

BOLETIN

DE LA

Sociedad Nacional de Minería

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

Presidente
Cárls Besa

Vice-Presidente
Cesáreo Aguirre

Directores

Aldunate Solar, Cárls
Avalos, Cárls G.
Chiapponi, Marco
Dorion, Fernando
Elguin, Lorenzo

Gallardo González, Manuel
Gandarillas, Javier
Harnecker, Otto
Lecaros, José Luis
Lira, Alejandro

Maier, Ernesto
Malsch, Cárls
Pinto, Joaquin N.
Vattier Cárls
Yunge, Guillermo

Secretaris

ORLANDO GHIGLIOTTO SALAS

Notas mineras (1)

La explotación del caliche es susceptible de experimentar progresos i hacerse mas económica a igual que el beneficio del salitre, pero con la diferencia que en la primera la evolución debe ser de orden mecánico, en tanto que en el último tienen cabida además las ideas de orden físico i químico. Llamamos la atención, en cuanto a la explotación del caliche, a los progresos que, en los procedimientos de arranques a cielo abierto, se han hecho en los últimos tiempos. De interés es el empleo de las *palas a vapor* en la explotación de los minerales de fierro i de cobre, que se encuentran en capas superficiales o formando cerros compactos. Sin duda en muchos casos las capas de caliche se encuentran en las condiciones de gran extensión homo-

(1) Esta sección del Boletín está destinada a dar noticias sobre materias de interés general en minería i a contestar todas las preguntas que se nos dirijan cuando revistan suficiente interés para los lectores del BOLETIN.

jénea, a poca hondura, para poder recibir este sistema de trabajo. La dureza de la roca no es un impedimento, porque la pala trabaja tambien sobre el terreno removido por los explosivos, i la hondura de la capa aprovechable depende del valor de ésta. En los yacimientos de fierro de Mesabi, por ejemplo, conviene sacar una costra de 10 metros de grueso para aprovechar una capa de metal de fierro de 5 metros. La operacion del descoste es allí la mas cara, i por esto el trabajo solo puede aplicarse donde la estension del yacimiento es de importante magnitud. Depósitos de caliche de delgada costra posiblemente podrian explotarse sin escojimiento en tal forma que el menor costo de explotacion permitiera con creces compensar el mayor gasto de beneficio del caliche mas pobre así obtenido.

Los harneros suelen colocarse en las canchas de las minas con inclinacion contraria a la de caida del metal. Esta posicion tiene la gran ventaja de que la clasificacion es así mas perfecta.

Las líneas férreas mal instaladas son causa mui frecuente de entorpecimientos en el trabajo de la mina; i toda la atencion i dinero que en arreglarlas se gaste serán recompensados.

Las tolvas son poco usadas en nuestras instalaciones mineras. Su empleo elimina el trabajo de la pala que es el mas caro que se conoce.

Los motores de gasolina para mover las máquinas de estraccion son mui económicos en lugares donde el carbon i el agua son caros.

Los peinecillos altos son siempre ventajosos porque permiten la colocacion de harneros i tolvas, reduciendo el costo del trabajo.

Los motores Diesel de petróleo no se fabrican por lo jeneral, debido a su costo subido, de ménos de 20 H. P. Un motor de esta potencia consume 230 gramos de petróleo crudo por cada H. P., o sea 4.6 kgs. por hora. El consumo de agua es de 100 a 200 litros por dia de 24 horas que se emplea en la refrigeracion del cilindro.

La pérdida de potencia de los motores de combustion interna de gas, de petróleo, etc., debido a la altitud, es de 1 % por cada 100 metros de altura aproximativamente i varia proporcionalmente al peso de las materias productoras de la fuerza en el cilindro, peso que depende de la presion atmosférica. Así por ejemplo un motor a 3,000 metros de altitud pierde 30 % de su poder al nivel del mar.

El petróleo peruano es mas ventajoso que el de California para los motores Diesel porque es mas puro.

Las máquinas de alta presion son todavía poco usadas en nuestras minas, a pesar de que su trabajo produce grandes economías, comparado con el de las máquinas de baja presion; economías toda-

vía mas notables en numerosas rejiones de Chile en donde el carbon i el agua son mui caros.

Las guías de cable se usan en piques verticales en vez de las de madera i son aplicables a cualquier profundidad. Su costo es mui inferior al de las de maderas, pero no permiten velocidades mui grandes de los baldes; en estos casos suelen emplearse 4 guías en vez de 2 para cada balde.

La madera de pino extranjero, ordinaria, se vende en nuestros puertos a razon de 18 a 20 centavos por pié cuadrado (con una pulgada de espesor).

La atacamita es de igual aspecto físico que la *brocantita*. La primera tiene por fórmula de composicion, $\text{Cl}_2 \text{Cu}, 3 \text{Cu} (\text{OH})_2$ i la segunda $\text{SO}_4 \text{Cu}, 3 \text{Cu} (\text{OH})_2$. En las minas i llamperas de Chuquicamata abunda mucho la última, miéntras que la primera es mas escasa. No es, pues, correcto designar estos metales con el nombre de atacamitas.

Los metales de fierro de 60 % se cotizan en Europa a 25 chelines la tonelada. El flete en buques contratados es de 15 chelines.

La concentracion electrostática es un nuevo método de tratamiento preliminar de los metales, que se basa en la diferencia de conductibilidad eléctrica de las especies mineralójicas. El método consiste en poner el metal molido en contacto de un cilindro jiratorio cuya superficie está cargada de electricidad; el sulfuro de cobre, por ejemplo, al ponerse en contacto con esta superficie, por ser buen conductor, se carga fácilmente con la misma electricidad i es rechazado con cierta fuerza de la superficie jiratoria miéntras que el cuarzo i el carbonato de calcio que son malos conductores, permanecen adheridos a la superficie por mayor tiempo i caen a otro compartimiento. Este método se está aplicando a metales mui diversos, i entre otros a algunos de color de cobre.

Las mesas para la concentracion en seco se han ideado hace algunos años, pero no han recibido vasta aplicacion. En nuestros Desiertos podrian prestar servicios. Llevan una superficie lisa permeable al aire que con un ventilador se le inyecta por debajo. Esta fuerza i la del movimiento oscilante que tiene, permiten efectuar la concentracion.

El desagüe de las minas de grandes profundidades es mas económicamente hecho mediante baldes o tinas con la máquina de estraccion que con el auxilio de bombas. En el primer caso el costo es de 1/3 del costo de bombeo.

Las poleas de los peinecillos deben tener un diámetro 100 veces mayor que el del cable de estraccion a fin de prolongar su duracion.

La reduccion de los costos mineros se consigue principalmente mejorando los medios i elementos del trabajo i de las instalaciones, sistema que permite pagar mejores sueldos con ventajas para la mina.

Los yacimientos de petróleo, segun últimos descubrimientos, presentan un nuevo carácter que puede aprovecharse en los sondeos i que consiste en el incremento de temperatura que producen ya a distancias de 300 metros. Mediante termómetros puede determinarse la temperatura de los taladros i observarse si corresponde al incremento normal o nó. En este último caso hai una causa estraña de calor que puede ser el carbon, el petróleo o el gas.

Los convertidores con forros básicos han entrado en pleno campo de aplicacion práctica con grandes ventajas económicas sobre sus antecesores. Nos congratulamos de que se hayan realizado nuestros pronósticos e ideas que al respecto hemos espresado en años anteriores desde estas mismas columnas.

Fosfatos de calcio se ha encontrado en Chile como criadero en muchas minas de cobre i se hallan en gran abundancia en las guaneras.

Las turbinas pueden trabajar con alturas de caidas mui bajas. La fábrica Samson las tiene para alturas de m. 0.91 (3') que con 329 litros por segundo desarrollan 3 H. P. dando 161 revoluciones por minuto.

La dinamita es un esplosivo mas potente que la pólvora de minas i en todo caso es de mayor efecto. Los mineros tienen ideas inexactas sobre la calidad de ámbos esplosivos. Dicen que la dinamita es eficaz en la roca agrietada solamente, pero la verdad es que solo la dinamita da efecto en este caso, porque la pólvora, perdiendo gran parte de su potencia por las grietas de las rocas, no es un esplosivo de suficiente poder.

Se dice tambien erróneamente que la dinamita *patea* u obra hácia abajo, puesto que puede quebrar un riel cuando explota sobre su superficie, pero el mismo efecto produce si explota debajo de él. La fuerza de la reaccion química no tiene direccion preferida.

F. A. SUNDT.



La Industria del Cobre

LA SITUACION ECONOMICA

I

En el editorial de fecha 22 de abril del *Engineering & Mining Journal*, leemos lo que sigue, como conclusion a una detallada espocion del estado actual del mercado del cobre:

«Hablando en jeneral, el porvenir de esta industria depende absolutamente de las leyes que gobiernan la oferta i la demanda de cobre en el mercado mundial.

Si la demanda no aumenta notablemente, un precio aun mas bajo que el actual es inevitable porque la produccion necesariamente aumentará o a lo ménos, en el peor de los casos, permanecerá igual.

Un precio bajo puede servir como estimulante para el consumo o puede producir una reduccion arbitraria en la produccion; aunque la historia de esta industria nos ha enseñado en los últimos 20 años que un bajo precio jamas ha producido una restriccion automática de la produccion.

Respecto a que se llegue a una restriccion de produccion por acuerdo entre los productores no hai ni tan solo una probabilidad; al contrario los grandes productores se colocan, dia a dia, en una situacion mas hostil con respecto a las relaciones comerciales e industriales que debian reinar entre ellos.

Por consiguiente, la solucion de la actual aflictiva situacion solo descansa en un aumento notable del consumo i, por consiguiente, en una mayor demanda».

Estos párrafos que anteceden hacen sériamente pensar en que es mui posible que el precio del cobre permanezca indefinidamente bajo, ya que el aumento notable en el consumo normal de cobre en el mundo es algo realmente remoto.

Con todo se asegura que gran parte de la produccion de cobre se efectúa causando pérdidas o bien simplemente pagando los gastos que su elaboracion i arranque de las minas demanda.

Se asegura que la actual situacion no puede prolongarse i que el cobre tiene que subir en el mercado.

Desde tiempo atras hemos seguido, con vivo interes, el desarrollo de esta industria a la que está vinculado el porvenir de la minería

nacional i hemos tratado de mantener informados a las industriales cupríferos de nuestro país de los trascendentales cambios que en la parte económica i técnica de esta industria se han efectuado.

En un artículo anterior a éste hacíamos ver que sobre un total de 854,000 toneladas, que es el monto de la producción mundial, 290,000 toneladas se producían a un costo tal que realmente no existía márgen de ganancia alguna para el capital invertido en las minas i establecimientos responsables de esa producción; hacíamos también ver que las «*nuevas minas de cobre*» o lo que entre profesionales se ha dado en llamar «*minas de cobre en pórfidos*» (Porphyry mines) producen 180,000 toneladas de cobre a un costo tan bajo que, con el precio actual de £ 55 por tonelada, dejan lugar a un márgen de ganancia equivalente al 10 % del capital invertido en dichas minas; agregábamos que existía casi la certidumbre de que ántes de tres años estas minas produjesen 240,000 toneladas anuales a un costo que fluctuará entre £ 33 i £ 36 por tonelada.

Si comparamos ahora el capital invertido en las primeras minas i el invertido en las minas nuevas, relacionándolo a la producción que se toma como base de comparación, se llega a la conclusión que en las minas nuevas para producir las 290,000 toneladas que se producen a un precio alto necesitan ménos de la mitad del capital que hoy día representan las minas i establecimientos responsables de la producción de las dichas 290,000 toneladas.

Juzgando con un criterio optimista, en extremo talvez, decíamos que realmente no existía el peligro de que las minas en pórfido llegaran a controlar la producción imponiendo al mundo industrial cobre en abundancia i a bajo precio; nos afirmamos hoy día en esta creencia porque estamos convencidos que en la anulación de la producción de las minas antiguas priman intereses de personalidades cuyas vinculaciones en el mundo financiero e industrial de muchos países son poderosísimos i porque ellas representan en capital la no mui despreciable suma de *mil setecientos cincuenta millones de pesos*, que están acaparados por tres o cuatro millonarios norteamericanos que, hoy día, pueden aun imponer condiciones a los que todavía no son sus vencedores en esta batalla industrial.

¿Cuál es la manera de raciocinar de los que son dueños o controladores de la producción de estas minas de cobre en pórfido? ¿cuáles son sus miras?; preguntas son éstas que no tienen otra contestación que el exámen que día a día hacen profesionales, financieristas i periodistas sobre la evolución nueva, casi desconocida, que esta industria está rápidamente desarrollando i que tiene su base en el

aspecto imponente que asume la explotación o disfrute de los depósitos de cobre en pórfido.

Creemos de verdadero interés dar a conocer a la lijera, tal cual se puede hacer en un artículo de esta clase, los caracteres principales de este tipo de depósitos e insertar datos tomados de las memorias que los directores de las compañías presentan a los accionistas; datos que confirmarán lo que hemos ya sostenido, i que aun algunos profesionales nacionales ponen en duda, sobre el bajo costo de producción del cobre que estos depósitos producen.

El nombre de minas de cobre en pórfido es simplemente popular i la expresión, técnicamente hablando, no es correcta.

Se denomina así a depósitos de minerales de cobre contenidos en una roca eruptiva alterada que obedece al jeneral nombre de pórfido; los depósitos mas conocidos de esta naturaleza son cuatro i están situados en los estados de Utah, Arizona, Nevada i Nuevo Méjico de la confederación Norte Americana.

El mas notable de ellos es el situado dentro del estado de Utah, que tiene grandes semejanzas con los restantes por lo que limitaremos este artículo a su descripción.

La formación geológica de la región queda constituida por una gruesa capa de rocas sedimentarias de la edad carbonífera; la formación sedimentaria ha sido teatro de dos erupciones de rocas volcánicas; una de ellas, la mas antigua, es la roca conocida como «monzonita» o vulgarmente el pórfido donde aparecen los depósitos de minerales de cobre; la última erupción fué provocada por la «Andesita» i ha tenido lugar cuando ya la cadena de montaña tenia su forma actual i parece que no ha ejercido influencia alguna en la deposición del mineral; por el contrario la roca «porfídica» o «monzonita» ha sido un agente activo en la deposición mineral; ella forma muchos cuerpos irregulares mineralizados, la mayoría de los cuales se juntan en la superficie sobre la formación sedimentaria i están probablemente en igual situación a mayor hondura; ella ha penetrado tambien la formación sedimentaria i ha formado dentro de dicha formación planos o capas en forma de «esquistas» que están tambien mineralizadas; pero su gran influencia sobre la mineralización está puesta de manifiesto en un cerro o faja de montaña, puramente eruptivo, que cruza de un lado a otro la formación i que se asemeja a un inmenso farellon o dique que une las dos ramas de la cordillera que cierra el valle.

Este cerro está completamente mineralizado i forma el campo de explotación de las grandes compañías.

Esta faja trasversal de montaña está mineralizada con minera-

les sulfurados de cobre i su mineralizacion es mucho mas intensa en aquellas zonas donde la roca aparece mas fracturada o mas quebrada.

La parte superficial, siguiendo el contorno del cerro, ha sido lavada de su mineralizacion de cobre por los agentes atmosféricos, así que este inmenso depósito de cobre no exhibe sobre su contorno superficial sino una capa de 36 metros de roca estéril sin otras señales de mineralizacion que las peculiares a una oxidacion o lavado oxidante provocada por las aguas meteóricas; es necesario remover una tonelada de roca estéril para estraer tres toneladas de roca mineralizada.

Los trabajos de reconocimiento i cubicacion de mineral que se hacen son túneles, piques i sondajes; estos trabajos que aun se continúan permiten decir que, hoi por hoi, existen en este distrito 203.500,000 toneladas de mineral cubicable total i parcialmente; de este total, 152.130,000 toneladas son absolutamente cubicables o «*mineral seguro*» que se encuentra en bloques con cuatro caras espuestas a muestreo, mensura i ensaye.

De este último total, 60 millones contienen 2 % de cobre i el resto 1.6% de cobre; i el término medio de los ensayes practicados sobre los 203 millones de tonelada de roca es de 1.67 % de cobre.

El trabajo se efectúa en su 80% con palas a vapor que actúan en 22 diferentes escalones o cortes longitudinales que se han hecho sobre el contorno del cerro; cada corte o escalon está provisto de línea férrea sobre cuyos carros descargan las palas a vapor; el trabajo propiamente de arranque o movimiento del terreno se hace con grandes tiros que quebranta la roca la que es tomada por las grandes palas i colocada sobre el ferrocarril que la trasporta al establecimiento de beneficio; las compañías que operan en este distrito trabajan con la ayuda de «22 palas a vapor, 45 locomotoras, 350 carros de carga de 50 toneladas de capacidad cada uno i 105 kilómetros de línea férrea».

El mineral que se recibe en el establecimiento ensaya 1.54% de cobre i es sometido a un enriquecimiento o concentracion mecánica para ser en seguida fundido.

Una de las compañías que operan en este distrito arranca diariamente 11,000 toneladas de mineral que contienen 1.54% de cobre, o sea 169.40 toneladas de cobre; de éstas se recojen o aprovechan el 66½ % o, en otros términos, la produccion diaria de las minas en cobre refinado, listo para vender, es de 101.65 toneladas; diariamente se pierden 67.75 toneladas de cobre que representan \$ 81,970.

El costo de produccion es de £ 33.60 por tonelada de cobre que se pone en el mercado.

Durante el año 1910 esta compañía produjo 42,822½ tonela-

das de cobre que las vendió a un precio de £ 52.80 la tonelada, quedándole un márgen de ganancia por tonelada de cobre equivalente a £ 19.20; las ganancias del año, *segun se desprenden de estos datos, fueron de \$ 17.870,114 papel moneda nacional i, segun se desprende de la Memoria pasada a los accionistas i de los dividendos repartidos, fueron de \$ 22.000,000.*

Durante el primer trimestre del año en curso esta compañía ha hecho una estraccion de 918,104 toneladas de mineral que contenian 14,716 toneladas de cobre, de los que se han recojido 9,797 toneladas, perdiéndose 4,919 toneladas de cobre; el costo de produccion ha sido de £ 34.70 por tonelada i el cobre se ha vendido a £ 52, dejando por lo consiguiente, un márgen de ganancia de £ 17.3 por tonelada; segun esto la ganancia trimestral asciende a \$ 3.728,736 moneda corriente nacional.

Otra compañía que trabaja un depósito de cobre de la naturaleza del descrito ha efectuado en el primer trimestre del año en curso una estraccion de 580,277 toneladas de mineral que contiene 1.8 % de cobre o sea 10,445 toneladas, de las que se han recojido 7,312 toneladas, perdiéndose 3,133 toneladas.

El cobre se ha producido a un costo de £ 32.7 por tonelada, dejando una ganancia en los tres meses de \$ 3.444,683.20 moneda corriente nacional.

La capacidad diaria de esta mina es de 6,500 toneladas de roca de 1.80 % de cobre i se estrae mui cerca del 70 % del cobre que la roca contiene.

Con estos datos es ya imposible negar la supremacía que tienen esta clase de depósitos pobres i abundantes sobre las vetas de minerales de cobre de muchísimo mejor lei; tambien se esplica el por qué la produccion no disminuye, puesto que, a medida que las minas mas antiguas restrinjen su produccion, éstas la aumentan con lo que consiguen un menor costo de produccion i un mayor dividendo para sus accionistas.

Miéntas no se llegue a una consolidacion de los intereres que priman en la mayoría en las minas antiguas i los que priman en las mas modernas, el mercado del cobre estará llamado a ser juguete de las especulaciones que se ven forzados a emprender ámbos adversarios para defender sus propios intereses.

Santiago, junio de 1911.

IGNACIO DÍAZ OSSA,
Injeniero de Minas i Metalurjista.



Ñecles, maritatas o cribas de mano

El *ñecle*, maritata en el norte de Chile, o criba de mano, es un aparato de concentracion de frecuentísimo uso en las minas, que permite el lavado de granzas hasta de 2 milímetros en forma económica, aunque a veces no de alto rendimiento ni de gran concentracion.

En nuestras minas de cobre se emplea para lavar toda clase de granzas sean éstas de color o de bronces i deja provecho de metales pobres que no pueden esponderse a buen precio, debido a su baja lei. Su principal ventaja está en la pequenísimas cantidad de agua que consume.

Consiste un ñecle en un cajon de madera de 1 m. de altura con una seccion de 1.80 \times 0.80 m. que lleva un harnero oscilante accionado por un largo brazo con la fuerza de un hombre. Hai harneros de fondo filtrante que dejan pasar todo el producto útil al fondo del cajon, donde se recoje mezclado con el légamo de arcilla cobriza, i en que la arena i la broza se estraen del harnero. Este procedimiento se aplica al lavado de grancillas mui finas. Para granzas gruesas, hasta de 15 mm., se usan harneros sin fondo filtrante, para el producto aprovechable, que queda retenido por una capa inferior de mas densidad. La broza se separa a mano varias veces del harnero i la granza rica se estraee, despues de varias cargas del ñecle, cuando se ha acumulado bastante cantidad. El légamo se deposita en el fondo del cajon.

Estos aparatos dan un producto de mejor lei i con mayor rendimiento que las cribas mecánicas movidas por excéntricos debido a que el operario da al harnero el movimiento diferencial solo aplicado últimamente a las cribas mecánicas accionadas por levas. El movimiento de excéntrico, en efecto, destruye con su igual movimiento hácia arriba i hácia abajo en gran parte el fenómeno de la diferenciacion por la densidad.

Los ñecles pueden ser movidos a máquina mediante el uso de levas de 1 punta o mas a fin de trasmitirles el movimiento diferencial. Así puede realizarse un dispositivo de trabajo bastante perfecto i que consume ménos agua que cualesquiera otros tipos de cribas mecánicas.

El ñecle de las dimensiones ántes escritas se llena con 800 litros de agua i en trabajo diario consume 100 litros mas. Se limpia una vez por semana, de modo que su consumo diario de agua, de inte-

res en tantas minas que tienen que comprarla, llega a 200 o 250 litros. Manejado por un hombre el ñeclé citado produce, por ejemplo, 400 a 500 kgs. de granzas de 22 % trabajando con metal de 8%. Con agua a \$ 10, el metro cúbico i sueldo de \$ 6, este trabajo es provechoso.

El operario trabaja casi con igual ventaja para él como para el patron a jornal o a trato por peso i lei del concentrado.

El precio de un ñeclé es en el desierto del Norte de \$ 100 a 200.

F. A. SUNDT.

Ingeniero de Minas



Los yacimientos de fierro de Minnesota (1)

(Extracto del Eng. & Min. Jour., p. 666, abril 15 de 1911.)

El hierro i el acero constituyen el producto de la manufactura mas importante del mundo despues del carbon.

Los minerales que forman los principales metales de fierro son: 1) La hematita (Fe_2O_3), con 70 % de hierro i 30 % de oxígeno; 2) la magnetita (Fe_3O_4), con 72.4% de hierro i 27.6% de oxígeno, i 3) la limonita ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), con cerca de 60% de hierro. De éstos el mas importante es la hematita por la gran estension de sus depósitos i por la facilidad i bajo precio de su explotacion i fundicion.

Estados Unidos produce así tanto hierro como el resto del mundo esclusive Alemania i el doble de lo que produce esta nacion.

La mayor parte de este fierro procede de la rejion de Lago Superior donde hai 6 grandes rejiones productoras que son: 1) Mesabi, 2) Vermilion, 3) Marquette, 4) Creptal Falls, 5) Menominne i 6) Penokee Gogebic. La principal de estas es Mesabi en Minnesota. Vermilion tambien se halla en este Estado. Ambos yacimientos son enteramente distintos. Durante ocho años Vermilion produjo todo el fierro de Minnesota hasta 1892, año en que Mesabi hizo su primer embarque. Desde entónces éste ha aumentado hasta llegar a ser lo que hoi es, el mineral de fierro de mayor importancia universal. Hai en esta

(1) Nos parece de alto interes este artículo en su parte relativa al trabajo con palas a vapor, porque este sistema podria tener cabida en la explotacion de nuestras calicheras, a cuyo tipo de yacimientos son semejantes los de Minnesota.

rejon 92 propiedades productoras que en 1909 explotaron 28.174,000 toneladas. Desde que se abrieron sus minas hasta el 1.º de enero de 1910 su produccion ha sido de 195.700,000 toneladas, que, mas las 29.125,000 toneladas de Vermilion, suman 224.825,000 toneladas de Minnesota.

