaciones la cifra de 9 kilógramos solamente, como ya lo hizo la Administracion al aprobar las proposiciones de M. Lawinne para el puente de Rouen. Entonces las condiciones de seguridad serán absolutamente satisfactorias. Un aumento de un tercio en el valor de los esfuerzos máximos, proveniente del acrecentamiento posible del valor de las sobrecargas, no daria aun mas que doce quilógramos por milímetro cuadrado, cifra adoptada desde hoy para el puente del Forth.

Método de cálculo.—Seria ademas mui de desear, como he dicho ántes, que para los cálculos de los puentes de acero se renunciase a la práctica defectuosa de un coeficiente único para toda clase de esfuerzos. Las piezas de un mismo puente se encuentran, en efecto, con respecto al esfuerzo máximo que soportan en condiciones mui diferentes. Consideramos, por ejemplo, un puente de hierro cuyas partes diversas hubieran sido calculadas por el método ordinario para que soportasen bajo la accion de la sobrecarga máxima un esfuerzo de 6 kilógramos por milímetro cuadrado. Esta sobrecarga máxima, que se suponga, por ejemplo, formada de un tren de locomotoras, no se producirá mas que en circunstancias completamente escepcionales, quizá nunca. Las sobrecargas del servicio ordinario serán en jeneral mucho menores, de suerte que en las vigas principales no se llegará nunca al esfuerzo de 6 kilógramos; en las condiciones normales el metal no soportará en esos puntos mas de 5 kilógramos por ejemplo. Por otra parte, estas vigas principales soportan, cuando el puente está vacío, todo el peso permanente, de modo que en los puntos de mayor trabajo, el esfuerzo, bajo la accion de esta carga permanente, no desciende jamas por bajo de un límite bastante elevado, 3 kilógramos, por ejemplo.

Por el contrario, en una riostra se alcanzará el esfuerzo máximo, siempre que pase por encima de ella un eje cargado hasta el límite admitido, es decir, mui frecuentemente i a intervalos sucesivos bastante cortos (1/10 de segundo, por ejemplo), para que el metal entre en una carga i la siguiente no tenga tiempo de volver a tomar su posicion de equilibrio. Ademas, en el intervalo del paso de los trenes esta misma riostra, como no tiene que sostener mas que una pequeñísima parte de la carga permanente, no soportará ya mas que un esfuerzo insignificante, 1 kilógramo, por ejemplo, por milímetro cuadrado en el punto de mas trabajo.

(Continuará.)