Vermilion ha decaido en produccion, pero Mesabi no ha llegado a su máximum.

Las rocas de Vermilion son granitos, pizarras, conglomerados e intrusiones volcánicas; la mayor parte del mineral se presenta probablemente en la edad arcaica; hai extraordinaria complejidad de pliegues, que con las intrusiones volcánicas han producido metamorfismos profundos. Los yacimientos de fierro, son de forma i estension irregular. El mineral se explota en este distrito principalmente por galerías i piques, el mas profundo de los cuales llega a 500 metros. El sistema a rajo abierto no es aplicable debido a la angostura de las vetas i dureza de la roca. El metal se empuenta con frontones, cortadas i chimeneas en cubos de 10 metros por arista; se labran despues chimeneas ausiliares en los centros de los blocks, los cuales así se quiebran lentamente por su propio peso, de modo que llegado el tiempo de estraer el metal está lo bastante quebrado para poder vaciarlo directamente a las tolvas. El block entre cada dos niveles de 30 metros se divide en tres subniveles, comenzando la explotacion por el superior. El mineral estraído se apila en invierno i se carga despues con palas a vapor en carros de 50 toneladas.

Las rocas de Mesabi pertenecen a las séries pre-cambrianas, i se componen principalmente de granitos, esquistos, gneises, pizarras i esquistos ferruginosos. En muchas partes la formacion está cubierta con un manto glacial, de gravas i arenas, que suele tener 30 metros, obligando a emplear sondas para el cateo. El metal se presenta en capas hasta de 100 metros de potencia. Se supone que proviene de la alteracion del mineral *greenalite*, silicato de fierro, por la accion de las aguas superficiales.

Los metales son hemátitas débilmente hidratadas, a menudo blandos e inconsistentes, aunque a veces son de gran dureza. Su estension mayor es horizontal i a veces sus yacimientos afloran, hecho de colosal importancia para la explotacion, que ha podido hacerse a rajo abierto con palas a vapor.

La esploracion se hace con sondas de diamante por contrato que se da a diversas compañías organizadas. Se paga de 3 a 6 dollars por pié segun la dureza. Hai pocos guías jeolójicos para los sondeos i por esto se hacen sistemáticamente formando cuadrados de 30 a 60 metros

de lado con los taladros. Si en los dos o tres primeros taladros de un cuadrado no hai manifestaciones de metal, se suspende la exploracion. Cada 5 piés se muestrean los taladros. La United States Steel Corporation gasta anualmente en Minnesota un millon de dollars en cateos de esta clase. Desde 1901 a 1909 se reconoció así una lonjitud agregada de 229 millas.

La explotacion se hace a cielo abierto i se aplica a los yacimientos de suficiente estension horizontal i a capas vecinas a la superficie sin inclusiones de roca. En las demas condiciones se emplean métodos de trabajo interior. Hai un factor importante en contra del sistema a cielo abierto i es el enorme capital inicial en él empleado, pues el terreno debe, ántes de explotarse, ser desnudado de la capa estéril que lo cubre. Hasta tres años se necesitan así para poner el depósito en el pié mas económico de explotacion, razon que impide aplicar el sistema en las minas pequeñas. La mayor parte del trabajo de desnudar superficialmente el manto metalizado se hace por contrato a razon de 25 a 35 céntimos de dollar por yarda cúbica. Se estima que conviene quitar hasta 2 piés de costra por un pié de metal así cubierto; esto es, conviene sacar 30 metros de costra para bajar un depósito de 15 metros.

Desde que se comenzó el trabajo de Mesabi se ha sacado una costra de 126.531,000 yardas cúbicas. La magnitud de estas operaciones se comprende mejor comparándolas con las del canal de Panamá, donde se trabaja con el mismo sistema. El total de material que habrá que estraer en la construccion del canal se estima en 174.666,595 yardas cúbicas. La division central, en que está el corte de la Culebra, trabaja principalmente por cavado en seco, miéntras que en las divisiones del Atlántico i del Pacífico, las escavaciones se hacen por dragado. Hasta la fecha, el material estraído en todas las secciones llega a 94.969,388 yardas cúbicas. En el distrito de Mesabi la superficie descubierta por todas las compañías llega hasta hoi a 126.531,000 yardas cúbicas; el equivalente en volúmen de 195.700,000 de toneladas de metal es de 97.580,000 yardas cúbicas, que hacen un total arrancado de 224.381,000 yardas cúbicas.

En 1909 la superficie total descubierta en Mesabi fué de 30.000,000 de yardas cúbicas; el equivalente en volúmen de 28.174,100 toneladas de metal fué 14.087,050 yardas cúbicas, que dan un total de 44.087,050 yardas cúbicas. El trabajo total del canal de Panamá fué de 35.142,014 yardas cúbicas. Se deduce, pues, que en Mesabi ya se ha explotado mas material que lo que habrá que explotar en el canal de Panamá; i, ademas, año a año excede en cantidad a Panamá.

Téngase presente que 50% del metal de alta lei de Mesabi tendrá que esplotarse subterráneamente. En algunos casos habrá que hacer piques con fortificacion de concreto.

Hai tambien yacimientos de fierro mezclado con arena, para los cuales se ha instalado un plantel de lavado con capacidad de 5,000 toneladas de metal por dia.

Muchas minas de Mesabi se han dado en arriendo a empresarios para esplotarlas pagando un derecho de 25 c. a 1 dollar por tonelada.

Los yacimientos de Mesabi tienen por ahora a la vista 137.495,000 toneladas de metal esplotable.

Se calcula que la industria minera de Mesabi mantiene una poblacion de 60,000 hombres i toda la industria del fierro de Minnesota sostiene 80,000 hombres.

Los medios de trasporte por ferrocarril i por mar realizan la mayor economía que pueda hacerse.

Los elementos de carga i de embarque son maravillosos.

Un vapor de 8,300 toneladas se carga en jeneral en 6 horas. El vapor «Wolwin» se cargó con 10,245 toneladas de metal en 1 hora 29 minutos (tiempo verdadero de carga). Hai 550 buques para el trasporte de los metales en los Grandes Lagos.



Comparacion entre la chancadura mecánica i a mano

La chancadura a mano es mas económica que la chancadura con chanchos mecánicos cuando la operacion es en escala reducida. Así por ejemplo, con carbon a \$ 100, la tonelada i agua para calderos a \$ 10, el metro cúbico, como ocurre en algunas minas de nuestro Desierto, resulta de mas ventaja el trabajo a mano cuando hai que chancar ménos de 150 toneladas por mes, o sea 6 toneladas diarias.

Un hombre puede chancar de 3 a 10 toneladas de metal por dia, cantidad que varia con la dureza del metal i con el tamaño de la palla principalmente. El operario debe chancar de pié con martillo de largo mango i no sentado para que su rendimiento sea mayor.

En Chuquicamata se paga a \$ 2.50 la tonelada chancada a mano, precio que equivale a \$ 10 diarios. En este precio queda incluido

el trabajo del escojimiento preliminar del metal de entre la broza, con que constituye la saca, trabajo variable que depende de la calidad de esta última.

La chanca a mano produce ménos llampos que una quebrantadora mecánica. Así, por ejemplo, la chanca a mano produce 9 % de llampos i la mecánica produce 20%. Esta proporción varia con la dureza del metal. Hai quebrantadoras mecánicas que producen mas llampos que otras, i entre las de un mismo tipo, se notan diferencias. La chancadora Blake, por ejemplo, produce tanto mas llampos cuanto mas agudo es el ángulo de las dos mandíbulas.

La chanca a mano es mas pareja que la chanca mecánica. La quebrantadora deja pasar los trozos tabulares sin quebrarlos.

Con igualdad de costo debe preferirse, pues, la chanca manual.

F. A. SUNDT.



Petróleo para calderos

La casa Duncan, Fox i Cía. vende petróleo crudo de California para calderos en los puertos de Tocopilla, Antofagasta i Taltal donde mantienen grandes estanques.

El poder calorífico del petróleo se estima en 10,000 calorías i resulta ser en la práctica 50 % a 60 % mas que el del carbon para igual peso.

El petróleo en cuestion procede de la Union Oil Company, de California, vale hoi 6s. 3d. por barril de 42 galones de 231 pulgadas cúbicas cada uno, precio que equivale a 42 s. la tonelada de petróleo de 17° Beaumé (o de 0.9529 de densidad). Este precio es puesto en carros estanques en el desvio del Ferrocarril en el puerto de desembarque, como Antofagasta.

La empresa del Ferrocarril de Antofagasta a Bolivia ya ha celebrado con diversas Compañías Salitreras contratos para el transporte de aceite combustible a las salitreras de Antofagasta.

Las cláusulas de estos contratos referentes a las tarifas dicen así:

«2. La Compañía se compromete a pagar fletes sobre el transporte del aceite iguales a aquellos que rijan en cualquier tiempo para el carbon a granel en la línea principal i en el ramal de la oficina respectivamente, con un recargo de 65 %.

«5. Las cuentas se rendirán semanalmente en moneda corriente chilena convertida al cambio de $14\frac{1}{2}$ peniques cuando el cambio fuere inferior a este tipo, segun el recargo fijado semanalmente por el Supremo Gobierno i se cancelarán en Antofagasta dentro de los dias de la semana subsiguiente, dejándose cualquier error u omision que se notare para la cuenta próxima.

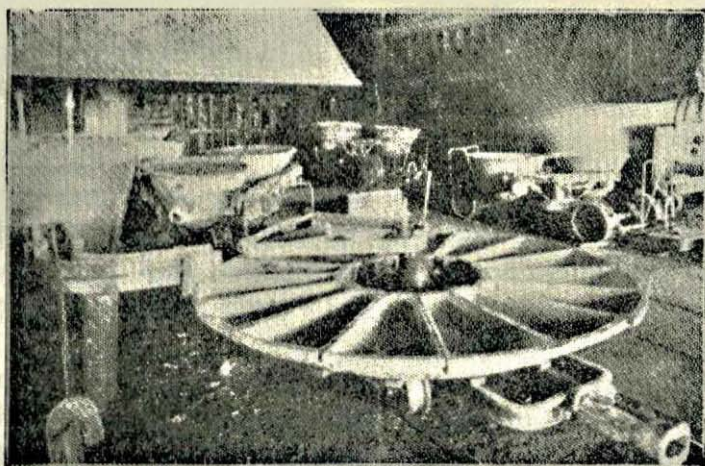
«II. Los cobros por fletes se calcularán sobre peso neto del aceite que puedan conducir los carros estanques i se obtendrá este peso, pesando los carros llenos, deduciéndose la tara i haciéndose un término medio jeneral».



Carro para recibir las sangrías de un horno

Nos referimos al carro de Kilker inventado hace pocos años i que merece ser conocido en Chile.

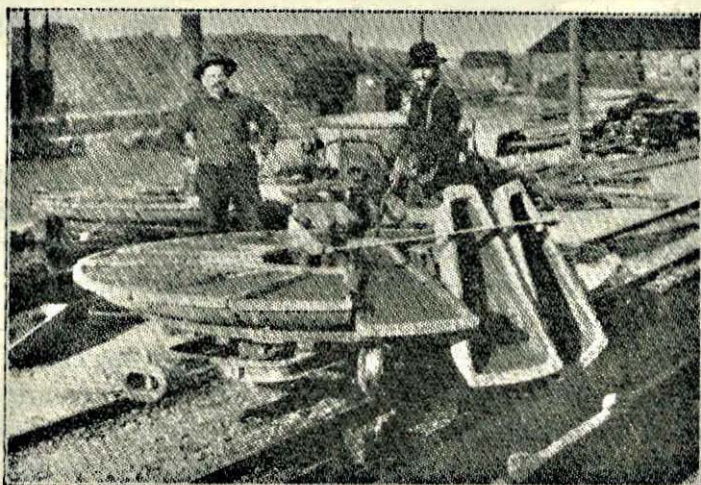
El método ordinario de movilizacion del eje de un horno, para su embarque o refundicion, consiste en recibirlo en carros cónicos o en una série de moldes colocados sobre ruedas o en el suelo, en va-



ciarlo, una vez frio, a la cancha en que se quiebra, ensaca i embarca, o de la que se lleva a los hornos de repaso o de refina.

Este método es poco económico por las siguientes razones:

- 1) La sangría en carros cónicos es intermitente, pues hai que cortarla entre carro i carro.
- 2) El chorro de eje cae sobre el mismo punto del carro, corroyéndolo rápidamente.
- 3) Los conos frios de eje exigen mucho trabajo para quebrarlos.



4) Al quebrar estos conos se pierde mucho eje en polvo i es difícil impedir que tomen una forma esférica difícil de partir.

El carro de Kilker salva esos inconvenientes:

- 1) Se pueden hacer sangrías continuas hasta de 1,500 kgs.
- 2) Las reparaciones son pequeñas porque el chorro fundido no salta sobre los moldes en un punto durante mucho rato.
- 3) Al vaciar los moldes, el eje, que no toma mas de 10 cms. de grueso, se quiebra al enfriarse, reduciéndose el uso del martillo.
- 4) No se producen pérdidas grandes de polvos porque la chanca se reduce i se hace en pequeños martillos.

Las figuras adjuntas bastan para describir el carro.

La operacion de manejarlo es sencilla. En fundiciones pequeñas un carro basta para el servicio. Su peso es de 3 toneladas, su diámetro total, de 3 metros, su altura total de 60 cms. i la que se necesita entre el riel i la piquera es de 65 cms.

Es digno, ademas, de hacer notar sobre este dispositivo lo siguiente:

Este carro no es un experimento i sirve con éxito en muchas fundiciones. La economía que produce es considerable. Reduce notablemente el trabajo de la chanca.

Su costo es, a bordo en San Francisco de California, al rededor de \$ 2,500, moneda chilena corriente.



El riesgo de los capitales en las minas (1)

RIESGO DE VALORIZACION DE LAS MINAS

Dadas las condiciones de riesgos i dificultades constantes que envuelve cada paso de un negocio de minas desde la valorizacion de sus yacimientos hasta su administracion en pleno desarrollo, puede creerse que esta clase de negocios constituye un juego, o, en otras palabras, que son de carácter altamente especulativo, si se atiende al punto en que termina la seguridad i comienzan las conjeturas.

Léjos de negar que la inversion del capital en las minas, comparado con el que se invierte con las buenas garantías del gobierno, es de carácter especulativo, haremos notar con fuerza este hecho. Pero no es ménos conveniente i lójico estudiar cuál es su grado de inseguridad en comparacion con las demas empresas de la industria humana.

Los negocios mineros, desde el punto de vista de la inversion del capital, son de dos clases: de reconocimiento de minas i de explotacion de minas formadas; es decir, de minas con poco o nada de metal a la vista, i de minas con metal en cantidad determinada o cuya existencia puede anunciarse razonadamente. Los grandes azares principalmente se refieren al primer tipo. Aunque toda mina pasa por el período de reconocimiento, la gran industria metalífera se basa en minas abiertas, hecho que debe ser debidamente considerado por los capitalistas legos en minas. El primer tipo de negocio debiera reservarse para los especuladores, nombre con que designamos a los capitalistas que se esponen a perder o ganar mucho.

Esta discusion, sin embargo, se ocupa solo de la aplicacion del capital a las minas conocidas.

Riesgo de valorizacion de las minas.—Dado el caso de estar en posesion de los datos necesarios i de una administracion eficaz de una empresa, los riesgos de valorizarla son en el órden indicado los siguientes:

(1) Capitulo 19 del libro *Principles of Mining* por H. C. Hoover, New York, 1909.

1.º El riesgo de continuidad de la lei de los metales mas allá de donde puede muestrearse el yacimiento.

2.º El riesgo de continuidad del volúmen en los macizos considerados.

3.º El riesgo de un tratamiento metalúrgico comercial.

4.º El riesgo del precio de los metales, escepto el oro.

5.º El riesgo en el cálculo del costo del trabajo.

6.º El riesgo de estension del metal a cerro vírjen.

7.º El riesgo de administracion.

En cuanto a la continuidad de la lei i del volúmen de los macizos considerados, la esperiencia de centenares de injenieros en otras tantas minas prueba que cuando los cálculos se basan en datos seguros sobre el *metal probado*, no existe a este respecto azar. El tratamiento metalúrgico, si se determina por la pasada esperiencia sobre el mismo metal, no encubre peligro, i si se determina experimentalmente, el riesgo desaparece en caso de que los esperimentos sean completos. El riesgo sobre el precio del metal se reduce a la cuestion del grado de seguridad tomado en la cifra para el cálculo i se elimina tomando precios bastante bajos. El riesgo de estension en cerro vírjen no puede evitarse, pero se reduce en proporcion a la estension considerada; si ésta llega a ser nula, el riesgo desaparece. El riesgo de apreciacion de los costos no existe si hai esperiencia del trabajo de la mina i, en caso contrario, puede eliminarse si los cálculos se hacen con suficiente grado de seguridad. El riesgo de fracaso de la administracion desaparece con la eleccion de hombres espertos.

Resulta así, pues, que toda mina tiene un valor fundamental. El metal *probado*, beneficiado en planteles conocidos, en condiciones tambien conocidas de costo i con precio mínimo del metal, tiene un valor tan seguro como el de la moneda en caja. Este valor lo hemos designado por la letra «A». Si el precio (i el interes) cae dentro de esta cantidad, no hai cuestion que la mina tiene ese valor. El riesgo en las minas es simplemente el del precio que podrá obtenerse por los yacimientos desconocidos, o sea el sobreprecio que podria pagarse sobre el calculado i designado por «A». La incógnita de esta parte de la mina se convierte en toneladas de metal, tiempo de produccion, o precios mas altos, factores que pueden medirse por las perspectivas jeológicas e industriales.



Malacates i máquinas de estraccion

Los diversos métodos de estraccion en las minas, comenzando por el mas primitivo, son: Con apir, con torno, con polea, con malacate i con máquina. Los tres primeros se aplican solo a pequeña hondura i para esplotacion reducida. El malacate, aunque tambien de pequeña capacidad, se usa con mucha frecuencia en nuestras minas todavía poco profundas.

Las condiciones desfavorables de la estraccion con malacate, comparado con la máquina, no han sido en muchísimos casos suficientes para reemplazarlo por esta última i el cambio se verifica en jeneral, por la necesidad de aumentar la produccion de la mina. En numerosas minas la sucesion de los métodos de estraccion ántes citados se verifica por completo sin poder pasar por sobre ninguno. Esto ocurre con razon, en las minas pobres de empresarios sin recursos. En minas de mayores recursos, la polea i el malacate pueden omitirse sin dificultad; el apir i el torno tienen su aplicacion dentro de los primeros metros de avance de un pique. La polea es de estendido empleo i conozco un caso de un pique vertical de 120 metros labrado con solo este dispositivo de estraccion.

Las máquinas de vapor, eléctrica, de petróleo i de gas, que constituyen el aparato de estraccion mas perfeccionado, no exigen razones para su empleo. Su comodidad de trabajo ha llegado al extremo de poder extraer en trabajo cotidiano 100 carros por hora, con peso i desde honduras mas frecuentes en la mayoría de las minas metálicas.

El malacate es en cambio un aparato costoso que vale muchas veces tanto como la máquina de estraccion i de esplotacion mas cara, por su lentitud i por su poder de trabajo.

Los malacates americanos de tambor horizontal i con trasmision por engranaje son los mas baratos i de mas sencilla instalacion; pero la pérdida de fuerza que el engranaje produce reduce su capacidad extractora.

Los malacates de tambor vertical son los mas comunes en nuestro país. Su precio es en algunos casos, atendida la situacion de la mina, los fletes, etc., poco distinto del de una pequeña máquina de gasolina i de vapor.

La fábrica de Orchard Hermanos de Antofagasta cobra de 4 a 5 mil pesos por un malacate de madera i fierro con sus accesorios. El

malacate tiene eje cuadrado de fierro de $3\frac{1}{4}$ "; *un tambor* de fierro de 2.70 m. de diámetro con division al medio; *palancas* de fierro para 1 a 4 caballos i de 12 m. de extremo a extremo; *freno* para detener el malacate en cualquier momento; *armazon* de pino oregon de 8×8 " i de 6×6 "; *dos poleas* de fierro fundido de 1.20 m. de diámetro, para la boca del pique, con sus correspondientes descensos de bronce i montadas en un peinecillo de pino oregon de 8×8 "; *dos carros* para pique, de capacidad de 1 m. cúbico; i *un carro* jiratorio para cancha.

De una hondura media de 130 metros verticales un malacate a 2 caballos estrae 70 baldes con contenido neto de 500 kgs. o sea 35 toneladas por dia de 10 horas.

El costo de esta estraccion es el siguiente en una mina de Chuquicamata:

Mantencion de 2 caballos.....	\$ 5.20
Un muchacho arreador.....	3.50
Un vaciador i carrero.....	6.00
Dos llenadores.....	12.00

Total..... \$ 26.70

Costo por tonelada: 75 centavos.

F. A. SUNDT,
Ingeniero de Minas.



Perforadoras a mano

Tomamos los datos siguientes sobre las perforadoras Jackson, movidas por la fuerza del hombre i que fabrica *The Mining Supply Co.*, de Nueva York.

La construccion de esta perforadora realiza dos ideas nuevas: 1) el mejor aprovechamiento de la fuerza humana, i 2) la independencia de la destreza del operador.

Rankine deduce que un hombre desarrolla 480,000 librapies trabajando con el martillo i 1.300,000 dando vueltas un manubrio, números cuya relacion es de 1 a 2, 7, i aunque las condiciones de trabajo con el manubrio de una perforadora son probablemente menos favorables que con una cigüeña o torno que obra sobre una carga estable (que es el caso que considera Rankine), los hechos

muestran que la perforadora con volantes bien equilibrados, es un instrumento de mejor utilizacion de la fuerza humana que el martillo.

Ademas, para manejar el martillo se necesita la esperiencia de un barretero, cosa que no ocurre con la perforadora de mano.

Un hombre *inesperto* obra *dos o tres veces mas lijero i mas fácilmente* con una perforadora que con un martillo.

La perforadora se aplica a toda clase de rocas, de dureza tal como la del granito o como la del yeso.

La regularidad de sus golpes significa una economía de 20 % de acero en los barrenos.

Esta máquina hace en un mes lo que el martillo hace en dos, por lo que se presta para los reconocimientos. Se aplica con ventaja en rejiones donde no hai barreteros prácticos i donde el combustible es caro.

La perforadora puede montarse sobre un trípode o en columnas de cualquier inclinacion.

En rocas duras la perforadora se puede hacer trabajar con la fuerza de dos hombres.

Da $3\frac{1}{4}$ golpes por revolucion o 180 a 250 por minuto, con la velocidad normal. La lonjitud del golpe puede variarse instantáneamente durante el trabajo.

a perforadora con todas sus herramientas vale de \$ 1,000 a \$ 1,500.



Peinecillos

Con este nombre se designan los castilletes, torres o cabrias de los piques. Constituyen un elemento importante del equipo de trabajo de una mina. Con mucha frecuencia en nuestras minas, los peinecillos son mal diseñados, por lo que creemos conveniente traducir el capítulo que sobre esta materia trae el libro *Timbering and Mining* de W. H. Storms, New York, 1909.

En la mayoría de las rejiones mineras se observan muchas diferencias en la variedad i tamaño de los peinecillos, desde el trípode elemental del cateador hasta las grandes construcciones de madera o

de acero (1) que cubren los piques profundos de las grandes minas. A pesar de la gran variación de los peinecillos en magnitud i en tipo, los principios que rijen en su correcta construcción son los mismos.

Ninguna otra parte importante del equipo de una mina ha sido tan desestimado por el ingeniero como el peinecillo, no obstante que los elementos matemáticos que exige su trazado son en extremo sencillos. Difícilmente se encontrará un distrito minero que no presente ejemplos de peinecillos grandes i costosos diseñados con absoluto desprecio de la naturaleza verdadera de las fuerzas que lo solicitan. Los factores sustanciales que deben tomarse en cuenta al proyectar un peinecillo son:

1.º *Resistencia*.—Esta debe asegurarse distribuyendo los materiales de la construcción en las líneas de acción de las fuerzas.

2.º *Estabilidad*.—Se consigue dando a la estructura la forma piramidal, evitando la excentricidad de las fuerzas, dándole una base de superficie necesaria para que la resultante de las fuerzas quede aplicada en su interior.

3.º *Economía de construcción*.—Esta condición se ceñirá a las reglas prescritas para la buena resistencia i estabilidad del peinecillo, según lo que más atrás hemos dicho, puesto que los materiales de construcción distribuidos en las líneas de las fuerzas soportarán su trabajo con el mayor grado de eficiencia.

Los esfuerzos que obran en un peinecillo, aparte de las solicitudes laterales introducidas en un peinecillo vertical en que se usan baldes de vuelco automático, i de las que desarrollan los baldes en el caso de un pique inclinado,—se transmiten por el cable de estracción a las poleas i a sus descansos, i de estos por los diferentes miembros de su estructura a la fundación.

La tensión del cable es igual a ámbos lados de la polea, i la dirección de aquella es la del eje del cable.

El peso que obra sobre los cojinetes de las poleas varía con el ángulo formado por la parte del cable del lado de la máquina de estracción i por la del lado del pique entre las cuales queda la polea. Por ejemplo, si ámbas partes del cable, la del pique i la de la máquina son verticales, los cojinetes de las poleas soportan un peso doble del que levanta la máquina del pique, en tanto que si ese ángulo es de 90º, el peso que obra sobre los descansos será de 1.41 veces el peso extraído por el cable, i si el ángulo es de 120º, el peso sobre los co-

(1) En algunas minas bolivianas, en que la madera i el acero son de alto precio, se construyen peinecillos de piedra. —(Nota del traductor).

jinetes será igual al de la traccion de la carga. En otros términos, el peso que gravita sobre los cojinetes es igual al esfuerzo de traccion del cable (esto es, el peso del balde, carga i cable en un pique vertical, o estos pesos multiplicados por el seno del ángulo del pique con el horizonte, en caso de un pique inclinado), multiplicado por el doble del coseno del ángulo que forman las dos porciones del cable, a ámbos lados de la polea.

La direccion de la presion de la polea, debida a la tension del cable, que sostiene el balde i su peso por un extremo i que por el otro está fijado al tambor de la máquina extractora, es vertical solo a con-

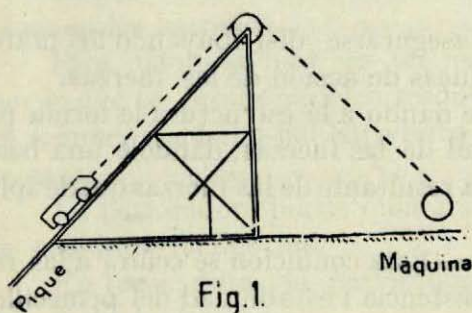


Fig. 1.

dicion de que el ángulo vertical del cable del lado de la máquina sea igual al otro ángulo vertical del cable del lado del pique. Esta condicion se realiza en la figura 1. En todo otro caso la direccion de esa presion no es vertical.

Siempre ocurrirá que la direccion de la presion será la de

la bisectriz del ángulo formado por las dos partes del cable a ámbos lados de la polea.

Es necesaria la comprension de estos hechos fundamentales para poderdiseñar con propiedad un peine-cillo, de cualquier tamaño i peso que tenga.

La figura 2 aclara la esplicacion anterior relativa a la direccion de la presion que orijinan los cables. Se ve, en ámbos casos, que la resultante de las fuerzas tiene la aplicacion i direccion de

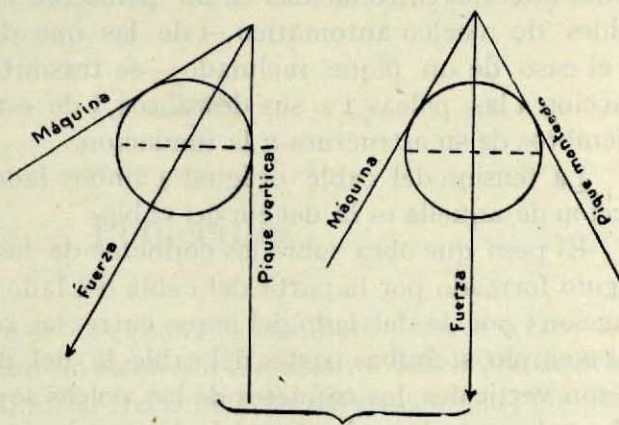


Fig. 2.

la bisectriz, ya sea el pique vertical o manteado. En la figura 1, el pique es manteado. En este caso, si la máquina está del tal modo situada que los ángulos con la vertical de las dos partes del cable sean

iguales, la dirección de la resultante presión es vertical. En consecuencia, es lógico que las piernas del peñecillo del lado de la máquina sean verticales, i que las del lado del pique sostengan el balde i la tolva indicada en la figura. Se consigue así, para un pique mantenido, un peñecillo sencillo i económico, i aunque mas barato i compacto que un peñecillo de la forma usual es tan seguro i estable como si la estructura se inclinara hacia el lado de la máquina. Esta podría acercarse mas al peñecillo sin modificar el proyecto; pero en caso de alejarlo, las piernas vecinas a la máquina tendrán que inclinarse proporcionalmente hasta colocarse en la línea de la resultante de las fuerzas.

En ingeniería hai poco que aprender de los éxitos, pero sí, mucho de los fracasos. Para corregir un error, primero tiene que descubrirse que existe. A objeto de mostrar claramente los errores tan comunes en los tipos ordinarios de peñecillos usados, acompañamos las figuras 3, 4, 5 i 6.

En la número 3, presentamos una forma mui común del peñecillo que se usa en piques de profundidad considerable i con cargas pesadas. Debido a su complicada estructura i a los numerosos tirantes i pernos que emplea, este tipo es jeneralmente pesado. Por supuesto, que para el trazado de este peñecillo se ha admitido que la fuerza

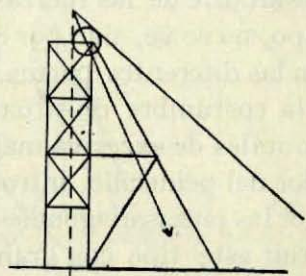


Fig. 3

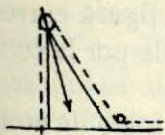


Fig. 4.

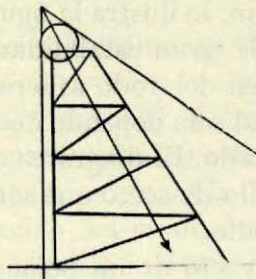


Fig. 5.

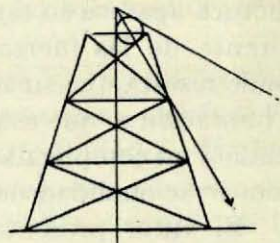


Fig. 6.

solicitante obra verticalmente en la línea vertical del cable en el pique. Esta idea está reforzada por la posición del cable en la torre con tirantes, i por la de la polea.

La verdadera dirección de la fuerza que origina la carga del cable se ve claramente en el diagrama i se nota que cae casi enteramente

afuera de la complicada construccion de la torre de cuatro montantes i que es resistida casi del todo por la parte posterior. Esa torre pudo haberse sustituido por piezas inclinadas sin sacrificar la resistencia ni estabilidad.

En la figura 4 se ve el sencillo trípode ordinario. Se observará que la direccion de la resultante cae dentro de los miembros de la construccion i que esta forma elemental de peinecillo es de trazado mucho mas correcto que el de 4 montantes verticales.

La figura 5 muestra un tipo de peinecillo usado considerablemente en muchas rejiones mineras. Constituye un gran adelanto en estabilidad sobre el peinecillo de 4 piernas verticales, aunque su estructura complicada, costosa e irracional podria evitarse. Si bien la resultante de las fuerzas cae jeneralmente adentro de la base de este tipo, no se ve, sino por escepcion, la buena distribucion de la materia en las diferentes partes del peinecillo, sometidas a diversas tensiones i la costumbre de situar los descansos de las poleas en piezas horizontales de excesiva magnitud, que unen la parte posterior i la anterior del peinecillo, introduce una serie de esfuerzos que se transmiten por las piezas diagonales hasta la fundacion. Este hecho obliga a construir este tipo con gran complicacion de diagonales, cuyo objeto no es solo el de responder a la estabilidad sino que, ademas, es el de transmitir parte de las fuerzas solicitantes a la fundacion, objeto este último para el cual el sistema de diagonales no está colocado.

Un ejemplo conspicuo de la ninguna consideracion que en la construccion de un peinecillo se toma de la naturaleza i la direccion de la fuerzas que lo solicitan, lo ilustra la figura 6. Aunque la estructura aparece en este caso de gran estabilidad, la línea de la resultante de las fuerzas cae casi del todo afuera del peinecillo, de donde resulta que su estabilidad solo depende de su peso muerto i de la fundacion a que está amarrado. El diagrama de la figura corresponde a un complicado peinecillo de acero que sorprende por la completa irracionalidad de su trazado.

El autor presenta un proyecto de un peinecillo típico de acero en las figuras 7 i 8, en que se eliminan los errores a que mas arriba se ha hecho referencia, conformándose en lo posible a las exigencias teóricas i prácticas de estas construccion. Se observará que los cojinetes exteriores de las poleas están situados en el extremo de las principales piezas comprimidas del peinecillo, i los cojinetes anteriores, descansan en una pieza de dimension suficiente para que su deflexion con el peso de la carga sea despreciable. Las dos columnas principales, converjen en lo posible hácia arriba, de donde resulta una

base relativa considerable que trae una gran estabilidad. La posición indicada de los descansos permiten la trasmisión directa de las fuerzas por las piernas principales a la fundación sin excentricidad, pu-

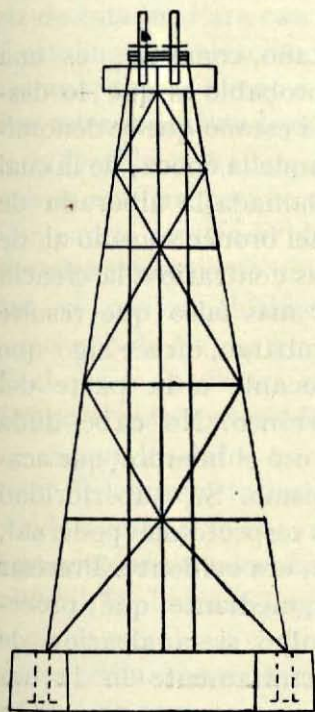


Fig 7

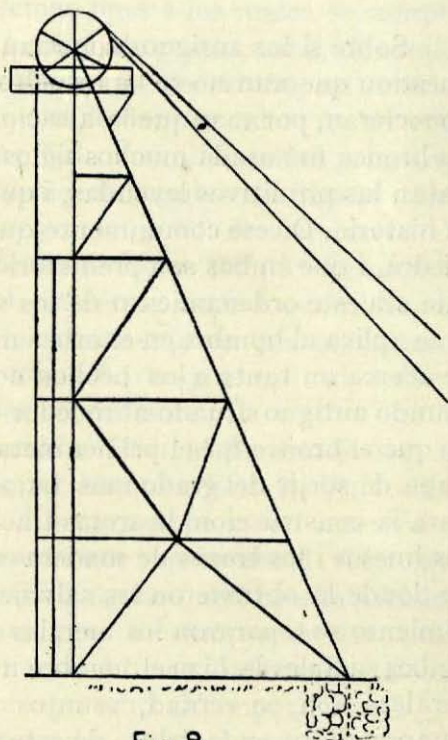


Fig. 8

diéndose obtener así el máximo de eficiencia del material de construcción.

Como la fuerza total obra solamente sobre las piernas comprimidas, el objeto de la parte delantera de la construcción,—del lado del pique,—es simplemente sostener la pesada parte posterior, dando la estabilidad al peinecillo. La unión de estas piezas puede hacerse muy económica porque los diagonales no sufren otras tensiones que las producidas por el vuelco automático de los baldes.

El trazado de la figura 7 representa probablemente la forma mas perfecta de economía en el material de construcción de un gran peinecillo de acero para pique vertical (1).

(1) Tratándose de un pique con guías de cable las piezas verticales deberán tener mayor resistencia para poder sostener el peso de las guías.—(Nota del traductor).



La explotacion de las minas de estaño en las tres Américas

Sobre si los antiguos conocian o no el estaño, como tal, es una cuestion que aun no se ha resuelto. Lo mas probable es que lo desconocieran, por mas que la aleacion de cobre i estaño que se denomina bronce fué usada muchos siglos ántes de aquella época, de la cual datan las primitivas leyendas, i que ha sido llamada la alborada de la historia. Dícese comunmente que el siglo del bronce sucedió al de piedra, i que ámbos son prehistóricos. Por mas contrario a la ciencia que sea este ordenamiento de los siglos, i por mas falso que resulte si se aplica al hombre en el orbe entero, sin embargo, ofrece algo que se acerca un tanto a los hechos conocidos tocante a la parte del mundo antiguo situado al rededor del Mediterráneo. No cabe duda de que el bronce fué el primer metal que aquí usó el hombre, que acababa de surgir del grado mas bajo de salvajismo. Su superioridad para la construccion de armas i herramientas respecto del pedernal, los huesos i los trozos de madera enrudecidos, era evidente. Precisar de dónde la obtuvieron los salvajes europeos, mediante qué procedimiento se separaron los metales del mineral, i si la aleacion de ámbos metales la hizo el hombre u ocurrió fortuitamente en la naturaleza son, en verdad, asuntos mui interesantes, pero no están comprendidos en la órbita de este artículo. Sin embargo, es lo cierto que si el estaño puro hubiera sido el primer metal de que se tuvo conocimiento, el hombre primitivo no le hubiera consagrado mucha atencion, puesto que a no ser por su peso, que lo hubiese hecho adecuado para una maza o para la cabeza de una macana, su falta de fuerza i su blandura son tales que para los usos del hombre hubiera sido inferior al pedernal, el hueso i hasta a la madera endurecida por el fuego.

La notable propiedad que poseen algunos metales, entre los cuales el estaño es el mas conspicuo, esto es, que cuando se mezclan con otro metal el compuesto posee una potencia, dureza, maleabilidad o resonancia superiores a la de cualquiera de los metales que entran en la composicion, es lo que le dió valor a la union del cobre i del estaño que se denomina bronce, cuando éste se usó por vez primera. En un período posterior en la historia del mundo, la propiedad que tiene el estaño de no oxidarse o, mas bien, de resistir hasta un alto grado la accion corruptora del aire, el agua i los ácidos i

álcalis, se aprovechó al emplear el metal como una capa para otros mas duros i fuertes, pero que se afectan con mayor facilidad, como el hierro i el acero, por ejemplo. El estaño es el único metal que aun en la actualidad se aplica a mui pocos usos industriales, empleándose principalmente para hacer ciertos instrumentos farmacéuticos i hojas de estaño. Para casi todos los demas fines a los cuales se adapta el estaño, una aleacion de estaño i cobre, de estaño i zinc, de estaño i plomo, acero, hierro o laton, con una capa de estaño, es mucho mas adecuada, siendo estos usos los que le dan un valor real i mui considerable en las artes e industrias. Así como el hombre primitivo apénas hubiera podido utilizar el estaño, el hombre civilizado tambien podria prescindir de él, a no ser por el hecho de emplearse en una aleacion o como una capa protectora. Como tal es sumamente útil i se usa muchísimo en todo el universo, estando considerado como uno de los cuatro o cinco metales mas valiosos que se conocen. Es el que se encuentra en el menor número de paises, i al mismo tiempo el mas costoso de los metales comunes.

Segun los datos que ha publicado la Oficina de estadística, el valor de las importaciones de estaño que hacen los Estados Unidos asciende a unos \$ 30.000,000 anuales. En 1907 dicho valor ascendió a \$ 43.000,000 anuales. La suma que antecede representa el valor del mineral, las barras i lingotes de estaño i algunos artículos fabricados de dicho metal, así como hoja de lata, pero no comprende las aleaciones ordinarias de estaño, tales como el bronce, peltre, metal de cañon i de campana, ni tampoco incluye muchas importaciones de artículos en los cuales el estaño representa un elemento importante i algunas veces el mas valioso.

En 1909 las cifras fueron las siguientes:

ARTÍCULOS	Cantidad en libras	Valor
Planchas de estaño.....	118.115,771	\$ 3.230,659
Casiterita.	26,661	3,134
Barras, bloques, lingotes, etc...	91.133,413	26.007,216
Hojas de estaño.....	.....	43,612
Artículos de estaño.....	.....	60,251
TOTAL.....	.....	\$ 29.344,872

Las cifras que acaban de citarse exceden, con mucho, a las im-

portaciones de otros metales, con excepcion del hierro i el acero, puesto que el oro i la plata no se consideran verdaderas importaciones. Si fuera posible espresar el valor total del estaño que se ha esportado a los Estados Unidos, incluso el de todos los artículos fabricados i el de las aleaciones segun la proporcion del estaño que contengan, es probable que en 1909 la suma ascendiera a mas de \$ 40.000,000.

Como la cuarta parte del estaño que se esporta se emplea en la fabricacion de planchas de dicho metal, acero laminado bañado con estaño, i la mayor parte del resto se usa en aleaciones de las cuales hai muchas clases que contienen diferentes proporciones de estaño con cobre, zinc, plomo, níquel, plata i antimonio.

El estaño metálico rara vez se encuentra en la naturaleza, i si acaso se encuentra, su explotacion nunca resulta lucrativa. En los minerales auríferos de algunos lugares, i principalmente en Bolivia i Siberia, algunas veces se obtienen granos de metal. Existen algunos compuestos de estaño, óxidos, cloruros i sulfuros, pero en la minería de estaño no hai mas que un mineral de considerable importancia, a saber, el bióxido de estaño o ácido estánico, denominado piedra de lata o casiterita. Dicha piedra es de varios colores, es decir moreno, gris, amarillo, rojo o negro, lo cual se debe, por lo jeneral, a la existencia de peróxido de hierro o manganeso. Cuando el mineral es enteramente puro, es casi incoloro. Es sumamente duro i pesado, a tal extremo que con frecuencia se enciende con yesca. Su gravedad específica es de 6.7, de un peso igual casi al del antimonio i poco menor que el del hierro colado o fundido.

El laboreo de las minas de estaño se asemeja mucho al de las auríferas. El estaño, así como el oro, se encuentra en vetas que se estienden por formaciones de roca mas antiguas o en yacimientos de aluvion que representan los restos de las mismas vetas lavados desde las colinas, despues de la disgregacion de la roca circundante por la accion del aire, el agua, el frio i el calor. A diferencia del oro, el estaño se encuentra en la casiterita compuesta, en tanto que el primero por lo jeneral es mas o ménos puro. Las minas de estaño de Cornwall, de Inglaterra i de Bolivia consisten mayormente en filones, al paso que las de la Península de Málaga, las Islas Holandesas i en otros lugares son de aluvion.

En la siguiente tabla se espresa aproximadamente la produccion mundial de estaño en 1908. Las cantidades se espresan en toneladas de 2,000 libras, i se efectúa la reduccion de mineral en bruto a lingotes de estaño:

	Toneladas
Colonia Inglesa de la Indo-China.....	67,760
Bolivia.....	19,040
Isla de Banca.....	12,880
Australia.....	6,552
Cornwall.....	6,048
Isla de Bileton.....	2,464
Africa Meridional.....	1,904
Total.....	116,648

Ademas, como una docena de paises, incluso China, Italia, Burma, Tasmania, Siberia i Alaska, suministraron pequeñas cantidades.

En 1908 las esportaciones de casiterita de Bolivia ascendieron a 32,932 toneladas métricas de 2,204 libras cada una; en 1909 la produccion llegó a 35,566 toneladas métricas, i en 1907 a unas 28,000. El mineral contiene como un 60 por ciento de estaño metálico.

Desde la mas remota antigüedad hasta fines del siglo XIX, Inglaterra fué casi la única nacion que suministró estaño al mundo. Lo espuesto no incluye el estaño del Siglo de Bronce, porque el estaño, como tal, no era conocido en aquella época. En realidad dicho metal no se distinguió del plomo sino como hasta el siglo IV de la Era Cristiana. Esto sucedió porque los primeros que se ocuparon en trabajar el metal jamas procuraron reducirlo de la casiterita, excepto en combinacion con otro mineral, que por lo regular era el cobre. Por consiguiente, nada se sabia entónces del estaño, i solo se conocia la aleacion de bronce, razon por la cual trascurrieron muchos años de la historia del mundo ántes de que el hombre viese i conciese el estaño puro, por mas que ya hacia varios siglos que la aleacion de dicho metal se conocia i usaba. Aun entónces se confundia el referido metal con el plomo, que vino a ser conocido despues de haberse usado el estaño en el bronce. Pero durante muchos siglos ántes de que el estaño se conciese, como tal, Inglaterra suministraba prácticamente toda la cantidad que se consumia en el mundo. Las Islas Británicas se denominaban las «Islas de Estaño», a pesar de que este último procedia únicamente de una de ellas, es decir, de la parte mas meridional de Cornwall. En el siglo XIX la Península de Málaga, las Islas de Banca i Bileton, en las Indias Orientales i Australia, se convirtieron en importantes competidores en la produc-

cion del referido metal hasta que, poco ántes del fin del siglo, la Península de Málaga, primeramente, i luego la espresada Isla de Banca, sobrepusieron a Cornwall en la produccion. En esta época, mas o ménos, fué cuando las vetas de estaño de Bolivia, que los antiguos españoles explotaron en un grado mayor o menor, empezaron a aumentar su rendimiento hasta un grado tal que contribuyó a que figuraran en primera línea i fuesen consideradas como factores poderosos en el comercio de estaño. En la actualidad Bolivia representa el segundo puesto en cuanto a la produccion, respecto de la Colonia Inglesa de la Indo-China, i de la Península de Málaga, i hai sobrada razon para creer que con el desarrollo de los ferrocarriles i otros medios de comunicacion llegará a ocupar el primer lugar en este concepto.

Ademas de Bolivia el estaño se ha encontrado i explotado, en menor escala, en algunas partes de la América del Norte i del Sur. Hasta donde se ha podido averiguar, los principales yacimientos de dicho mineral de la América del Norte se hallan en Alaska, en el punto mas remoto hácia el occidente, conocido por la Península de Seward, dónde Asia i América quedan mas cerca una de otra. El referido mineral fué descubierto primeramente en este lugar como un elemento constitutivo mui pesado e inconveniente que se acumulaba en las esclusas o canales de las minas. Trascurrieron muchos años ántes de que la sustancia de que se trata fuese reconocida como casiterita, pero tan luego como se tuvo conocimiento de ella se comenzaron las explotaciones para descubrir el estaño, habiéndose obtenido por resultado el descubrimiento de un área considerable de vetas i filones de estaño. Hanse encontrado venas i placeres, pero los que se conocen no son suficientemente estensos para que justifiquen la creencia de que la mencionada Península será un competidor de mucha importancia como productora del espresado metal. Hasta ahora se sabe mui poco de los otros yacimientos para pronosticar con certeza el porvenir de esta industria en Alaska.

El estaño se ha encontrado en la Carolina del Norte i en la del Sur, Dakota del Sur, Wáshington i Texas. En las Colinas Negras las minas se han explotado considerablemente, i hai probabilidades de que la produccion se aumente. Otro tanto puede decirse en cuanto a la perspectiva que se presenta en Texas, donde se han hecho los mayores esfuerzos para desarrollar esta industria, es decir, tanto en las vetas como en las minas de placer. Los yacimientos de estaño del Estado de Wáshington están situados cerca de la ciudad de Spokane. Allá por 1875 el estaño fué reconocido primero en la Apalache,

en la línea entre la Carolina del Norte i del Sur. Primeramente se encontraron placeres de oro, pero despues se descubrieron algunas vetas de estaño. Las que pertenecen a esta rejion son de bastante importancia, pero las de estaño poseen todos los indicios de ser valiosas i bastante estensas. Conste que estas últimas no son de filones, sino venas de una roca ígnea, pegmatita, que se ha solidificado de un estado que orijinalmente era mas o ménos líquido. Los placeres de oro proceden de la rotura de estas venas. El mineral estañífero es un elemento constitutivo variable de la pegmatita, i una gran parte de él no contiene mucho estaño, en tanto que otras partes contienen una proporcion mayor de casiterita, i algunas masas se componen casi por completo de mineral de estaño.

Este mineral se ha encontrado en Méjico i se ha explotado hasta cierto punto. Se sabe que en Colombia hai yacimientos de estaño que es probable que sean mui valiosos. En el Perú no se ha desarrollado mucho esta explotacion, pero una comision que el Gobierno envió en 1907 presentó un informe sumamente favorable acerca de las oportunidades que habia en relacion con el espresado metal en las provincias de Huancane i Chucuito, del departamento de Puno, adyacente a Bolivia.

En varios lugares de la República Arjentina se ha encontrado el mineral de estaño. En Tinogasta hai yacimientos de este mineral que pueden resultar de gran importancia. Dícese que en la provincia La Rioja, al norte de Chilecito, se han descubierto crestones mui ricos. En La Rioja, cerca de la frontera de Catamarca, en el Cerro Mazan i las Minas del Cerro, se está estrayendo el mineral i se han obtenido resultados en extremo satisfactorios, aunque las cantidades que hasta ahora se han extraido han sido relativamente pequeñas. Las principales operaciones se han efectuado en la Sierra de Mazan en la veta de La Descubridora. La casiterita se encuentra en cristales finos, i aunque el mineral no es mui rico, sin embargo, el hecho de que se tritura i clasifica con mucha facilidad, contribuye a que su laboreo prometa dar excelentes resultados.

Pero es necesario reconocer que Bolivia es el pais donde se han descubierto i explotado los grandes yacimientos de estaño, i hasta ahora es el punto del Nuevo Mundo del cual se esportan mayores cantidades de dicho metal.

Antes de la venida de los conquistadores españoles, el Perú i Bolivia en las cercanías del Lago Titicaca, emplearon el estaño en una aleacion con el cobre para hacer el bronce. No se sabe si lo conocian como un metal distinto e independiente, por mas que hai motivos

para creer que efectivamente les era conocido. No cabe duda de que los conquistadores encontraron que el metal blando color de plata puro i sin mezcla no era adecuado para la fabricacion de utensilios o armas, i que apénas podia usarse para hacer adornos porque carecia de buenas cualidades de durabilidad. Pero si sabian que cuando se fundia con el cobre le daba fuerza, dureza i lo hacia refractario al fuego. Tenian conocimiento de las grandes vetas de la rejion del Corocoro i las explotaron. Tanto en el Perú como en Bolivia se ha encontrado una infinidad de artículos de bronce de la antigua civilizacion incaica, pero hasta ahora no se sabe a ciencia cierta el lugar donde estaban situadas las antiguas minas de estaño. El Padre Alonso de Barba, cura de Potosí, en la obra que publicó en 1640, dice que los yacimientos de Carabuco se explotaron durante la época de los Incas. Es un hecho curioso que de las dos razas nativas de la mitad meridional del Territorio de los Incas, es decir, la Quichuas i Aimaras, la primera fué la única que parece haber usado el estaño, puesto que los objetos de bronce solo se han encontrado en los valles de la costa i en otros lugares habitados por la raza Quichua. En el pais de la raza Aymará jamas se han encontrado tales artículos, a pesar de que los yacimientos conocidos actualmente están situados en dicho punto.

Las Cordilleras de los Andes que se estienden desde el Perú, se dividen en dos grandes ramales, entre las cuales yace la gran meseta de Bolivia que tiene mas de 11,000 piés de altura. La Cordillera Real, o sea la oriental, es la mas alta de las dos, i en su mitad septentrional contiene las enormes montañas de Sorata, Illimani, Huayna-Potosí i otras. Los espresados yacimientos están situados en la Sierra Oriental, al sur de estas empinadas montañas.

La mayor parte de las minas de estaño de Bolivia están todavía en terrenos vírjenes, es decir, son nuevas industrias, que existen en cuatro distritos, a saber: La Paz en el norte, Oruro en el centro, Chorolque en el sur, i Potosí en el este. Los distritos de Oruro i Chorolque son los mas importantes. La ciudad de Oruro es el centro de explotacion de minas de estaño, i allí se conducen no solo los productos de las minas del espresado distrito, sino tambien los de Chorolque i otros del norte i del sur. Muchas de las minas de estas cercanías eran orijinalmente de plata i todavía la producen en cantidades considerables. El Socavon de la Virjen, San José, Huanuni, Pabellon Negro, Morococala i Antequera, que en la actualidad son ricas minas de estaño, en la época colonial lo fueron de plata, pues el valor del estaño era tan exiguo que rara vez se estraia. La mina de

San José queda a una distancia como de 2 millas de Oruro, i produce tanta plata como estaño, pero este último reviste mayor importancia. Las de Antequera están situadas cerca de Poopo, en el Ferrocarril de Antofagasta i Oruro. Dícese que la de Huanuni contiene la mayor cantidad de estaño en el Departamento de Oruro. Estas minas están situadas a unas 15 millas de la estacion de Machacamarca del Ferrocarril de Antofagasta. El Cerro de Pozacani, donde están estas minas, se eleva hasta unos 10,000 piés i tiene la forma de un cono obtuso. Está entretejido con innúmeras venas i vetas, algunas de las cuales se esplotan en mayor escala. En 1905 la veta de Cataricagua produjo 1,192 toneladas métricas de mineral. Los filones o vetas tienen desde 2 hasta 8 piés de ancho i contienen desde un 20 hasta un 50 por ciento de casiterita.

Los minerales bolivianos se trituran o muelen i concentran para obtener la casiterita pura, i en esta forma representan una arena que se denomina barilla i que se esporta en cantidades de consideracion. Debe advertirse que una parte bastante grande del óxido mas valioso se pierde al someterse al tratamiento.

Las minas de Pabellon Negro, Morococala i Vilacollo están situadas a unas 10 millas al sur de Huanuni, cerca de Paria. El filon principal de Pabellon Negro tiene como 3 piés de ancho i lo atraviesan varias vetas menores, encontrándose aquí i acullá ricos depósitos de casiterita. La barilla que se obtiene de este mineral es extraordinariamente rica, toda vez que contiene mas de un 70 por ciento de estaño metálico. Por lo jeneral los minerales bolivianos concentrados contienen como un 60 por ciento o un poco ménos de estaño metálico. En la mina Morococala la vena tiene desde 12 hasta 15 piés de espesor i el mineral es de buena calidad. El mineral de la mina Berenguela, situada en la provincia de Cochabamba, es de una calidad escepcionalmente superior. En la época colonial la Berenguela era una mina de plata mui rica. Conste que los dos minerales existen en vetas distintas.

Las minas de estaño de la parte setentrional de Bolivia representan dos grupos, a saber: Huayna-Potosí, i Milluni, al norte de La Paz, i la de la rejion de Inquisivi, en el borde mas oriental de la gran meseta. En el Distrito de Inquisivi están comprendidas las minas de Quimsa Cruces, Arara i Santa Vela Cruz.

La primera área se encuentra en la estremidad sudeste del Lago Titicaca, en las montañas, a unos 13,000 piés sobre el nivel del mar. En la época colonial estas minas eran de plata, pero actualmente en esta localidad dicho metal no es mas que una tradicion, puesto que

la única industria que ahora se lleva a cabo es la del estaño. En este lugar hai muchas propiedades mineras de menor cuantía, pero la producción mayor procede de la Compañía Francesa, que posee la mina «Cármén», de Huayna-Potosí, i la de Milluni.

El Distrito de Tres Cruces de Inquisivi es uno de los campos que mas prometen en Bolivia, por estar situado en el centro de la Cordillera Real que se eleva a mas de 17,000 piés sobre el nivel del mar. Estos lugares están casi equidistantes de La Paz i Oruro, pero la comunicacion con este último es mas fácil. La propiedad de estaño mas importante que hai en el referido distrito, en la falda occidental del Cerro Atarani, es el grupo de minas de Monte Blanco, perteneciente a una Compañía chilena. Las oficinas principales de la espresada razon social están a una elevacion de 14,800 piés, i algunos de los filones que se explotan están 1,500 piés mas arriba, en la falda de la montaña. Entre estas vetas está la de Santa Fe, que se manifiesta en una estension como de 1,000 piés, con un promedio de ancho que varía desde 6 hasta 9 piés. El mineral contiene como un 12 por ciento de casiterita pura, i en los depósitos se encuentra casi puro. En los alrededores de las minas de Monte Blanco están las de Barosso Cota, Santa Rosa, La Florencia, Copacabanco i otras.

La propiedad minera de Santa Vela Cruz se halla situada a unas 20 millas al sur del Monte Blanco, i la mas importante es la que posee la corporacion inglesa denominada «Concordia Tin Company». El terreno no es tan alto como el de Monte Blanco i se están adoptando los mejores métodos de laboreo, razon por la cual se espera que, tan luego como se desarrolle debidamente, su producción llegue a ser mui grande.

En los terrenos conocidos por Sayaquiri, situados al sur de Santa Vela Cruz, se han hecho algunas exploraciones, las cuales se espera que den excelentes resultados. Tambien se encuentra allí la mina denominada Colquiri, que anteriormente producía plata, pero que ahora se explota como un yacimiento de estaño. Hasta aquí las minas de este último mineral, situadas en la parte setentrional de Bolivia, habian sufrido mucho a causa de la falta de medios de transporte, pero este estado de cosas ha mejorado mucho por virtud del reciente desarrollo de ferrocarriles en la República.



Jabas i baldes de estraccion

Los procedimientos de estraccion por piques han experimentado trasformaciones progresivas considerables. Aquí nos referimos solo a los baldes i carros de los piques. El método primitivo fué el de estraccion en baldes que se vaciaban mediante la fuerza de un hombre. Despues imperó el uso de la jaba elevadoras de los carros que trafican en las galerías. Hoi domina el sistema no superado de estraccion en baldes de vuelco automático que cargan hasta 8 toneladas.

Conviene, sin embargo, hacer notar la ventaja del balde sobre la jaba, no bien aceptada en muchas minas. La jaba levanta el carro con saca que corre por las labores con la ventaja aparente de la economía del trabajo de llenar los baldes en las canchas del pique. Este trabajo ha desaparecido en las cánchezas modernas que son tolvas con compuertas de carga, fácilmente manejadas por un operario, en condiciones que hacen pequenísimos el costo de carguío. La jaba presenta sobre el balde el grave inconveniente de que liga el transporte subterráneo en las galerías con la estraccion, ligazon que no permite una estraccion tan rápida, puesto que el transporte subterráneo no es tan regular como la estraccion, i el mayor número de carros en las galerías significa un aumento de operarios, cuyo trabajo se entorpece i un aumento de dimensiones de las canchas i de los desvíos. El paso del carro a la jaba es mas lento que el carguío de la saca a los baldes. Ni las pequeñas minas, que no cuentan con tolvas de carga en las canchas de los piques, deben preferir las jabas, puesto que los carros tendrán que ser cargados a pala en las labores, donde tampoco cuentan con tolvas suficientemente grandes para regular la entrada i la salida de la saca.

La jaba mantiene hoi su utilidad solo para la entrada i salida de los operarios, que es mas segura, cómoda i barata que en los baldes no destinados a este objeto.

F. A. SUNDT,
Ingeniero de Minas.



Valuacion minera i demostracion metalúrgica experimental

Conforme ha ido avanzando el progreso de la minería i su arte asimilado, la metalurjia, se han hecho imprescindibles los servicios del ingeniero técnico, quien ha desarrollado un programa i aconsejado la exactitud.

La educacion científica del jeólogo minero, ingeniero de minas i del químico metalúrgico ha sido encauzada hácia la avaluacion de minas i resultados metalúrgicos probables; dando así al ingeniero valuador los medios de predecir, con certeza razonable, las ganancias probables que puedan esperarse de la empresa que se investigue.

Los dueños de minas no aprecian todavía toda la importancia del trabajo preliminar de un investigador científico i se muestran rehacios para hacer un gasto en una consulta que a muchos les parece dispendiosa e innecesaria.

Los que por años se han dedicado a la industria minera i han hecho de ella su negocio habitual, no necesitan que se les persuada de que el dinero gastado inteligentemente en el exámen de cuerpos minerales e investigacion de las superficies minerales, es al final el gasto mas útil, bien lo saben ellos.

La opinion que sobre una mina pueda tener un labrador, tiene el mismo valor que la que pueda emitir un cardenal. La única que merece ser considerada sériamente, aunque todas las demas le sean adversas, es la de un hombre conocedor que ha dedicado su vida a la industria minera. El que primero ha hecho esto es el ingeniero de minas, sin importar que haya sido o no doctorado en una escuela técnica. Lo esencial es que tenga la esperiencia i el ejercicio que hacen llegar al perfeccionamiento.

La tarea de valuar una mina debe conducirse con paciencia i cuidado, evitando apresuramientos indebidos. No debe tenerse como mira el desempeño del trabajo a poco costo, solo por rendir un informe halagador. Un trabajo de carácter tan importante requiere tiempo i necesita comprobacion para que algo valga. Cuantas veces se ha pedido a un ingeniero de minas que dé informes con datos insuficientes; con cuanta frecuencia se le ha llamado para que rinda conclusiones basándose en datos recojidos por un tercero; cuantas veces se le apura i urje para que rinda su informe, no ménos veces se le

exige que dé un informe preliminar mientras complete su informe, todo por afán de violencia. Esto es hacer injusticia al ingeniero, a la mina, a sus dueños, a todo el mundo.

Los informes de tal naturaleza son generalmente equívocos, no representan hechos reales i son a menudo origen de discordia i pesadumbre.

La opinion de un ingeniero generalmente no es bastante sobre cualquiera condicion que ofrezca posibilidades minerales. Se necesita justamente una investigacion tan importante para desechar una mina como para recomendar su compra. Ademas los exámenes a largos intervalos en las propiedades que están trabajando, no son suficientes; deben emprenderse con frecuencia i regularidad si se esperan obtener los mejores resultados i los métodos mas económicos. Los que se interesan en la adquisicion de la propiedad tienen derecho al beneficio que tales investigaciones proporcionan i es obligacion moral de la administracion el rendimiento de informes tales como el examen arrojé.

Siendo la minería una industria casi del dominio público, justo es que el público exija informes verídicos, como solo los puede suministrar un ingeniero despues de un examen detenido. Muchos fracasos mineros deben su origen a los consejos de jente incompetente. El ingeniero de minas, ya sea teórico, práctico, jamas ha procurado que la industria se estrelle. Digan lo que quieran los mal llamados mineros, espertos i otros muchos que solo hablan de minas en trozos de papel, el ingeniero apto ha conducido la industria hácia la prosperidad i en ese camino la conserva, para lo que contribuye en mucho el trabajo concienzudo del valuador de minas.

En muchos paises la valuacion de minas ha alcanzado un alto grado de exactitud. Si tomamos como ejemplos los mejores trabajos llevados a cabo en muchos lugares de Méjico, Africa del Sur i principalmente en algunos Estados del Occidente de Estados Unidos, como Arizona, Montana, Colorado i Utah, tropezaremos con mui pocos fracasos.

La valuacion de los depósitos de oro, presenta mas dificultades i requiere mayor cuidado. La que mas dificulta la valuacion de las minas de oro, es el peso ligero de metal que se obtiene de determinada cantidad de ganga i en su distribucion irregular en el cuerpo del metal.

La investigacion metalúrgica es ahora aquella division de la industria que mas interesa al profesional i a la que el traficante dedica sus momentos de ocio. Aunque en algun tiempo la charlatanería

disfrutó i aun continúa disfrutando de la confianza del dueño de minas, su prestigio va cediendo a la influencia de la metalurjia.

Sin embargo, ya hemos visto al ingeniero consultor aconsejar i pedir la ayuda de metalúrgicos competentes para ayudarle en sus labores. No obstante, lo que se necesita es mas metalurjia. El minero debe insistir a tiempo en investigaciones metalúrgicas así como en exámenes de la mina. Necesita demostrar metalúrgicamente, por medio de laboratorio u otros métodos, lo que puede obtenerse con el tratamiento del mineral que investiga, a qué grado de perfeccion puede hacerse, i su costo probable. Las investigaciones metalúrgicas son jeneralmente mas lentas que los exámenes de minas, por cuanto que requieren educacion científica, esperiencia práctica i demostraciones esperimentales, ántes de poder emitir opiniones de algun valor.

En donde mas se revela el progreso de la metalurjia para los metales de oro i plata es en Méjico, Africa del Sur i Australia, donde la práctica avanza continuamente por la adopcion de ideas nuevas, mecánicas i químicas, que están mui ligadas entre sí. Durante los últimos años los Estados Unidos han adoptado i absorbido las ideas progresivas emitidas, i prometen derribar a sus rivales en un futuro no remoto.

Conforme el mundo progresa nuevas demandas se presentan. La que en seguida se presentará, será la demanda del comprador al vendedor, para dar mas tiempo a la demostracion metalúrgica.



El Bureau de minas de los Estados Unidos

(Conclusion)

EL TRABAJO DE LA OFICINA DE MINAS AYUDARIA PARA TENER UNA LEJISLACION APROPIADA

Otro objeto de la oficina de minas del Gobierno Nacional seria hacer investigaciones científicas que miren por la prevencion de desastres. Los descubrimientos de los peritos del Gobierno serian impresos i distribuidos a los diversos Estados e interesados mineros.

En la actualidad los Estados productores de carbon tienen leyes enteramente diversas, algunas de las cuales, respecto a los propietarios de minas i mineros son eficaces i otras nó. Los códigos de ciertos

Estados, respecto a los propietarios de minas, son tan estrictos que los propietarios declaran que es casi imposible explotar su carbon a un precio bajo, como pueden hacerlo sus competidores en otros Estados donde las leyes son diferentes. Tambien se dice que estas restricciones severas en algunos casos son necesarias i se han hecho despues del clamor popular que sigue a un accidente, i no tienen relacion con la ciencia de explotacion.

Con las recomendaciones de una oficina nacional de minas se piensa que habria una uniformidad de la lejislacion relacionada con la explotacion de carbon, i resultaria que los propietarios estarian en igualdad de condiciones, pues no se consideraria el Estado en que está ubicada su mina; estas condiciones se tomarian en lo que respecta a la explotacion del carbon.

Esto concluiria con la injusticia que existe hoi dia en los diferentes Estados. Si se encontrase necesario hacer una restriccion severa, que puede aumentar el costo de la explotacion de carbon hasta cierto punto, quedaria la satisfaccion que las mismas condiciones rejirian en los diferentes Estados. Los propietarios de minas i los mineros convienen igualmente que la lejislacion en los diversos Estados, tomada en conjunto, es confusa, i los propietarios de minas, tienen una lejislacion adicional a las lejislaturas del Estado, pues querrian que esta adiccion se hiciera basada en conocimiento científicos, tales como pueda obtenerlos el Gobierno.

Los empleados de minas se reunieron en Wáshington recientemente para discutir los accidentes manifestado en sus diversas lejislaturas i no aceptar ninguna lejislacion minera hasta que los Estados Unidos hayan hecho investigaciones de las causas de los accidentes. Ellos dicen que la lejislacion adicional en la actualidad haria simplemente la situacion mas confusa que ántes.

El trabajo en la lei propuesta seria enteramente instructivo. Este no se entrometeria de ningun modo en los derechos de los diversos Estados sobre su minas de carbon. No hai pretension de código de vijilancia. La censura de las minas queda enteramente a cargo de los Estados. La oficina seria puramente para investigaciones científicas i simplemente haria investigaciones i las recomendaciones que creyera necesarias para los estados. Los propietarios de minas han convenido todos en sostener estas recomendaciones i ayudar para asegurar que formen parte las leyes del Estado.

TRABAJO HECHO YA POR EL GOBIERNO FEDEERAL

Las primeras investigaciones federales sobre recursos minerales acontecieron en la primera parte del último siglo, cuando Lewis i Clark fueron instruidos para prestar especial atencion a la jeología i recursos minerales durante su trabajo de exploracion. Las exploraciones i mensuras que se continuaron durante la primera mitad del siglo diez i nueve, fueron mas bien un deber del Gobierno Federal para dar a conocer al público las rejiones inesploradas del Oeste que constituian la mitad del continente. Estas exploraciones fueron particularmente impulsadas con actividad despues que el descubrimiento de oro hubo llamado la atencion pública sobre la riqueza mineral de la rejion Trans-Mississippi. Miétras que los resultados de estas diversas mensuras fueron de valor inestimable para el desarrollo de los intereses mineros de las rejiones que ellas abarcaban, aunque carecieron de coordinacion i de un plan comprensivo que abarcara los campos por entero. Mas aun, aunque no se habia reconocido como del Gobierno Federal investigar los recursos del dominio de la nacion entera i no simplemente de las tierras públicas.

En 1866 se hizo un esfuerzo mas directo para ayudar las industrias mineras por un decreto que autorizaba a la Secretaría del Tesoro, para «colectar informaciones estadísticas seguras concernientes a las minas de oro i plata de los Estados i Territorios del Oeste». Aunque esta investigacion recibió una ayuda financiera mui inadecuada, los resultados obtenidos por el Dr. R. W. Raymond fueron del mas alto valor para los intereses mineros.

INVESTIGACIONES HECHAS POR LA OFICINA DE MENSURA JEOLÓJICA
DE LOS ESTADOS UNIDOS

Cuando la Oficina de Mensura Jeológica fué autorizada en 1879 por el Congreso, todas las otras oficinas de mensura de un carácter parecido fueron abolidas i tambien fué abolida la oficina de encargados de la estadística minera, dependiendo del departamento del Tesoro. La lei orgánica provee que el Director de la oficina de Mensura Jeológica, «tenga la direccion de la oficina i haga la clasificacion de tierras públicas i exámen de la estructura jeológica, recursos minerales i productos del dominio nacional». Debe notarse que esta autorizacion, junto con proveer la investigacion jeológica, autoriza tambien directamente el estudio de recursos minerales i los produc-

tos del dominio nacional. Parecía por consiguiente que el Congreso creyó proveer para todas las fases del trabajo que propiamente pertenecía a una oficina de minas. De cualquier modo el primer director, Clarence King, consideró la lei como una justificacion para hacer investigaciones de carácter no solamente jeológico, incluyendo exámenes de yacimientos minerales, sino tambien el estudio de métodos de explotacion i metalúrgicos. Este hecho se demuestra claramente en el sumario de su primer informe, donde él provee para las publicaciones siguientes, basadas en investigaciones inauguradas por él.

Jeología e Industria minera de Leadville, Colo.

Jeología del distrito minero de Eureka.

Las Rocas de Cobre de Lago Superior.

Historia de la mina Comstock.

Las vetas de Comstock.

Aplicaciones mecánicas usadas en la explotacion i molienda, en las vetas de Comstock.

Carbon de los Estados Unidos.

Fierro de los Estados Unidos.

Los metales preciosos.

Metales raros i reservas jenerales de Minerales.

La Meseta de Winkatet.

Lago Bonneville.

Dinocerata.

De estas 13 publicaciones, se notará que 10 fueron dedicadas a los objetos de aplicacion jeológica i tecnológica, i es evidente, por consiguiente, que King consideró que la oficina de Mensura Jeológica de los Estados Unidos tenia el deber de servir a la industria minera del país. Desgraciadamente el vasto plan de investigacion que trazó King no pudo proseguirse a causa de lo inadecuado de los fondos destinados al trabajo. Parece que el sucesor de King, Mayor Powell, en este informe estableció como su política el plan de llevar a cabo el trabajo jeológico fundamental que sabia era completamente esencial como un preliminar para la resolucion de los problemas relacionados con la jeología económica. Pon consiguiente, el éxito del mayor Powell, como administrador de trabajo científico, fué debido al hecho de que él trazó los planes con vastas líneas científicas. El tambien organizó una division de estadísticas i tecnología, pero desgraciadamente este trabajo recibió otra vez tan pequeña ayuda financiera que no pudo proseguirse gran parte de la investigacion orijinal.

En 1894, cuando el señor Walcott tomó la direccion de la oficina de Mensura Jeológica, se convenció inmediatamente de que habia

llegado el tiempo en que se debía prestar mayor atención a las necesidades inmediatas de los intereses mineros. Por consiguiente, sus planes comprendían la investigación de casi todas las fases de las reservas minerales del país, aunque al mismo tiempo él no abrevió el estudio del gran problema geológico. Probablemente el rasgo más importante de la administración del señor Walcott, bajo el punto de la minería, fué la mejora de los métodos de coleccionar datos estadísticos, i por su indicación, este trabajo se extendió a incluir el de los metales preciosos. El señor Walcott, volvió al plan original de Clarence King de colocar la vigilancia de la colección de estadísticas minerales en manos de geólogos peritos económicos, porque les consideraba como los únicos hombres que podían coleccionar las reservas dignas de consideración. En resumen el trabajo estadístico de la oficina de Mensura está en su gran plan, i frecuentemente se le menciona como un ejemplo que debe imitarse tanto en el país como en el extranjero. Bajo la dirección del señor Walcott, también se inauguraron investigaciones tecnológicas, pero éstas se limitaron por los presupuestos a campos determinados.

Con Powell i Walcott el desarrollo de los mapas topográficos de distritos mineros se impulsó activamente. Esta faz del trabajo de la oficina de Mensura, como la investigación de problemas geológicos, es de fundamental importancia para todo trabajo económico.

Para resumir brevemente los ítem en el trabajo de la oficina de Mensura Geológica que se relacionan directamente con la industria minera:

1.º Noticias anuales que muestran la producción mineral de los diversos distritos mineros i de los diferentes productos minerales, i también las que sumarían los desarrollos mineros en todo el país. Estas noticias tienen la más directa relación con la minería, pero éstas pueden solamente ser preparadas a causa de las extensas investigaciones que las han precedido durante la existencia de la oficina de Mensura.

2.º Tratados monográficos de distritos mineros particulares o clases particulares de depósitos minerales.

3.º Mapas geológicos, que deben formar la base del estudio de la distribución de productos minerales. Se ha abarcado ya en estos mapas una área de 138,536 millas cuadradas.

4.º Noticias de reservas de agua, muchas de las cuales pertenecen a las que pueden aprovecharse para la minería.

5.º Mapas topográficos, base para el uso de capataces de minas,

ingenieros de minas i cateadores, como tambien para el uso en el estudio de jeología.

6.º Estudios tecnológicos de productos minerales. Esto ha sido limitado prácticamente a la investigacion de la utilizacion de combustibles minerales i de materiales de construccion.

Las investigaciones de la oficina de Mensura relativas a la minería se han aproximado a una consideracion científica, política que se cree de acuerdo con el espíritu de los decretos congresales que establecen esta rama del servicio público. La importancia presente de la jeología económica i aplicada, es en gran parte el resultado de la actividad de la oficina de Mensuras i ha ganado el reconocimiento de todo el mundo el valor práctico de sus contribuciones. En la organizacion actual de la oficina de Mensura están dedicadas exclusivamente a la industria minera, dos divisiones de la rama jeológica i una de la rama tecnológica, mientras que una gran parte del trabajo de la rama topográfica i de las divisiones de jeología i paleontología i de investigaciones químicas i físicas en la rama jeológica, contribuyen directamente a ayudar la industria minera del pais, no solo mencionando el indirecto sino importante servicio que presta la rama de reservas de agua i la division de materiales estructurales de la rama tecnológica. Es importante notar que las divisiones de minería i reservas minerales i que las reservas minerales de Alaska, están en la actualidad puestas en contacto con la industria minera. Por su trabajo, la oficina de mensura dispone de una lista completa de las minas de los Estados Unidos i tambien de casi todas las minas de Alaska, de las cuales la oficina recibe informaciones de su produccion anual. Sobre esta base, al fin de cada año se preparan i publican sumarios del estado en que se encuentra la industria minera. La importancia de este trabajo estadístico lo ha demostrado claramente el doctor R. W. Raymond, jefe de las estadísticas minerales i ademas una autoridad eminente entre los ingenieros de minas.

Las ramas de jeología i reservas de agua han hecho durante varios años una investigacion en comun sobre problemas de gasto que ántes jamas se habian considerado sobre una base científica. El trabajo tecnológico relativo a combustibles minerales, ha sido autorizado por presupuestos, aunque este trabajo, tomado bajo el Directorio Walcott, difiere poco en sustancia de las investigaciones planteadas por el director King, pero necesariamente han sido abandonadas durante mucho tiempo por falta de presupuestos destinados a este objeto.

Puede afirmarse que la autoridad orgánica concedida al director para examinar la estructura jeológica, reservas minerales i productos del dominio nacional, es suficiente para dar desarrollo a los trabajos sobre minas, pero en vista de la presente demanda que pide el desarrollo de tales trabajos mineros, parece admisible pedir la autorizacion del Congreso para efectuar tales investigaciones. Sin embargo, ántes de considerar los mejores medios de proveer para el nuevo trabajo en ayuda de la industria minera, es necesario mencionar las líneas sobre las cuales se solicita el trabajo Federal.

Esto es especialmente importante, desde que no parece haber una opinion única sobre la cual seria exactamente el objeto de una nueva oficina o qué relaciones tendria con la organizacion existente. En efecto, algunos de los que han dedicado gran atencion a los intereses mineros han sido ajenos al trabajo de la oficina de Mensura Jeológica i no han comprendido cuan completamente están relacionadas sus actividades con los campos mineros. Entre las clases de trabajo minero, por el cual ha habido primero i durante muchos años un pedido firme i creciente, ha sido el estudio de los minerales i sus depósitos.

El trabajo de la oficina de Mensura Jeológica en lo que se relaciona con los cateadores e ingenieros de minas, ha sido apreciado en todas comunidades mineras. Basta solo citar dos de los casos de reconocimiento oficial del valor del trabajo de la oficina de Mensura que se relacionan con lo dicho. La legislatura de Pennsylvania, el Estado que comprendió primero el valor de sus productos minerales las proveyó para cooperacion en trabajo jeológico con la oficina de Mensura Federal, facilitar dinero a la Mensura para la investigacion i levantamiento de planos de sus recursos minerales. La asamblea jeneral del Estado de Colorado, ha espresado dos veces a lo ménos su aprecio por la oficina de Mensura Jeológica. En 1879, en un memorial presentado al Congreso por el Senador Walcott, esta asamblea pidió al Congreso que hiciera jenerosa provision para esa rama de la Mensura Jeológica de los Estados Unidos, que está destinada directamente al exámen de los distritos metalíferos de los Estados i Territorios i exitaba la pronta publicacion de los resultados.

Hace diez años, las estadísticas de produccion mineral colectadas por la oficina de Mensura Jeológica fueron consideradas como incompletas, porque no estaban incluidas las de oro i plata, i se pidió se incluyeran estos datos en la memoria anual de las reservas minerales del pais. Actualmente ha sido autorizada la coleccion de éstas por el Congreso.

La política de la oficina de Mensuras de que la industria minera del país es estimulada i guiada por la distribución de parte del Gobierno de informaciones técnicas i estadísticas, se ha recomendado por sí misma ante el público minero, i se ha dicho muy bien que la distribución de estos conocimientos es la actividad gubernativa que probablemente acarrea el mayor beneficio jeneral. Muchas autoridades han manifestado la necesidad de dar este trabajo estadístico a jeólogos que no solamente puedan clasificar propiamente cada producción anual sino que puedan estimar la cantidad de la reserva de la nación en sus riquezas minerales.

ES NECESARIO QUE EL TRABAJO ESTÉ RELACIONADO CON LA
EXPLOTACION DE MINAS I LA METALURJIA

Hai aun otro campo en el cual la exigencia se funda en necesidades reales, i ésta incluye las investigaciones en los métodos de explotación i metalúrgicos, especialmente los que se refieren a la prevención de accidentes i a la mejor utilización de productos minerales. Las investigaciones hechas ya por la oficina de Mensura Jeológica muestran que este trabajo está bien dentro de la providencia del Gobierno Federal.

Muchos admiradores de un departamento u oficina de minas mencionan la necesidad de una inspección federal de minas. La inspección de minas, escepto en los territorios i en el distrito de Alaska, pertenece esencialmente á los códigos de policía i autoridades del Estado, así que a falta de leyes federales que regulen las operaciones de minas no hai lugar para un sistema de inspección de minas, código i vijilancia, escepto dentro de los Territorios donde la vijilancia se hace por los inspectores, quienes informan a la oficina de Mensura Jeológica. Sin embargo, la publicación de los resultados de las investigaciones hechas sobre los métodos de explotación, i la naturaleza de las explosiones en su relación con gas i polvo de carbon en minas carboníferas, el carácter de los explosivos i otros factores que afectan la seguridad de los mineros i de la propiedad minera, constituye un deber que el Gobierno Federal puede i debe asumirlo por medio de una oficina científica.

Las investigaciones sobre las condiciones del trabajo en la industria minera i de la capitalización de corporaciones mineras son funciones delegadas a oficinas mineras en algunos países estranjeros, pero estas son cuestiones que en Estados Unidos pertenecen enteramente a las oficinas del Ministerio de Comercio i Trabajo.

El deseo expresado para hacer ensayos i análisis i para el examen de propiedades mineras privadas es complementario al carácter del trabajo hecho por las diversas oficinas científicas del Gobierno Federal; pero en mi opinion, esta demanda es para trabajo privado i no para trabajo público, i puede efectuarse mas propiamente por el ensayador privado e ingeniero de minas, como tambien por las oficinas de minas del Estado i escuelas Mineras, dejando para ser investigados por el Gobierno Federal, solamente los problemas federales que son basales en su carácter e importancia para la industria mineral entera. Las investigaciones hechas ya por la oficina de Mensura Jeológica son de esta naturaleza.

Para resumir: De estas funciones mencionadas por los admiradores de la estension de la actividad federal, dos, a saber: el estudio de depósitos minerales i la coleccion de estadísticas de produccion, han sido hechos por la oficina de Mensura Jeológica desde que su organizacion i la estension de tal trabajo ha sido limitada solamente por la cantidad de dinero público presupuestado; otros dos están ahora definitivamente proveidos en la organizacion de la oficina de Mensura, a saber: la investigacion en tecnología minera i la de inspeccion federal de minas en los Territorios, siendo el objeto del trabajo tecnológico, tan grande como lo autorizan los términos de la apropiacion, i los dos restantes, o sean, la investigacion de trabajo i condiciones de las corporaciones pertenecen a otro Ministerio; mientras que el trabajo de ensayos i exámenes de propiedades mineras privadas es mas propiamente el privilegio de hombres que ejercen su profesion o de una oficina de Estado i no una ocupacion de la oficina federal.

Para llenar las necesidades actuales de la industria el tiempo es muy oportuno para que se decrete una lejislacion bien estudiada ya, lejislacion que se debe proveer de modo que se preste para aumentar el trabajo minero del Gobierno Federal sin que sea necesario duplicar la ya autorizada. Algunos proyectos presentados para una oficina de minas, se han coleccionado tomando mucho o casi todo el trabajo de la oficina de la Mensura Jeológica; otros indican que el trabajo de la oficina de minas debe solo concretarse a los problemas tecnológicos i al trabajo estadístico.

Parece que solo hai una sola línea verdadera de separacion entre estos objetos, i esta queda entre la tecnología pura i aquellas materias referentes a la distribucion, oríjen i produccion de depósitos minerales. Aquellos que pretenden que pase a otra organizacion del trabajo estadístico de la oficina de Mensura comprenden poco del

verdadero carácter de estas investigaciones. Como se prosigue ahora este trabajo, abarca no solamente el modo de arreglar en tablas la informacion estadística, sino tambien la discusion de la fuente de los materiales mismos. Es verdad que ningun otro Gobierno del mundo toma sus estadísticas de este modo, pero el trabajo de la oficina de Mensura Jeológica ha sido citado a menudo, especialmente en los últimos años, como el método lógico de llevar el trabajo de estadísticas mineras para conocer las necesidades reales de la industria minera.

En el caso de Alemania, reconocida universalmente como la primera nacion en la aplicacion de la ciencia a la industria, el sistema de formar estadísticas mineras se está practicando de modo mui semejante al de la Mensura Jeológica de los Estados Unidos.

La cuestion total se reduce a que se haga una provision adecuada para el trabajo conducido actualmente por la rama tecnológica de la oficina de Mensura Jeológica i su estension. Estas investigaciones han probado bien su valor i su objeto i pueden desarrollarse sobre líneas tecnológicas sin que haya duplicacion, o sin prescindir del otro trabajo de la oficina de Mensura.

Habiendo dado su comision la cuidadosa consideracion de la lei, recomienda que se haga aprobar.



Boletín de precios de minerales, productos metalúrgicos, salitre, combustibles, fletes i tipo de cambio internacional durante el mes de julio de 1911.

COTIZACIONES EN LONDRES			
COBRE - PLATA - SALITRE			
FECHAS	COBRE EN BARRA	PLATA EN BARRA	SALITRE
	a 3 meses	a 2 meses	
	La ton. inglesa	Peniques p/. onza troy	Chelines por qq. español
Julio 6.....	£ 57.3.9	24.3/8	8.11.1/2
» 13.....	57.12.6	24.7/16	9.1
» 20.....	57.3.9	24.5/16	9.1
» 27.....	56.17.6	23.15/16	9.2
Término medio del mes.....	57.4.4	24.1/4	9.1.1/4

COTIZACIONES EN VALPARAISO

COBRE

FECHAS		Cotizacion europea	Cambio	PRECIO DE LOS 100 KS. LIBRE A BORDO			FLETES POR VAPOR	
				Barra	Ejes 50%	Minerales 10%	A Liverpool o Havre, sh. p./t/.	A New York dollars p/ ton.
Julio	14.....	£ 57 7.6	10.21/32	\$ 116.80	49.68	6.19	35	\$ 8.75
»	28.....	56.17.6	10.9/16	116.75	49 57	6.18.3/4	35	8.75
Término medio del mes....		.....	10.5/8	116.77.1/2	49.62.1/2	6.18.7/8	.....	.....

PLATA-SALITRE-CARBON

FECHAS		PLATA	SALITRE		CARBON		
		Kgm. fino libre a bordo m/c.	95% al costado del buque, sh. por qq. español	Flete por buque de vela sh. por 'ton.	Cardiff Steam	Hartley Steam	Australia
Julio	14.....	\$ 76.15	7.6.1/2	21	35 a 37	29 a 31.6	28.6 a 30
»	28.....	75.20	7.8	20.3	35 a 37	28 a 31.6	28 6 a 30
Término medio del mes.....		75.67.1/2	7.7.3/4	20.6	.....	.....	.....

El desarrollo de la hidrometría en Suiza

(*Conclusion*)

La rueda dentada provista de 100 dientes lleva 4 pernos jiratorios de forma cilíndrica; una mitad de cada cilindro es de materia buena conductora, la otra mitad de sustancia aisladora, de modo que cuando los pernos tocan el resorte de contacto, según su posición, dan o no una señal. Depende, pues, del operador el hacer sucederse las señales con intervalos de 25, 50 o 100 vueltas. Esta disposición de los 4 pernos tiene diversas ventajas. Por una parte las ordenadas que presentan pequeñas velocidades pueden ser exploradas mucho más rápidamente con señales cada 25 giros que con esperar la vuelta completa de la ruedecita dentada del contador. Por otra parte, con el mismo molinete i sin necesidad de recurrir a dos clases de aletas de diferentes inclinaciones, se podrán determinar todas las velocidades de modo que el intervalo entre dos señales consecutivas no resulte ni demasiado breve ni demasiado largo.

Además del mecanismo que acabamos de describir se halla un resorte vertical que batiendo con un saliente que tiene el árbol, permite observar también las diversas vueltas del molinete. Para pequeñas velocidades no se necesita otra cosa, pero en cambio, para las corrientes rápidas es menester un contador eléctrico. La casa Ott de Kempten los fabrica de dimensiones bastante reducidas. Para los que lo deseen, este contador está provisto también de un reloj que hace cesar automáticamente el movimiento de aquél al cabo de 100, o 200 vueltas, dando al mismo tiempo una señal de campanilla.

Hasta ahora el molinete de referencia ha sido empleado casi exclusivamente para determinar el poder de las grandes instalaciones de turbinas, como por ejemplo en las obras de transporte de energía eléctrica a Rheinfelden; en la oficina hidro eléctrica de Beznau cerca de Döttingen i en la de Chévres, aguas abajo de Jinebra. Semejante aforo debe ejecutarse por lo jeneral dentro de un espacio a menudo muy reducido; en estos casos es necesaria una instalación especial para el buen manejo del aparato, como se indica en la lámina 57, fig. 1 i en la lámina 57.^a Solo que la entrada del agua en las cámaras de las turbinas no se verifica de una manera normal, como puede comprobarse muy bien en la instalación de Rheinfelden;

debe pasar la rejilla i los espacios comprendidos entre las puertas jiratorias; por último, la compuerta de clausura, en el alto Rhin se encuentra en su mayor parte debajo del agua.

Todas estas circunstancias ocasionaron remolinos i en partes tambien continuos movimientos antagónicos del agua (véase *lámina* 80.^a). Es natural que en los aforos estas corrientes negativas deben ser tomadas en consideracion, lo que resulta imposible sin el empleo de un mecanismo para el objeto ideado por el autor, que funciona sin interrupcion: este aparato se ensayó repetidas veces i siempre dió espléndidos resultados. Las figs. 3, 5^a b i 6 de la *lámina* 48 suministran las esplicaciones del caso acerca de la construccion de este mecanismo indicador del movimiento hácia atras. Miéntras que el molinete jira normalmente, es decir, hácia adelante, la parte aislada del pequeño disco libremente suspendido encima del árbol del molinete descansa sobre el anillo que rodea el árbol. El disco no puede jirar completamente sobresu eje porque una pequeña clavija puesta en su parte izquierda viene a tocar la horquilla de suspension. Así queda impedido el paso de la corriente eléctrica en la canalizacion que comunica con este mecanismo. Pero, apenas el molinete se pone a jirar en sentido contrario, el disco se mueve en el sentido opuesto tambien al índice de un reloj, precisamente a causa de la friccion (mínima, por otra parte) ocasionada por su propio peso. Entónces el borde no aislado entra inmediatamente en contacto con el anillo del árbol, cerrando así el circuito i produciendo una señal acústica u óptica, pero que dura solamente hasta que el molinete jira de una manera continua en sentido inverso.

Cuando el molinete oscila hácia adelante i atras, lo que sucede a menudo durante las mediciones en los canales de aduccion de las turbinas, la señal acústica se produce o nó, o bien, la señal óptica aparece o desaparece, segun la direccion del movimiento de la rueda del molinete. El número de vueltas se determina de la misma manera que para el movimiento hácia adelante, según las velocidades por medir, o por medio de un contacto para cada vuelta o bien sirviéndose de los contactos producidos por los pernos de la rueda dentada. Evidentemente que para determinar con certeza las velocidades negativas es natural que el instrumento esté reglado convenientemente para el objeto; pero, por lo jeneral, es suficiente hacerlo para pequeñas velocidades no mayores de un metro por segundo.

El sosten de acero (tubo Mannesman) formado por dos piezas que miden en conjunto $5,0 + 3,5 = 8,5$ m. tiene una seccion oviforme, que se demostró sumamente resistente, i posee ademas la ventaja

de que dicho sosten puede soportar mui bien no solo el choque de la corriente sino tambien las presiones laterales.

La estremidad inferior del sosten, o mejor dicho, el molinete, está dotado de un contacto eléctrico destinado a anunciar la llegada al fondo, indispensable en los difíciles aforos donde hai que vencer grandes profundidades i rápidas velocidades, porque cuando falta este anunciador resulta con frecuencia mui difícil de apreciar si el molinete toca realmente el fondo o si se encuentra mas o ménos por encima de él.

El molinete está provisto ademas de una rueda robusta (privilejio Ott) i las aletas están reforzadas en su parte posterior con costillas, como si fueran de pescado, i forman una sola pieza con la maza de la rueda en la cual están embutidas; por consiguiente, si el instrumento se maneja con cuidado es casi imposible que sobrevengan rupturas o doblamientos de las aletas. La capucha recubre el cojinete de bolitas, preservándolo lo mejor posible de la entrada de arenas o sustancias parecidas.

Però, no obstante todas las precauciones, muchas veces no se puede impedir completamente que se introduzca lodo o arena en el juego de bolillas. Si un molinete provisto de cojinete de esferitas se emplea en aguas turbias, sobre todo durante el verano en torrentes producidos por ventisqueros, cada cierto tiempo (con frecuencia despues de dos o tres inmersiones) se debe enjuagar el cojinete con agua clara i bajo presion, si es posible. Para aforos de aguas glaciales durante el deshielo es preferible un molinete abierto i no uno cerrado. En vista de todo lo que acabamos de esponer para el tercer tipo nuevo de molinete sirvió de modelo el de Ott, provisto de anillo de proteccion. El primer ejemplar del nuevo molinete N.º 779, representado en la figura 3 de la *lámina* 50 i en las figs. 2 i 3 de la *lámina* 55 (véase tambien *lámina* 56, segundo molinete de la derecha, aparato n.º 779) tiene una altura total de 116 mm.; de modo que se pudo dar a la rueda, provista de 3 aletas con costillas de refuerzo, un diámetro de 90 mm. Los dos soportes en punta del eje del molinete están arreglados de tal forma que los granitos de arena resbalan de lado sin poder entrar. Como en el molinete recién descrito la rueda, de un cierto tamaño i con 100 dientes, tiene cuatro pernos de contacto movibles i aislados por mitad, resulta que este modelo puede emplearse indistintamente para grandes i pequeñas velocidades. El mecanismo de contacto está protegido por una tapa de laton en forma de cuño. La longitud del sosten, de seccion lenticular, es de 6,0 m. i se compone de dos pedazos, de los cuales el inferior, que es el

mas usado, es de 4 m. Al instrumento se unió una armadura con dos argollas laterales, destinada a aplicarse al sosten a algunos decímetros por encima del molinete. Pero esta armadura no entra en funciones sino en caso de fuertes velocidades i de profundidades considerables; entónces se fija a la armadura uno o dos cables metálicos, segun las necesidades del caso, en direccion oblicua; se subsana con esto el encorvamiento del poste de sosten.

Todos los molinetes Ott usados en la O. H. F. están especialmente dotados de un soporte; solo por medio de él es posible operar racional i cómodamente con el molinete; un reómetro que careciera de él seria como un cuchillo sin empuñadura.

Muchos de estos soportes, construidos segun dibujos del autor, están representados en las láminas 49 (fig. 1), 50 (figs. 2 i 3) i 52 (fig. 2). La pequeña puerta anterior de doxhos soportes se abre o se cierra con solo mover la manilla; el poste de sosten se coloca, pues, o se quita sin dificultad. Basta la presion sobre la palanca puesta detras del soporte para levantar o bajar el sosten a voluntad. Por medio de las dos clavijas i de la division lateral en centímetros, el eje del molinete se levanta rápidamente i se fija en un punto ántes determinado durante una fraccion de segundo. Tambien se agrega al soporte un pequeño nivel esférico que facilita la colocacion del eje del molinete en posicion vertical.

Cuando en los rios de cierta entidad se tiene profundidades de 5 m. i las velocidades máximas superan los 2 m. por segundo, es difícil operar con los instrumentos i aparatos descritos hasta ahora. Como este caso se presenta con frecuencia, aun durante el estiaje, en el Aar mas abajo del lago de Bienne, en el Ródano dentro del canton de Ginebra i en el Rhin entre el lago de Constanza i Basilea, la O. H. F. mandó construir en 1900 un aparato especial al establecimiento del prof. Dr. I. Amsler-Laffon en Schaffhouse. El principio i la disposicion jeneral de él fueron establecidos por el autor, sobre la base de las esperiencias hechas.

En este aparato representado en las láminas 51 (fig. 1 i 2) i 52 (fig. 1), el molinete se asegura a la estremidad inferior de un eje compuesto de dos fierros perfilados formando una seccion en punta cuyo ancho tiene solo 29 mm., con el objeto de presentar a la corriente una resistencia mínima. Este poste es guiado i sostenido por dos pares de rodillos unidos a las estremidades superior e inferior de una columna de sosten de fierro, mas o ménos de un metro de altura. A esta columna está ligado un brazo horizontal sobre el cual se mueve un carrito



de dos ruedas. Detras de la columna hai dos tambores sobrepuestos, de los cuales el superior está provisto de una manivela. Alrededor de ellos están enrollados en ranuras helizoidales dos hilos metálicos bastante finos. Uno de ellos, dirijido verticalmente hácia la estremidad inferior del poste queda completamente resguardado de la corriente al bajar el instrumento, porque se encuentra en la pequeña canal que queda detras del poste. En cambio, el otro hilo, asegurado primeramente al carrete, se enrolla despues a la polea mayor fijada en la estremidad del brazo. Un tercer hilo se amarra por uno de sus cabos a la parte anterior del poste, mas o ménos 10 cm. por encima del molinete, de donde sale oblicuamente en direccion a la rueda puesta bajo el carrete i luego alcanza horizontalmente a la segunda polea mas pequeña fijada en el extremo del brazo. La fig. 6 de la *lámina 57* da todavía mayores esplicaciones acerca del desarrollo i la disposicion de estos tres hilos.

Al bajar el molinete, lo que sucede haciendo jirar la manivela, el carrete avanza en proporcion a lo que descende el molinete, de modo que el cable oblicuo se mantiene siempre con una inclinacion de 45° . De este modo se evita todo encorvamiento del poste, que seria inevitable, i las vibraciones de todo el aparato quedan reducidas a su mínima espresion.

El poste lleva a un lado una graduacion en cm., así es que por medio de un índice fijo se observan exactamente las profundidades del molinete; ademas la estremidad inferior está provista de un contacto que da una señal de campanilla eléctrica en cuanto toca en el fondo.

El aparato descrito se presenta tambien para el levantamiento exacto, rápido i relativamente exento de peligros de *grandes perfiles de escurrimiento*.

Por ejemplo, el perfil transversal del Rhin en Waldshut con una anchura en tiempo de estiaje de mas o ménos 150 m. i con una profundidad máxima de 4.80 m., se levantó cómodamente en 50 minutos, teniendo presente que los sondajes se sucedian con breves intervalos, es decir, cada metro, lo que da por término medio 3 sondajes por minuto. En suma, este aparato dió excelentes resultados bajo todo punto de vista; desde la primavera de 1901 fueron ejecutados numerosos aforos, entre ellos el del Rhin en Nol (mas abajo de la cascada del Rhin), en Kaiserstuhl, en Waldshut i en Rheinfelden, sin que se produjeran interrupciones de importancia. Podria construirse tambien de mayores dimensiones, anmentando proporcionalmente los gastos, con el objeto de poder explorar no solo las profundidades de 5 ó 6 m., sino tambien hasta las de 10 m.

Por encargo del «Ministère des Travaux Publics de la République Française, Ponts et chaussées», en 1904, la casa Ott de Kempten construyó también un *molinete de suspension libre* (N.º 600). Este instrumento reproducido en la *lámina 53* está destinado a los aforos de grandes ríos, que presentan *profundidades máximas de 10 i mas metros*, siempre que la velocidad no pase de cierto límite, por ejemplo, al rededor de 1.5 por segundo. «La potencia del molinete Ott de suspension libre podría aumentarse mucho, combinando convenientemente el molinete unido a un eje horizontal, con el brazo i cable oblicuo del aparato de la O. H. F. ya descrito.»

TARA DE LOS MOLINETES

Como todos los instrumentos que sirven para medidas exactas, el molinete, que de por sí está mas que otros espuestos a deterioros i a las variaciones consiguientes, debe ser verificado de tiempo en tiempo. Esta operacion no es tan sencilla ni tan fácil como sería para un teodolito o para un nivel: es necesario para ello una instalacion especial bastante costosa. Una de estas instalaciones denominada *estacion federal para la tara de molinetes* ha sido erijida en Papier-*nühle*, aldea de los alrededores de Berna, en el territorio de la fábrica federal de pólvoras de guerra, i se encuentra en actividad desde 1896. «Esta instalacion, representada en *las láminas 58 i 59*, consta en su parte esencial de un canal de cemento de 130 m. de largo, 120 m. de ancho i 1,40 m. de alto, lleno de agua en reposo, cuya profundidad útil alcanza a 1,20 m. Los muros laterales llevan dos carriles que descansan en dos travesaños longitudinales de madera, a una distancia de 1.435 m. uno de otro. Sobre los rieles se hace resbalar en un recorrido mas o ménos largo, un *wagonete o carrito*, movido por un propulsor a mano segun las velocidades deseadas, pero que no pueden mantenerse constantes. La *velocidad del carrito* debe ser regulada i mantenida entre los límites de 3 con hasta 5 m. por segundo. El molinete se fija por medio de un soporte en la parte anterior del carro, de manera que el eje del reómetro se encuentre en la mitad del canal i ordinariamente mas o ménos a 40 cm. bajo la superficie del agua. Por otra parte, se tiene siempre cuidado de tarar el molinete exactamente en la precisa disposicion con que se empleó al efectuar los aforos; por ningun motivo el diámetro de la varilla metálica a la cual está adherido el molinete deberá ser distinto de la que se empleó en los aforos. A lo largo del travesaño longitudinal del lado de

la vereda se halla una division progresiva en metros i junto a ella un liston horizontal de madera en toda la estension del canal. En la parte del carro que se encuentra al lado de la division, se colocan sobre una tablilla vertical dos *fusiles de aire comprimido*, mui próximos uno de otro, de tal modo que sus bocas no distan sino algunos centímetros del liston ya indicado. Los cañones de los dos fusiles converjen en un mismo punto del liston, donde van a clavarse los proyectiles o las plumillas cuando el vagonete está inmóvil. Basta luego comprimir el boton de un mecanismo especial para hacer salir el tiro. El molinete que se quiere tarar está en comunicacion con un *electroiman simple* que pone en movimiento una señal óptica. En el instante en que durante la carrera, el perno de la ruedecilla dentada toca el muelle de contacto, el *áncora* es atraida i luego abandonada en cuanto el perno se ha separado del resorte. Suponiendo ahora que se trate de tarar un molinete con señal eléctrica cada 100 vueltas, la operacion se efectúa del siguiente modo. Cuando el vagonete ha alcanzado la velocidad requerida, que durante todo el tiempo debe quedar lo mas uniforme que sea posible, con una mano se comprime el boton del fusil I en el mismo momento en que la *áncora* es atraida i con la otra se pone en movimiento la esfera de un *reloj de segundos*. En cuanto la *áncora* es atraida nuevamente, se comprime el boton del fusil II, i al mismo tiempo se detiene la esfera de los segundos. El reloj indica el tiempo t del camino recorrido i la diferencia de las lecturas sobre la division en los puntos en que se han incrustado los proyectiles da las respectivas distancias l . Con estos dos elementos se determinan entónces fácilmente, para el ensayo en cuestion, los valores correspondientes a la tara del molinete. Cuando se trata de fuertes velocidades de recorrido, para aumentar el grado de exactitud de los ensayos, se emplean 200, 300 i hasta 400 vueltas, en lugar de 100 solamente, saltando por tanto un número adecuado de contactos.

Un observador bien diestro i hábil puede obtener naturalmente con el método descrito, un grado de exactitud suficiente para fines prácticos i hasta ciertos límites, tambien para fines científicos. Se ahorra ademas un *cronógrafo* costoso e incómodo de manejar.

Al terminar cada prueba, cuyos datos se han debido apuntar en los formularios impresos (véase *lámina 60*), se calculan inmediatamente por medio de la *regla de cálculo*, las velocidades de recorrido en metros por segundo (v), como tambien el número de vueltas (t) del molinete por cada metro de recorrido; los valores obtenidos se tras-

ladan inmediatamente a una red de coordenadas. Como abcisas figuran las velocidades v , como ordenadas los números de vueltas T . Se opera en esta forma con el objeto de poder comprobar rápidamente los errores de la observacion i sus causas, como tambien para *repartir las pruebas de un modo regular* a primera vista entre la velocidad mínima i la velocidad máxima que deben esperimentarse. Los puntos así obtenidos representan, como puede deducirse de la *lámina 61*, una *curva hiperbólica*, cuya rama izquierda correspondiente a las pequeñas velocidades se eleva rápidamente miéntras la otra rama permanece casi horizontal. Teóricamente, para molinetes bien contruidos, esta segunda rama deberia encontrarse exactamente en posicion horizontal; por tanto, a partir de cierta velocidad, cuando el rozamiento de las partes movibles i la inercia son casi insensibles, *el número de vueltas del molinete* para un camino determinado, deberia quedar *siempre constante*, cualquiera que fuera la velocidad de traslacion del carrito.

Desde las primeras taras efectuadas en junio de 1896 en la estacion esperimental suiza, se observó que a partir de cierta velocidad, jeneralmente al rededor de 2,5 m., las vueltas del molinete comenzaban a disminuir, volviendo a aumentar en seguida, mas allá de un valor mínimo i a alcanzar nuevamente un número normal de vueltas en las velocidades mayores, que pasaran por lo jeneral de 3,5 m. Podríamos decir que el molinete pierde una parte de su efecto entre los límites de las dos velocidades indicadas (2,5—3,5). En la curva de que hemos hablado este fenómeno singular se manifiesta algunas veces mui claramente bajo la forma de una curvatura, como puede constatarse en la *lámina 61*.

Sobre esta cuestion se consultó primeramente al profesor Dr. I. Anister-Laffon, quien a su vez conferenció con el profesor A. Rateau que casualmente se encontraba residiendo con él. El profesor Rateau que en calidad de ingeniero de minas habia ya hecho profundos estudios sobre los anemómetros llegando a observar él mismo semejante anomalía, al fin de un folleto en que relataba sus esperiencias dió a conocer mejor a los cultivadores de la ciencia hidráulica el descubrimiento hecho en la estacion federal suiza en la tara de los molinetes despertando bastante interes entre aquellos hombres de ciencia.

El profesor Dr. M. Schmidt, director de la estacion esperimental en el politécnico de Mónaco, se preocupó en modo mui especial de la tara de los molinetes; tambien la R. I. Oficina central hidrográfica de Viena i la R. Oficina húngara hidrográfica de Budapest, que

tienen estaciones propias (una en Viena i la otra en Szolnock), se dedicaron a estudiar profundamente esta *curvatura*, inquiriendo sus causas.

Desde ántes, es decir, en junio i julio de 1898, la Oficina hidrométrica federal se habia entregado a la ejecucion de una serie de experimentos en este sentido, i otros siguieron en setiembre i octubre de 1900. Primeramente se efectuó la tara del mismo molinete asegurado a varillas de distinto diametro (27, 48 i 55 mm.), en las que se fijó tambien a mayores o menores distancias del eje del molinete una placa terminal bastante voluminosa: en seguida se estudió otro molinete con distintos modos de suspension (colgado de un hilo metálico delgado, asegurado a un tubo horizontal sostenido por hilos metálicos delgados). En dos series de esperiencias fueron empleadas aletas de la misma inclinacion i forma, pero de diferente espesor (0,8 i 1,8 mm.) en las cuales las aletas delgadas tenian los bordes aguzados i las mas gruesas los tenian obtusos. Se pudo constatar que en jeneral la curvatura se hacia sensiblemente mas grande a medida que crecia el diámetro de las varillas i se acercaba la placa al molinete, pero que desaparecia apénas el molinete era suspendido libremente del hilo o era fijado a una varilla horizontal. Se supuso entónces que las perturbaciones en la marcha normal del molinete i en las velocidades críticas estarian en íntima relacion con el regurjitor del agua producido por la varilla i por el reómetro. El resumen de los resultados de las esperiencias correspondientes se encuentra en la *lámina* 63 bajo la forma de diagramas.

En los últimos años han sido publicados numerosos tratados acerca de este problema i de las cuestiones relativas a la tara i al manejo de los molinetes.

La Oficina Hidrométrica federal se empeñó mui especialmente en modificar los molinetes i su modo de suspension, con el objeto de eliminar en cuanto fuera posible las perturbaciones que influian sobre el movimiento de las aletas; en efecto, como lo demuestra la tara del molinete N.º 577 (véase *lámina* 64), se logró deducir la curvatura a un pequeño residuo casi imperceptible.

Entre tanto, en 1903, la estacion esperimental para construcciones hidráulicas i marítimas de Berlin, que poseia un canal de 170. m. de largo (de los que 150 m. eran utilizables), 10,5 m. de ancho en la superficie del agua i 3,5 de profundidad, fué dotada de lo necesario para poder ejecutar tambien la tara de los molinetes. Las grandes discusiones de la seccion, juntamente con la notable lonjitud del canal, presentan factores tan estraordinariamente favorables para las

esperiencias, que, con su ayuda, pareceria posible resolver de una manera satisfactoria el problema de las irregularidades en la tara de los molinetes hidrométricos. Primeramente seria necesario dilucidar si las causas de estas irregularidades deben buscarse en las condiciones especiales (1) en que hasta ahora se han hecho las taras; i si realmente se producen durante el aforo con la misma, mayor o menor intensidad, o si no se presentan absolutamente. La direccion de la Real Estacion esperimental prusiana para construcciones hidráulicas i marítimas (todos los hidrotécnicos le quedarán agradecidos) se propone en su programa de estudio ya iniciado, ejecutar no solo las taras usuales sino tambien dirigir los esfuerzos de esta institucion hácia la solucion preferente de las cuestiones relativas a la tara i a la utilizacion práctica de los molinetes hidrométricos. Sobre esta materia se han hecho ya progresos notables como puede deducirse de una monografia publicada en setiembre de 1905 con el titulo: «*Die Anwendbarkeit der Ergebnisse der Flugeleichungen auf die Messungen im fließenden Wasser.*» Im Auftrag des Preussischen Ministers der öffentlichen Arbeiten für den X Internationalen Schiffahrt-Kongress in Mailand 1905 bearbeitet von R. Seifert, Regierungs-Baumeister.

I. SERIE.—Influencia del espesor i del regurjitar de la varilla.

1. Molinete suspendido de un cable metálico;
2. Molinete fijado a una varilla horizontal por medio de 5 kilos;
3. Molinete fijado a una varilla vertical de 26 mm. de diámetro;
4. Molinete solidario de una varilla vertical de 45 mm. de diámetro.
5. Molinete asegurado a una varilla vertical de 76 mm. de diámetro.

6. Molinete fijado a una varilla vertical de 110 mm. de diámetro.

II. SERIE.—Influencia de la profundidad de inmersion del molinete para una lonjitud de varilla proporcionalmente variable.

7 a 12 inclusive. —Profundidades del eje del molinete bajo la superficie del agua en metros: 0,20; 0,40; 1,00; 1,50; 2,00; 2,50 (varilla no reforzada); 2,50 (varilla reforzada). Lonjitud total de la varilla en metros: 0,55; 0,75; 1,35; 1,85; 2,35 i 2,85. Molinete fijo siempre en estremidad inferior de la varilla.

III. SERIE.—Influencia de una lonjitud variable de la varilla del molinete para una misma profundidad de inmersion del molinete.

(1) Como serian el tamaño del canal, la distancia de sus paredes al molinete, el sistema de suspension i profundidad de inmersion.

7, 13, 14, 15. Longitud de la varilla bajo la superficie del agua en metros: 0,35; 0,55; 1,15 i 2,65. Profundidad de inmersión del eje del molinete siempre de 0,20 m.

IV. SERIE.—Influencia de una profundidad de inmersión variable del molinete para una misma longitud de la varilla.

4. Longitud total = 0,75 m. profundidad del molinete = 0,40 m.;

13. Longitud total = 0,75 m. profundidad del molinete = 0,20 m.;

8. Longitud total = 1,35 m. profundidad del molinete = 1,00 m.;

14. Longitud total = 1,35 m. profundidad del molinete = 0,20 m.;

11. Longitud total = 2,85 m. profundidad del molinete = 1,50 m.;

V SERIE.—Influencia de una altura variable del punto de la varilla por encima de la superficie del agua, es decir, influencia de las longitudes libres variables de la varilla.

a) Longitud libre de la varilla = 1,80 m., molinete en la mitad de la vagoneta;

b) Longitud libre de la varilla = 1,80 m., molinete a un lado de la vagoneta;

c) Longitud libre de la varilla = 2,30 m., molinete a un lado de la vagoneta;

d) Longitud libre de la varilla = 300 m., molinete a un lado de la vagoneta;

e) Longitud libre de la varilla = 2,30 m., molinete a un lado de la vagoneta;

Juntamente con un segundo molinete situado simétricamente.

La lámina G del tratado ya citado del señor R. Seifert contiene también cierto número de diagramas, que ofrecen un compendio muy instructivo de los resultados sacados del notable material de experiencias.

Un extracto de este folleto fué publicado en Roma por el ingeniero M. Tommasini en el «Boletín de la Sociedad de los Arquitectos i de los Ingenieros italianos» en 1905, N.º 47, con el título de «*Nuevas experiencias sobre la tara de los molinetes*».

En la «*Zeitschrift für Bauwesen*» se encuentran otras detalladas indicaciones del concejero municipal secreto Eger, del ingeniero naval Dix i del ingeniero gubernativo R. Seifert, sobre la *Estación experimental para construcciones hidráulicas i marítimas de Berlín*, como también sobre las experiencias allí verificadas. Consúltense al respecto los siguientes fascículos:

a) Año LVI. 1906. Fasc. I a III. Pájs. 124 a 152; láminas 15 a 17 del atlas;

b) Año LVI. 1906. Fasc. IV a VI. Páj. 323 a 344; láminas 30 a 32 del atlas;

c) Año LVII. 1907. Fasc. I a III. Páj. 66 a 88; láminas 20 i 21 del atlas;

d) Año LVII. 1907. Fasc. IV a VI. Páj. 253 a 306; láminas 38 a 40 del atlas.

La parte citada con la letra *d* trata preferentemente de los corrientómetros. Las esperiencias están ordenadas tambien por series, como sigue:

1.^a Serie.—Influencia del espesor i del regurjito del agua ocasionado por la varilla.

2.^a Serie.—Influencia de la profundidad de inmersion del molinete para una lonjitud de la varilla variable proporcionalmente.

3.^a Serie.—Influencia de una lonjitud variable de la varilla para una misma profundidad variable de inmersion del molinete.

4.^a Serie.—Influencia de una profundidad variable de inmersion para una misma lonjitud de la varilla.

5.^a Serie.—Inclinacion del molinete en sentido horizontal.

6.^a Serie.—Inclinacion del molinete en sentido vertical.

7.^a Serie.—Movimiento hácia adelante i atras del molinete.

8.^a Serie.—Bolillas de acero i de ágata.

9.^a Serie.—Rozamiento en el contador de las vueltas.

Una vez ejecutada la tara del molinete segun el método estensamente^o descrito en las páginas anteriores, en el que 30 o 40 carreras de ensayo bastan completamente cuando no se trata de estudios especiales, se deben establecer las *razones* existentes entre los *números de vueltas por segundo* *n*, i las *velocidades* *v*. Ante todo, se representan gráficamente por segundo los resultados de los esperimentos (*n* como abscisas i *v* como ordenadas), sea para juzgar mejor su exactitud, sea para encontrar mejor la forma de la *curva de compensacion* que mas se acerque a los puntos medios. Cuando no se necesita una exactitud mui especial, basta calcular a ojo esta línea de compensacion i establecer en seguida la ecuacion entre las cualidades *n* i *v*. Ordinariamente esta ecuacion se determina analíticamente por el *método de los cuadrados mínimos* i segun la calidad del molinete i el criterio del operador, se le pueden dar diversas formas, en cuya enumeracion nos estenderíamos demasiado. Miéntras la *ecuacion* representa *una línea recta*, los cálculos de compensacion se pueden efectuar todavía bastante rápida i fácilmente con el método de los cuadrados mínimos. Pero, cuando la ecuacion debe representar una

curva de 2.º grado o de un grado todavía mayor, estos cálculos se hacen entónces tan largos i complicados que los resultados obtenidos ya no están en relacion alguna con la fatiga i el tiempo empleados. Los gastos para una buena tara son de por sí suficientemente elevados en Mónaco; por ejemplo, se cobran 50 marcos, lo mismo en Berlín, como ya se ha dicho, es decir, al rededor de la suma que puede costar un pequeño molinete Ott.

La Oficina Hidrométrica Federal se contenta, por lo jeneral, compensando la serie de puntos por medio de *diversas líneas rectas que se cortan* cuyas ecuaciones analíticas se establecen con el método de los cuadrados mínimos. Cuando los puntos no presentan una curvatura mui sobresaliente, como sucede con todos los molinetes bien construidos, empleados con varilla delgada i aguzada (molinetes número 577, 720, 740, 779, 795), dos líneas rectas son suficientes para fines prácticos i sirven lo mismo que una curva de 2 grados o de un grado todavía mayor. Acerca del procedimiento para la elaboracion gráfica i analítica de una tara, las *láminas* 61, 62 i 64 suministran las esplicaciones necesarias.

AFOROS CON MOLINETE

Pasando ahora a la *ejecucion de los aforos* con el molinete, obsérvese ante todo que en la mayoría de las veces se necesitan para cursos de agua de cierta anchura instalaciones i preparativos mas o ménos grandes. Miéntas el ancho de la superficie no pasa de un límite de 20 o 30 metros i las profundidades no son considerables, en la mayor parte de los casos basta un puente improvisado con el material que jeneralmente se tiene a disposicion (vigas, escaleras, tablas).

En cambio, en las aguas de mayor anchura i profundidad los aforos deben efectuarse, salvo algunas excepciones, por medio de *botes*. Por regla jeneral, se emplean dos, acoplados de modo que quede entre ellos un espacio ancho por lo ménos de 2 metros por donde el agua pasa libremente, por encima del cual se construye una especie de puente que lleva el aparato al que está adherido el molinete. Las precauciones necesarias para inmovilizar los botes de los diferentes puntos de esploracion deben ser tomadas con especial atencion; mui a menudo, el tender los cordeles necesarios para este objeto i el cable metálico graduado en aquellos rios que unen a su anchura

de 200-100 metros una corriente considerable, resulta mui penoso i ocasiona muchísimo trabajo.

Los trabajos preliminares de instalacion i de mensura (nivelaciones, etc.) comprenden, ademas del levantamiento preciso del perfil de escurrimiento, la *colocacion de cierto número de estacas* sumerjidas en el agua, a lo largo de ámbas orillas.

Estas estacas, cuyo número varia segun las circunstancias locales, de 3 a 5 para cada ribera, sirven para acusar las variaciones de la superficie del agua en el perfil de escurrimiento durante el aforo i para constatar una eventual *pendiente transversal* de la napa de agua. Por medio de estas estacas se determinan ademas las pendientes superficiales relativas en ámbas riberas, raramente concordantes entre sí.

Descontando la medida de la velocidad, la determinacion exacta de las pendientes relativas es uno de los trabajos mas difíciles e ingratos que se presentan en el levantamiento de un curso de agua. Pendientes que a primera vista parecian regular, se revelan durante las operaciones como estremadamente intrincadas, de modo que los coeficientes c i n calculados con la fórmula de Gauguillet i Kutter aparecen a menudo poco dignos de crédito. Las incertidumbres, a veces mui importantes, que se encuentran en la determinacion de la pendiente, contribuyen en gran parte a hacer mas difícil la deduccion de fórmulas teóricas i a juzgar su grado de exactitud.

La *distribucion de las diversas verticales por explorar* depende en cada caso particular de la anchura i configuracion del perfil de medida; se requiere cierta esperiencia para establecer la medida justa del número i de las distancias de estas ordenadas. Miéntras a lo largo de una vertical desde el fondo hasta la superficie las velocidades varian frecuentemente en mucho, i ademas la curva correspondiente es por lo ménos de 2.º grado, no se deberian hacer, si fuera posible, ménos de cinco medidas. Para profundidades mayores de 2 metros el número de puntos correspondiente a la altura por medir tendria que ser aumentado. Ademas, a menudo es recomendable que las distancias altimétricas de estos puntos no se mantengan constantes, sino que en las partes mas sinuosas de la curva de la velocidad correspondiente se elijan relativamente mas pequeñas; en cambio, en las partes ménos acentuadas de la misma curva, bastante mayores.

De todos modos, el punto inferior debe encontrarse en inmediata proximidad del fondo i el superior debe distar de la superficie del agua una longitud igual al radio de la rueda del molinete.

Una dificultad que por lo jeneral se presenta en los aforos con

molinete i que puede prolongar mucho el tiempo de esta operacion, debe buscarse en la llamada *pulsacion del agua*. Ella consiste en la variacion continua i mas o ménos intensa de la velocidad; es necesario detenerse durante cierto tiempo en el mismo punto. De una multitud de esperiencias resulta que basta limitar la exploracion de 2 a 2 minutos i medio; por tanto, se debe observar que la suma de las diferencias que resultan de cada lectura progresiva de los segundos se acerca a 120-150 segundos para cada uno de los distintos puntos.

Cuando se trata solo de determinar el caudal de un curso de agua sin que sea necesario obtener curvas de velocidad mui regulares, se puede reducir considerablemente la duracion de la medicion en los diversos puntos, sin temor de disminuir demasiado con esto el grado de exactitud del resultado total. La aplicacion del método abreviado de medicion está especialmente justificada cuando hai que vencer mui anchas secciones, como en el Rhin aguas abajo del lago de Constanza, o cuando se prevé un cambio repentino en la corriente de un curso de agua. Para darse cuenta del grado de exactitud que se puede obtener, sea tomando en consideracion lo mas que sea posible la pulsacion del agua, sea empleando un método observado, se midieron consecutivamente con los dos métodos 3 verticales del Rhin en Rheinfelden.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Distancia de la vertical a la ribera izquierda. En metros.	Profundidad — En metros —	Número de los puntos explorados.	Duracion de la medicion — En minutos	Velocidad media en las verticales en metros por segundo
30	2,93	8	17	1,181
30	2,93	8	4	1,185
95	3,92	9	18	1,507
95	3,92	9	4	1,508
140	1,96	6	15	0,809
140	1,96	6	3	0,815

Como resulta de este cuadro, las diferencias de las velocidades

se mantuvieron entre límites muy próximos, prácticamente despreciables.

A menudo acontece durante grandes mediciones de larga duración por medio del molinete, que la altura del agua varía notablemente; en tales casos se miden dos veces las mismas verticales convenientemente elejidas, con el objeto de determinar con el auxilio de los datos resultantes, la relación entre la velocidad media en las verticales i la profundidad i, por consiguiente, también la velocidad correspondiente a la altura media de la napa de agua.

Para anotar los muchos i diferentes datos obtenidos en los aforos se usan *registros i formularios* adecuados: con la ayuda de éstos resulta fácil anotar de una manera segura i rápida todas las observaciones de tiempo hechas en el reloj, que muchas veces se suceden con muy breves intervalos, como asimismo las de las alturas.

Algunas veces las mediciones absorben por completo la atención del observador: los formularios impresos tienen entonces la ventaja de que ninguna anotación se olvida i debido al orden en que están dispuestas, la elaboración del material de observación queda en extremo facilitada.

Al mismo tiempo que recomendamos consultar las adjuntas *láminas* 66-86, debemos consignar aquí algunas observaciones acerca de la *elaboración de los aforos con molinete*. Se efectúa *gráficamente* empleando el planímetro polar de Amsler i usando formularios impresos para evitar inútiles pérdidas de tiempo.

Una vez que se ha trazado un croquis de la situación del lugar del aforo i dibujado la sección de flujo, ya calculadas i representadas gráficamente las pendientes, se dibuja un diagrama de la variación de la altura de la napa de agua durante la medición. Con líneas de segmentos se trazan los tiempos empleados en la medición de las distintas verticales i de las pendientes, para poder determinar la altura media del agua en cada una de estas operaciones. En seguida se construyen los *polígonos de las velocidades en las verticales*, se calculan con el planímetro las áreas f , las profundidades t las velocidades medias V_m , las velocidades superficiales V_o i las razones $\frac{v_m}{v_o}$.

Los polígonos de las velocidades en las verticales son secciones sucesivas a través del cuerpo llamado *cuerpo del caudal*; este cuerpo está limitado por planos en dos partes, a lo ménos. De éstos, el vertical está formado por la sección de flujo, i el otro, horizontal, por el polígono de las velocidades superficiales. La forma de las dos estremidades del cuerpo de los caudales depende además de la configuración de las riberas, pueden terminar por ejemplo en puntas agudas

si en el perfil de flujo las profundidades hacia las riberas disminuyen acercándose paulatinamente a cero. Por último, la superficie envolvente del cuerpo de los caudales se determina por medio de las velocidades medidas en los diversos puntos. El cálculo de su volumen se hace midiendo con el planímetro la llamada *superficie de los caudales* (curvas de las f.)

Las *láminas* 36, 39, 42^c, 66, 68, 70 i 86^a representan diversos cuerpos de los caudales. Otro ejemplo está representado tambien en la figura que sigue. En ella la superficie envolvente queda determinada por las curvas de igual velocidad. Aunque el trazado de estas curvas, por medio de las cuales se puede determinar tambien el volumen del cuerpo de los caudales (pero con un procedimiento bastante complicado), no es indispensable para la elaboracion del aforo, en muchos casos, sobre todo para fines didácticos, es conveniente trazar todas las curvas características de las velocidades.

Como en cada aforo con molinete se determina tambien, cuando las circunstancias lo permiten, la pendiente relativa del plano de agua J i se establecen ademas todos los datos importantes, reuniéndolos en tablas, los aforos de la Oficina Hidrométrica federal no solo sirven para llenar su objeto principal, pero forman al mismo tiempo un abundante material que se presta por una parte a la verificacion de todas las numerosas fórmulas ya establecidas sobre el movimiento uniforme del agua, i por otra parte suministran múltiples indicaciones para el mejoramiento de esas mismas fórmulas. Así, por ejemplo, ademas de H. Bazin, los hidrotécnicos mencionados anteriormente: el Consejero Superior Municipal R. Siedek i el inspector forestal en jefe T. Christen, se han servido con preferencia de una gran parte de los resultados de los aforos de la Oficina Hidrométrica Federal para la deduccion de sus nuevas fórmulas.

Seria cosa interesantísima dar a conocer los instrumentos empleados en otras naciones para la determinacion de los aforos en las aguas corrientes, i explicar los métodos de que se han valido allí para las mediciones i para la elaboracion del material obtenido. Pero, aunque quisiéramos limitarnos a lo estrictamente necesario, nos entenderíamos demasiado i por tanto nos vemos obligados a recomendar el estudio de las siguientes publicaciones, que han llegado a nuestro conocimiento.

Despues de la introduccion de los molinetes en las operaciones de aforo, sobre todo de aquellos con indicacion eléctrica, se encontraron sucesivamente diversos métodos tendientes a reducir en todo lo posible la duración de las mediciones, pero conservando al mis-

mo tiempo el suficiente grado de exactitud. Como primer método de los que se han aplicado, debemos considerar la «*integración mecánica*», introducida por el hidrotécnico Treviranus, que consiste esencialmente en desplazar el molinete con velocidad siempre igual desde la superficie del agua hasta el fondo, o bien en sentido inverso.

La velocidad resultante del número medio de vueltas efectuadas por el molinete, correspondería aproximadamente a la velocidad media del agua en la vertical sondeada. El método empleado por el consejero municipal S. Hajós, llamado «*método detallado*» (véase el tratado citado en el número 5, pájs. 12-14), se basa en un principio muy semejante al que se ha descrito poco antes. Al mismo tiempo que por medio de una pequeña grúa se levanta o se baja el molinete con movimiento uniforme y con una velocidad de 10-20 centímetros por segundo, quedan anotados sobre la faja de papel de un cronógrafo los medios segundos transcurridos, además los tiempos empleados para cada vuelta y los espacios recorridos por el eje del molinete. Las poleas que ponen en movimiento la tira de papel están ligadas a la pequeña grúa de tal modo que cuando el molinete se ha trasladado de un metro, la hoja de papel avanza 10 cm. De esta hoja, representada en la figura adjunta, se pueden deducir todos los datos necesarios para el trazado de las curvas verticales de las velocidades. El primer método tiene el grave inconveniente de que la sección inferior de la vertical comprendida entre la estremidad de la varilla y el eje del molinete, como también la superior correspondiente al radio de las paletas, no son tomadas absolutamente en cuenta en la determinación de la velocidad. Por otra parte, ambos métodos deben luchar, sobre todo en cursos de agua de rápida corriente, con la dificultad de obtener la velocidad uniforme, indispensable tanto en la bajada como en la subida. Además, con un método u otro, no se toma suficientemente en consideración la pulsación del agua por tanto, como lo demostró el consejero superior municipal señor Landa; la exactitud de los resultados de las mediciones queda muy perjudicada.

Los hidrotécnicos de los Estados Unidos de Norte América estudiaron también el modo de abreviar lo más posible la duración de las mediciones con molinete. Resultaron de estos estudios diversos métodos, algunos fundados sobre la integración mecánica, basados otros en el principio de deducir de muy pocos puntos, tres como máximo, la velocidad media de una vertical.

Volviendo ahora a las condiciones suizas, deberíamos hacer no-

tar que, salvo raras excepciones, la mayor parte de los gastos i del tiempo empleados en la ejecucion de los aforos con molinete en un rio importante, es absorbida por los trabajos de instalacion (obtenccion de botes, tension de los cables, del hilo graduado, etc.) Cuando estos trabajos se han efectuado de modo que se pueda operar con el molinete en cada vertical i a las profundidades deseadas, conviene por lo jeneral explorar exactamente estas ordenadas segun todas las instrucciones indicadas. Pero en caso de que circunstancias especiales, como probables irregularidades debidas a una notable variacion del caudal u otras, obliguen a echar mano de un método abreviado de medicion, es conveniente reducir al estrictamente necesario el número de las ordenadas i de los puntos por explorar, deteniéndose en los diversos puntos el menor tiempo posible.

DEFINICION DEL CAUDAL MÍNIMO

Como queda indicado, la *cuarta parte* del Informe sobre el Réjimen de las aguas en Suiza trata en primer lugar de los *caudales mínimos* de los cursos de agua. Pero ántes de entrar en detalles es necesario darse bien cuenta de lo que se entiende por tales caudales, sobre todo bajo el punto de vista industrial. En Suiza, cuando se trata de la instalacion de nuevos establecimientos hidráulicos, además de las *condiciones de frecuencia i de pendiente* de los diversos niveles de agua i de los caudales, por lo jeneral se deben considerar especialmente tambien los *flujos mínimos*, salvo pocas excepciones. En todos los cursos de agua acontece, a veces solo despues de un largo período de años, pero a menudo tambien con breves intervalos, que el caudal de agua queda reducido a cantidades excepcionalmente pequeñas i este estado puede prolongarse durante dias i semanas o puede limitarse a pocas horas. En la mayor parte de los casos, este fenómeno reconoce como causa inviernos mui largos i mui rigurosos o bien sequías continuas i de mucha duracion. El caudal de un curso de agua puede reducirse tambien momentáneamente a su mínima cantidad, hasta cerca de cero, por regularizacion de esclusas, por suspension parcial o total del funcionamiento de instalaciones de fuerza motriz, por utilización del agua para acumulaciones, caída de avalanchas, grandes nevazones, atascamientos de masas de hielo, etc. En los rios situados aguas abajo de un lago, cuyo flujo está regularizado por esclusas, es menester todavía durante el estiaje dis-

tinguir entre el *mínimo de los días de trabajo* i el de los *días festivos*. Ejemplos típicos de esta clase se tienen en el Aar inmediatamente despues de Thun i Berna: durante los días festivos se retiene en el lago de Thun parte del agua que corre en los días de trabajo, porque los establecimientos industriales no necesitan la fuerza, o bien solo la requieren en parte. Cuando una instalacion hidráulica suspende su funcionamiento durante los intervalos de reposo i miéntras tanto retiene el agua todo el tiempo posible en el canal de aduccion o en un depósito, se produce aguas abajo una repentina disminucion del caudal, a veces mui considerable.

La esperiencia ha demostrado que los establecimientos hidráulicos bien organizados, aunque no dispongan de una reserva a vapor, pueden resistir los *mas duros períodos de sequía*, siempre que no sean de duracion demasiado larga, ora repartiendo convenientemente el funcionamiento, ora haciendo uso de estanques, de bombas i aun de baterías de acumuladores. Todavía, encontrándose en mayor contacto las redes de distribucion de instalaciones de enerjía eléctrica, aunque distantes, se podria establecer una union de manera que las oficinas eléctricas se pudieran compensar mutuamente. Sobre la base de las consideraciones espuestas téngase entónces como «*mínimo industrial*» de un curso de agua, el que no se verifica todos los años, i por debajo del cual el caudal puede bajar escepcionalmente de una manera mas o ménos considerable, sino el que se mantiene durante un número limitado de días (al rededor de 15 días, máximum).

Para trechos de cursos de agua sobre los cuales se han ejecutado durante un largo período de años cuidadosas observaciones hidrométricas i de los que se conocen las escalas de flujo, resulta fácil determinar bastante rápidamente i de una manera cierta *el valor industrial de una fuerza hidráulica*; naturalmente, es preciso ser minucioso en las correspondientes investigaciones porque los perfiles de flujo raras veces se mantienen invariables durante largo tiempo, i no conociendo con exactitud la marcha de estas variaciones se puede llegar a conclusiones erróneas.

Mucho mas difícil se presenta el estudio de este problema cuando se trata de cursos de agua desprovistos de estaciones hidrométricas i de los cuales no se conocen las escalas de flujo. En semejantes casos no se puede hacer otra cosa, si es posible suponer que el flujo no se encuentra mui distante del «*mínimo industrial*», que medir directamente el caudal.

DETERMINACION DE LOS CAUDALES MÍNIMOS DE LOS CURSOS DE AGUA

Por cuenta de la Oficina Hidrométrica Federal, fueron especialmente ejecutadas en los últimos años numerosas *mediciones de caudales mínimos de los cursos de agua de montaña*. Simultáneamente se trató también, a medida que se presentaba la ocasión, de determinar los caudales mínimos de otros ríos más importantes de Suiza, de modo que actualmente se dispone al respecto de un material muy considerable.

Los cursos de agua cuyas hoyas están en su mayor parte o totalmente situadas en la rejión alpina, alcanzan anualmente el estiaje hacia mediados del mes de enero, i según las condiciones meteorológicas, este estado puede prolongarse hasta mediados o fines de marzo i algunas veces hasta mediados de abril. Se deduce que si las mediciones de los gastos mínimos se hacen durante los inviernos de larga duración i relativamente rigurosos, se puede estar casi seguro de que los valores que resulten no difieren mucho del «mínimo industrial».

En la ejecución de dichas mediciones, en cuanto sea posible, se procura obtener no solo los datos referentes al caudal del día de la medición, casualmente elegido, sino aquellos correspondientes al flujo durante el *invierno entero*; solamente en esta forma se puede determinar el caudal mínimo absoluto del invierno respectivo. Con este objeto se dejarán intactos en su colocación, en el lugar cuidadosamente elegido para la medición, todos los piquetes o estacas que sirvieron para constatar las alturas del agua en el perfil i las pendientes superficiales relativas. Un encargado especial, por lo general el observador del hidrómetro o un ayudante que habite en las cercanías del lugar de observación, debe repetir después con intervalos de tiempo conveniente la medida de la altura del agua en todas las estacas. Por medio del grado de aspereza n , determinado mediante la medida con el molinete, i de las observaciones hechas a continuación (alturas del plano de agua i pendientes) se puede establecer aproximadamente con el cálculo la marcha ulterior del caudal, como también el caudal mínimo que se puede haber verificado eventualmente después del aforo; pero es menester suponer que el grado de aspereza n que se haya encontrado se mantenga constante durante los intervalos de las alturas, casi siempre pequeños. Desgraciadamente acaece a menudo que no se puede seguir haciendo ulteriores observaciones a causa de la formación del *hielo de fondo*, las

avalanchas i el *hielo flotante* que mueven i destruyen los piquetes. Los resultados obtenidos del modo descrito para cada uno de los cursos de agua de cierta importancia, son dispuestos sinópticamente en tablas con las esplicaciones necesarias i se publican sucesivamente. La primera serie de estas tablas contiene todos los principales datos sobre los aforos ejecutados, como asimismo los coeficientes c i n de la fórmula de Gauguiller i Kuller; la segunda serie comprende los caudales mínimos correspondientes a las alturas mas bajas observadas.

MEDICION DE LOS CAUDALES MEDIOS I MÁXIMOS EN LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS PRINCIPALES

Ya hemos hecho notar que el estudio del régimen de una hoya hidrográfica determinada comprende tambien la elaboracion del material obtenido por las observaciones hechas sin interrupcion en las *diversas estaciones hidrométricas principales* durante un período de tiempo mas o ménos largo. En estas estaciones cuyo número debe ser siempre limitado, i que deben elejirse de modo que las condiciones de flujo de importantes i características cuencas fluviales puedan determinarse con la mayor certeza posible, se miden primeramente con cuidado los caudales correspondientes a las alturas hidrométricas mas bajas, mediante el empleo de un molinete de indicacion eléctrica. Además, para cada una de estas mediciones se establece un valor medio, designado con e , de las razones

$$\frac{V_m}{V_o} \left(= \frac{\text{velocidad media en la vertical}}{\text{velocidad superficial}} \right)$$

derivadas de todos los polígonos de las velocidades en las verticales de forma regular, i entónces se busca modo de deducir una lei sobre la marcha de estos valores medios, calculados segun la fórmula:

$$e = \frac{\sum \left(f \frac{V_m}{V_o} \right)}{\sum (f)}$$

Si de este modo no se llega a un resultado satisfactorio, se

adopta para los cálculos subsiguientes un valor medio e , o bien la razón e , encontrada en la medición del caudal mayor medido con el molinete.

MEDICION CON FLOTADORES

Cuando ya no es posible aforar con el molinete a alturas hidrométricas notables o máximas, sea porque resultaría bastante peligroso, o por otros motivos (variación demasiado brusca del nivel del agua, maderos arrastrados, velocidades o profundidades excesivas, etc.) se recurre entónces a *flotadores* para los aforos. Siendo bastante complicado i estremadamente costoso conseguir cada vez flotadores de longitud apropiada i como la exactitud de los datos obtenidos dejaria mucho que desear, la Oficina Hidrométrica Federal emplea para estas mediciones exclusivamente los *flotadores simples*. Los que se emplean en las secciones de anchura relativamente escasa se componen ordinariamente de *discos de madera* (diámetro 8-10 cm; espesor $\frac{1}{2}$ cm; fig. 3 *lámina* 87.) Para anchuras mayores son reemplazados por listones flotadores muy cortos, fabricados especialmente, que se pueden observar mucho mejor i de una manera mas segura que los discos flotantes, sobre todo en aquellos lugares en que las aguas arrastran otros materiales. A causa de que las grandes creces se producen durante la noche, mas comunmente en los rios alimentados por ventisqueros, se emplean entónces como flotadores *fuegos artificiales* que quedan encendidos durante cierto tiempo.

Se atribuye al profesor A. R. Harlacher de Praga el haber aplicado por primera vez en numerosos casos i, en consecuencia, el haber confirmado científicamente el método de los valores medios de las razones $\frac{V_m}{V_o}$, que en jeneral presentan variaciones relativamente pequeñas, en los aforos por medio de los flotadores simples. Véanse los detalles correspondientes en la publicacion: «*Die hydrometrischen arbeiten in der Elbe bei Tetschen*». Von A. R. Harlacher, Professor an der Deutschen Technischen Hochschule, Leiter der Hydrometrischen Sektod. Prag. Verlag der Hydrometrischen Kommission des Konigreichs Böhmen 1883.

La operacion de tender varias veces un hilo metálico graduado en la seccion de medida, indispensable para la observacion del paso de los flotadores, requeriria demasiado tiempo durante las creces, i aun en muchos casos seria imposible o resultaria en extremo peligrosa. En cada estacion hidrométrica de la que se desea obtener una completa escala de flujo, ántes de comenzar las mediciones se instala

siempre un *hilo metálico graduado i fijo*; tambien se toman todas las precauciones necesarias, para colocar en el momento oportuno i sin pérdida de tiempo los jalones destinados a la *determinacion de los tiempos empleados por los flotadores* i las estacas para la mensura de *las pendientes superficiales*. La ejecucion de los aforos con flotadores es regulada rigurosamente; los operadores, muchas veces distantes unos de otros, se comunican entre sí por medio de *señales características*, con las cuales se efectúa tambien la determinacion del instante del paso de los flotadores; pero hai que tener cuidado de que no aparezcan errores constantes de tiempo, debido a la pequeña velocidad de propagacion del sonido. La observacion de los *puntos de paso* (distancias al cero del hilo graduado) se verifica desde un puente o desde una chata ya existente o por improvisar en el lugar mismo. El trayecto que deben recorrer los flotadores se fija de modo que los tiempos mínimos no sean inferiores a un límite dado, 15 segundos aproximadamente.

La elaboracion de los aforos hechos con flotadores (véanse láminas 87, 88, 89 i 90), se ejecuta con rapidez, no debiendo tomar en cuenta sino las velocidades superficiales observadas, las secciones de flujo i las pendientes superficiales. Mediante estos puntos se trazan primeramente las curvas medianas que representan la marcha de las velocidades superficiales. Con el objeto de encontrar para una vertical cualquiera de una seccion de flujo, el correspondiente punto de la curva de las f (superficie de los caudales), basta multiplicar el producto de la profundidad i de la velocidad superficial en esa vertical por el valor medio

$$e = \frac{\Sigma \left(f \cdot \frac{V_m}{V_o} \right)}{\Sigma (f)}$$

determinado de la manera que se ha indicado anteriormente.

La medida por medio de los flotadores de las velocidades superficiales de un curso de agua importante i de rápida corriente, presenta desgraciadamente una serie de obstáculos, algunos de los cuales merecen ser consignados.

a) Muchas veces no resulta posible, sin un derroche de flotadores, distribuir regularmente los puntos de medida, sin dejar vacíos,

en toda la anchura del río; sobre todo es muy difícil obtener un número suficiente de puntos en las proximidades de las riberas, porque los flotadores son atraídos a menudo hacia el centro del río o quedan encallados en las irregularidades de las riberas.

b) Las mediciones con flotadores exigen un numeroso personal; debido a esto i al fuerte aumento de la mano de obra, los gastos para estos aforos crecieron sensiblemente. Además los flotadores, que por lo jeneral, no se vuelven a pescar, son muy caros (12,5 centésimos cada uno).

c) Muchas veces se tropieza con la dificultad de encontrar un personal suficientemente práctico; por muchos motivos no se pueden emplear funcionarios fijos de la Oficina Hidrométrica Federal. Los observadores poco prácticos i poco seguros perjudican altamente la exactitud de la medicion i prolongan su duracion.

Como uno de los objetos principales de la Oficina Hidrométrica Federal es el de estudiar cuidadosamente las fases del escurrimienot durante las creces, se hace sentir siempre mas la necesidad de una simplificación en el método de mensura usado hasta ahora. En primer lugar se tiene la intencion de no emplear los flotadores simples sino en aquellos casos en que los otros medios usados no fueran aplicables. En segundo lugar se trata de reemplazar los flotadores simples por un molinete flotante tambien i espresamente construido, provisto en particular de la cámara de contacto Mensurg (véase *lámina* 57). La configuracion esterna de este correntómetro seria semejante a la del conocido «Patent-hog». La medicion en todos los puntos de la seccion se haria desde un punto o desde una embarcacion cualquiera, muy probablemente sin dificultades notables, haciendo maniobrar el molinete por medio de un cable que envolveria los hilos eléctricos. En idénticas condiciones que las indicadas en la nota 135, con el empleo del molinete flotante se podrian efectuar, en la mayor parte de los casos con solo dos operadores, difíciles mediciones durante una crece i en un tiempo relativamente breve. Uno de ellos deberia hacer maniobrar el molinete, i el otro se ocuparia de la observacion de las señales eléctricas i de la anotacion de los otros elementos indispensables para el aforo.

ESCALAS DE FLUJO

En la mayor parte de los casos las *escalas de flujo* se dibujan adaptándose lo mas posible a los resultados obtenidos gráficamente

i suministrados por los aforos con molinete o por los aforos efectuados por medio de flotadores, sin que sea necesario recurrir a un cálculo de compensacion, i adoptando una escala bastante grande para poder deducir directamente para cada altura del hidrómetro el caudal o gasto correspondiente. Por lo jeneral, este método es suficiente para fines prácticos, tanto mas si se considera que los resultados de los aforos con flotadores no poseen un grado notable de exactitud. Pero con frecuencia se establecen las *ecuaciones analíticas de las curvas de caudales* por medio de cálculos mas o ménos complicados.

Para estas ecuaciones se pueden elejir diversos tipos, segun el carácter de las curvas que se quieren estudiar. Respecto de esta cuestion se encuentran minuciosos detalles en el tratado citado «*Etude hydrologique d'un Bassin de Montagne*» por R. de la Brosse, Ingenieur en Chef des Ponts et Chaussées (págs. 12-14).

Si la seccion de flujo no es simple sino doble, por ejemplo, tambien la curva de los caudales no presenta ya una forma continua. Para la elaboracion matemática de la curva es recomendable en estos casos el descomponerla en dos o mas ramas, i para cada una de éstas establecer una ecuacion especial, segun la marcha de los puntos medidos.

El profesor A. R. Harlacher de Praga elijió la fórmula jeneral:

$$Q = \xi (H+A)^x,$$

para establecer la lei empírica del curso del Elba cerca de Tetscheu.

Significan:

Q, el gasto o caudal por segundo en m³;

H, la altura respectiva en el hidrómetro;

A, la altura hidrométrica para lo cual el caudal es igual a cero (esta altura coincide con el punto mas bajo de la seccion en el hidrómetro: si el *thalweg* no presenta contrapendientes);

ξ , un coeficiente i x un esponente que debe determinarse segun el método de los cuadrados mínimos.

Cuando ocurre compensar cuidadosamente los resultados de los aforos, como sucedió en el caso de la elaboracion del abundante material de observacion referente al réjimen de las cinco principales estaciones del Rhin grisonense, la Oficina Hidrométrica Federal usa la fórmula:

$$Q = a + bP + cP^2$$

En la *lámina 9* está representado en todas sus fases el método

de cálculo seguido en un caso determinado, es decir para el Ródano en la Porte du Scex, juntamente con la determinacion de los errores.

Hasta ahora se ha aprobado tácitamente que a una altura dada en el hidrómetro corresponda siempre el mismo caudal para un curso de agua. Pero esto no es lo que siempre sucede en realidad aunque se descuiden los errores de observacion inevitables.

En numerosas represas se ha podido constatar ya un caudal diferente con los mismos niveles, segun que los cursos de agua en cuestion se encuentren en el período de aumento o disminucion. Un ejemplo característico nos lo suministra la lámina final del tratado citado anteriormente: «*L' Etat actuel des Yaugeages en Hongrie*», par Samuel Hajós, Ingénieur en Chef. Las diferencias de caudal con el agua creciente i con el nivel decreciente, consignadas en el correspondiente diagrama (fig. 8), aparecen sin embargo mui excesivas, de tal modo que se debe suponer que durante el fenómeno del crecimiento o disminucion del nivel de agua han intervenido otras causas como, por ejemplo, la alteracion de la seccion, regurjitos del agua, etc.

Pór otra parte, el curso de un rio, aun el de los mas grandes, puede ser momentáneamente modificado de una manera notable, tanto por el réjimen de un afluente importante, como tambien por obras artificiales, sobre todo por esclusas movibles. Semejantes casos son mui numerosos en Suiza; citemos, por ejemplo, el Rhin en Jinebra (entre «*l' Usine de la Coulouvrenière*» i la «*Jonction*», regurjitos del Arve); el Ródano entre la «*Jonction*» i «*l' Usine de Chévres*»; el Aar, aguas arriba en las esclusas de las instalaciones de fuerza motriz; Hagneck, Wangen a/A, Winau, Beznau; el Rhin en Rheinfeldeu i otros. En todos estos puntos el caudal no es solo una funcion del nivel de agua, sino tambien de las condiciones de pendiente que se verifican en un momento dado.

Con el objeto de poder establecer con seguridad las leyes de flujo en semejantes casos, es decir, cuando ya no resulta conveniente una escala de los caudales en el sentido empleado hasta aquí, conviene establecer primeramente un hidrómetro en cada una de las dos estremidades de la seccion del curso de agua que se va a aforar. Este hecho no debe ser ni demasiado largo ni excesivamente corto; si es considerable, por lo jeneral se dejarán sentir siempre mas los efectos perturbadores de secciones de distinta naturaleza, recodos, etc.; por el contrario, si se elije un lecho demasiado corto, las pendientes, sobre todo cuando éstas son relativamente escasas, no pueden determinarse ya con suficiente seguridad. Los ceros de los dos límites indicados deben tener la misma altitud, de tal modo que las dife-

rencias de las lecturas en los dos hidrómetros correspondan inmediatamente a las diferencias de pendiente. Los aforos deben ser hechos, si es posible, en el mismo perfil i en número tal de poder caracterizar suficientemente el flujo del curso de agua para los diferentes niveles i las varias condiciones de pendiente. Respecto al consiguiente tratamiento matemático del problema, consúltense las *láminas* 92 i 93 en las cuales se encuentra elaborado el material de observacion obtenido en el canal de aduccion de la instalacion de Rheinfeldeu. Allí se trataba precisamente de derivar una fórmula i de construir un diagrama, de los cuales, para cada diferencia de nivel h entre el hidrómetro superior i el inferior (hidrómetros I i II) i para cada altura correspondiente de la napa de agua, P , en el hidrómetro superior, se pudiera deducir el caudal Q . De allí resultó:

$$Q = 81,272 (P - 6,427)^{\frac{3}{2}} / h$$

El diagrama, además, consta de una serie de curvas de los caudales en las cuales, a cada diferencia de nivel h , dividido en cm., corresponde una curva propia, de la que se puede deducir el respectivo caudal para cualquier altura P en el hidrómetro.

TRIBUTO DE LOS CURSOS DE AGUA EN LAS ESTACIONES LIMNIMÉTRICAS PRINCIPALES

La construccion de las escalas de flujo i de los diagramas debe considerarse solamente como un medio para alcanzar un objeto determinado, que consiste por lo jeneral en seguir sin interrupcion las condiciones de flujo de un curso de agua continuo, durante un largo período de tiempo. Pero aun cuando se dispone de observaciones hidrométricas o curvas limnigráficas continuas i exactas, se presentan a menudo obstáculos bien molestos, entre los cuales i como el mas importante debemos considerar la variacion de las secciones, siendo mui difícil encontrar en los rios suizos trechos cuya seccion no esté sujeta a alteraciones mas o ménos grandes.

Por consiguiente, aun una escala de flujo deducida con la mayor minuciosidad pierde demasiado frecuentemente la exactitud de sus indicaciones. Miéntras las variaciones del cauce se mantienen dentro de límites restrinjidos, es mui fácil hallar remedio, sin perjudicar mucho el grado de seguridad de los resultados de los aforos, desviando convenientemente la curva. Si, por el contrario, las alte-

raciones del lecho del rio son notables, es menester entónces repetir una parte de las operaciones. Tomando en consideracion las fatigas i los gastos inherentes a la determinacion de las escalas de flujo seria conveniente en muchos casos, sobre todo si se trata de pequeños cursos de agua, asegurar el fondo con piedras de defensa, ántes de emprender las mediciones. Citaremos al respecto la estacion de Gletsch sobre el Ródano.

En las cinco principales estaciones hidrométricas del Rhin, en el canton de Grisons, se emprendieron en vasta escala estudios minuciosos acerca del tributo de los correspondientes rios: estos estudios abrazan un período de 12 años, con escepcion de una sola estacion. Las estaciones i los rios en referencia son los siguientes:

1. Ilanz, Rhin anterior;
2. Ilanz, Glenner;
3. Rothenbrunnen, Rhin posterior;
4. Felsberg, Rhin i
5. Mastrils (Tardisbrüce), Rhin.

Cómo en ninguna de estas cinco estaciones las secciones elejidas conservaron las mismas condiciones, variando muchas veces considerablemente, fué necesario reducir primeramente a una misma base los resultados de los numerosos aforos i las observaciones hidrométricas efectuadas. Esto se llevó a cabo sobre todo con ayuda de las revisiones de las secciones arreglando de la mejor manera, segun el descenso o elevacion del fondo medio, tanto las observaciones hidrométricas continuas como los niveles de agua de los diversos aforos al estado de las secciones encontrado últimamente. En muchos casos, todo esto se consiguió de una manera satisfactoria; en cambio, en otros hubo que adaptarse del mejor modo posible, a falta de otros datos, por verificarse pendientes trasversales en la napa de agua i fuertes contracciones en la seccion.

Naturalmente, no se pudieron evitar algunas incertidumbres en vista del curso del rio, a veces bastante complicado, i de las variaciones de los perfiles. Terminados estos largos i molestos trabajos preliminares, se trazó primeramente sobre tablas adecuadas *la marcha o duracion* de los diversos niveles de agua en el hidrómetro i de los caudales por segundo, para cada año de los períodos que debian examinarse, i con los valores medios correspondientes. Para mayor claridad se representaron todavía estos valores medios bajo la forma de diagramas. En seguida se determinaron las *variaciones de los caudales por segundo*, tanto sinóptica como gráficamente; al principio, la elaboracion se limitó a establecer los caudales mensuales

máximos i mínimos i los caudales medios mensuales, semestrales i anuales. Además se calcularon los caudales máximos i mínimos mensuales i absolutos, i también los valores medios de los caudales medios mensuales, invernales, estivales i anuales. Todos estos resultados se encuentran compendiados en el «*Regime des eaux en Suisse*», Bassin du Rhin depuis ses sources jusqu'à l'embouchure de la Tamina. Quatrième partie. Les débits minima et les force hydrauliques minima des cours d'eau ainsi que leurs divers débits aux stations limnimétriques principales.

En las láminas 94 i 99, por último, fueron confrontados entre sí, por medio de representaciones gráficas i de un cuadro sinóptico, los resultados de que acabamos de hablar pero solo en lo que concurre a los caudales.

La determinacion de los valores medios de los caudales medios, máximos i mínimos de un curso de agua, sobre todo cuando se refieren a un largo período de tiempo, constituye siempre un trabajo mui largo i pesado. Pero en cambio se obtiene un material de gran valor que sirve no solo para fines prácticos, en especial para apreciar las instalaciones de fuerza motriz, la correccion de los rios, etc., sino también es sumamente útil para la solucion de problemas científicos (relacion entre la precipitacion meteórica i el escurrimiento, disminucion o aumento del caudal de los rios, etc.)

Un problema aparte para cuya solucion es indispensable el conocimiento exacto del flujo, es el que se refiere a la determinacion de la cantidad de minerales disueltos o en suspension transportados por los cursos de agua. En este sentido i por indicacion del profesor Dr. E. Brückner de Viena, se efectuó durante un año entero i sin interrupcion el análisis químico diario de las aguas del Ródano en Porte du Scex.

El estudio mismo fué llevado a cabo por el Dr. E. Uetrecht, coadyuvado por la Oficina Hidrométrica federal; esta última colaboró sobre todo efectuando los necesarios aforos i suministrando los diagramas del limnógrafo. Los resultados i las conclusiones están publicados en la disertacion: «*Die Ablation der Rhone in ihrem Walliser Einzugsgebiete im Jahre 1904/5.*» Inaugural-Dissertation de Philosophischen Fakultät der Universität Bern zur Erlangung der Doktorwürde, vorgelegt von Erich Uetrecht aus Minden (Westfalen). Bern 1906. Druck von Wilhelm Baensch in Dresden.

Como resultados mas interesantes citemos los siguientes:

Clasificación de los valores	Caudales	Materias trasportadas		Observaciones
		Devueltas	En suspension	
Valor diario máximo	642 m ³ por segundo (19. VI. 04)	0,525 gr. por litro (9. II. 05)	1,930 gr. por litro (valor medio diario) 2,931 gr. por litro (máximo 9 P. M.) (25. VI. 04)	Cuenca del Ródano en la estación Porte du Scex=5.219,328 kms ² , de los cuales: rocas i yacimientos de detritos=1.343,889 kms ² , bosques=829,493 kms ² , nevados y ventisqueros=932,958 kms ² . — Altura de flujo para el año 1904/05 (1. IV. 04-31. III. 05) según los resultados de los aforos=116 cm. Altura de precipitación para el año 1904/05 (1. IV. 04--31. III. 05) según las observaciones de 27 estaciones pluviométricas=76, 15 cm. Altura media anual de precipitación según el mapa Billwiller=108 cm.
Valor diario mínimo	24 m ³ por segundo (18. II-24, II, 05)	0,073 gr. por litro (17. 18. VIII. 04)	0,000 por litro (9. 12. XII. 04; 24. 1; 10-23. III. 05)	
Valor mensual máximo	1,348.272,000 m ³ (VI. 05)	169.363.354 kg. (VI. 05)	947.583,407 kg. (VII. 05)	
Valor mensual mínimo	60.220,000 m ³ (II. 05)	23.061,976 kg. (II. 05)	1.132,878 kg. (II. 05)	
Valor total anual	6,052.838,400 m ³	944.683,738 kg.	3,094.328,594 kg.	
		4,039.012,332 kg.		

FUERZAS HIDRÁULICAS DISPONIBLES EN SUIZA

Se repite a menudo que las fuerzas hidráulicas suizas constituyen una «enorme riqueza nacional». Sin embargo, las circunstancias son del todo especiales. Esta riqueza, cuando subsiste en las rejiones completamente apartadas de nuestros rios, está mui léjos de ser provechosa i para convertirla en tal habria que recurrir a la construccion de instalaciones costosísimas. Para realizar estas riquezas se necesitarian enormes capitales, aun cuando se tratara solo de 100,000 H. P. i en caso de que por término medio los gastos de instalacion no importaran mas de 500 francos por caballo.

La *hulla blanca*, como tan propiamente se designan ahora las fuerzas hidráulicas alpinas en el Delfinado i en Saboya, es en estremo costosa tanto como la *hulla negra*.

En el curso de nuestra esposicion indicamos tambien que, segun los cálculos del ingeniero R. Lauterburg, todas las *fuerzas hidráulicas brutas disponibles* en Suiza suman en conjunto 4.482,213 H. P. Este autor, en sus resúmenes sucesivos partió, como es sabido, de la suposicion de que estos *cuatro i medio millones de caballos dinámicos* podrían considerarse solo en mínima parte como «fuerzas efectivamente *productoras*». En un primer resúmen ordenado segun las hoyas fluviales, obtuvo, para las fuerzas brutas *productoras* la suma de 623,814 H. P. En otro resúmen revisado en seguida, en el que las fuerzas hidráulicas brutas *productivas* fueron ordenadas por cantones, el ingeniero R. Lauterburg, basándose en los caudales medios de las *alturas medias i mínimas*, llegó a una suma total de 582,834 H. P., que luego redujo a 576,166 H. P. Por último, el ingeniero R. Lauterburg quiso basar sus cálculos sobre los caudales de los *estiajes ordinarios*; entónces no obtuvo sino una suma total de fuerzas productivas de 253,698 H. P. (brutos). Nótese todavía que el ingeniero A. Jegher en su «*Informe sobre el régimen de las aguas de Suiza*», publicado en 1894, estimó todas las fuerzas hidráulicas suizas disponibles en 100,000 H. P. (brutos), en números redondos.

FUERZAS HIDRÁULICAS MÍNIMAS, DISPONIBLES I UTILIZADAS, DEL RHIN
I DE SUS AFLUENTES PRINCIPALES DESDE SU NACIMIENTO HASTA
LA CONFLUENCIA DE LA TANIMA.

Era natural que la Oficina Hidráulica federal emprendiera la determinacion de las fuerzas hidráulicas todavía realmente disponibles

en una hoya, cuyo régimen habia sido ya enteramente estudiado. Este trabajo se efectuó para el *Rhin anterior i posterior* i para el *Rhin entre Reichenau i Ragaz*, comprendiendo los afluentes, aunque estos estudios no formaran propiamente parte del programa fijado al principio.

En los tres mapas correspondientes a las *láminas* 95, 96 i 97, a escala de 1 : 200,000 (reproducidas de las cartas originales a 1 : 50,000), los *puntos rojos* unidos mediante rayas rojas a los *círculos blancos*, indican los lugares de las mediciones del caudal mínimo efectuadas con molinete. El número de las banderolas sobrepuestas a los círculos corresponden a los números de los respectivos aforos, cuyos resultados fueron compendiados en tablas, como quedó indicado. El número *superior* en cada círculo blanco da el *caudal mínimo en metros cúbicos por segundo*; debajo de éste se encuentra la *fecha* en que se constató ese estiaje, el número mas bajo indica *el gasto mínimo en litros por segundo i por kilómetro cuadrado de hoya hidrográfica*. El área de los círculos es proporcional al monto de esta última cantidad, i en consecuencia los círculos pequeños representan secciones *relativamente escasas de agua*, los grandes en cambio indican *secciones mas abundantes de agua*. Los *trazos negros* compuestos de una o mas líneas paralelas representan los cursos de agua donde se levantaron i publicaron perfiles longitudinales no interrumpidos.

De paso observaremos nuevamente que la longitud total de las secciones estudiadas en esta forma, para las tres hoyas, alcanza a 727 kms.

Todos los cursos de agua fueron divididos en secciones [→] (en el Rhin anterior son 115, en el posterior son 121 i en el Rhin entre Reichenau i Ragaz 120), cuyas longitudes resultaron o de las condiciones de pendiente, o de la desembocadura de afluentes laterales importantes o de otras consideraciones. Para cada una de estas secciones fué determinado en seguida el *mínimum disponible de fuerza*, por medio de las pendientes absolutas deducidas del perfil longitudinal i de los caudales mínimos medidos directamente, o bien interpoladas sirviéndose de la «estadística de las áreas».

Ademas, se rebajaron siempre en un 10% las pendientes absolutas, tomando en cuenta las inevitables pérdidas de salto. Tampoco los caudales mínimos deducidos por medicion o interpolacion se introdujeron íntegramente en los cálculos, sino que por lo jeneral se castigaron en un 10% tambien, i cuando parecian excesivamente grandes, en un 15 a 25%. Debemos llamar la atencion especialmente que las fuerzas se determinaron siempre en *caballos netos* i no *brutos*,

suponiendo un rendimiento del 75 % de los motores. Estas fuerzas están indicadas en los *cuadrados colorados*, colocados oblicuamente, cuyas áreas son proporcionales al monto de las fuerzas correspondientes. La cifra en el ángulo inferior del cuadrado, encerrada en un pequeño círculo, corresponde al número de la sección respectiva del curso de agua en el *prospecto de las fuerzas hidráulicas mínimas*.

Se estableció luego para cada sección la *energía mecánica relativa* allí contenida, es decir, el número de caballos dinámicos por metro corrido de la longitud del río. Estas fuerzas están representadas en los tres mapas con trazos negros mas o menos intensos; así, por ejemplo, la energía mecánica relativa de una sección signada con 4 trazos mas fuertes, se encuentra entre los límites de 0,40 i 0,45 H. P.; en cambio, la de una sección marcada con un trazo grueso i otro delgado, solo está comprendida entre 0,15 i 0,20 H. P.

Para evitar el dilema de tener que hacer rigurosa distinción entre secciones *productivas* e *improductivas* (ilusorias), las fuerzas de agua disponibles fueron divididas en 4 categorías (I—óptimas, II—buenas, III—mediocres, IV—malas), que se reconocen en el mapa por medio de colores: *verde, azul, amarillo i rojo*.

Salta a la vista que la *division por categorías* no se puede ejecutar con absoluta seguridad, dependiendo el valor industrial de una fuerza disponible de una cantidad notable de factores mas o menos importantes que son apreciados bajo diversos aspectos i que tambien pueden variar rápidamente. Así, puede suceder que una fuerza clasificada en la III categoría (amarilla) sea utilizada pronto, i por consiguiente debiera haber sido incluida en la primera categoría; mientras, por el contrario, una fuerza de la primera categoría que queda inútil durante muchos años, debiera haber figurado mas bien en la IV categoría.

Todavía la entidad de la energía mecánica relativa de una sección i la distancia de la estación central eléctrica a los centros industriales i comerciales, suministran de por sí datos importantes para apreciar el valor industrial de la fuerza en cuestión, de tal modo que las secciones comprendidas en la 1.^a i en la 4.^a categorías pueden distinguirse todavía de las otras con facilidad i con suficiente certidumbre. Mas difícil es la clasificación en la 2.^a o 3.^a categorías, i aun las inexactitudes se compensarán mas o menos mutuamente.

En la repartición de las secciones de los cursos de agua no se tomaron en cuenta los *antiguos establecimientos* existentes, que en la mayor parte de los casos disponen de una instalación del todo incompleta, ni los *límites comunales*. Respecto de los primeros estable-

cimientos se debe admitir que, si se trata de la utilizacion racional de las aguas, ellos tendrán que desaparecer, previa indemnizacion equitativa, en cualquiera forma, a los propietarios de las fuerzas reprimidas. En los tres mapas estas viejas instalaciones, en su mayor parte insignificantes, fueron acusadas con *triángulos negros*, pero descuriendo toda indicacion sobre las fuerzas verdaderamente explotadas; sea por evitar complicaciones, en los prospectos ya mencionados de las fuerzas hidráulicas mínimas se ha calculado, para todas estas viejas instalaciones, el monto de las fuerzas obtenibles en estas secciones i que pudieran rescatarse eventualmente, en caso que se tuvieran motores bastante potentes (con 75 % de rendimiento) i si las inevitables pérdidas por caída no sobrepasaran el 10% de la pendiente existente.

A este método de cálculo no se puede negar cierta justificacion debiéndose tomar en cuenta para la futura adquisicion de una antigua instalacion, no la fuerza *realmente utilizada*, sino mas bien la fuerza *utilizable* segun derechos documentados. En vez, para la determinacion de los caballos dinámicos mínimos de una *nueva instalacion hidráulica con utilizacion racional de la fuerza*, se operó del mismo modo, precisamente como si se tratara de una fuerza de la 1.^a, 2.^a, 3.^a o 4.^a categorías. Con el resto, con las *viejas instalaciones*, de utilizacion incompleta, i con las *nuevas*, explotadas racionalmente, se hicieron dos categorías, es decir, una designada con *A* i la otra con *B*. Las diversas fuerzas de la categoría *B* se distinguen por medio de *cuadros negros* con cifras blancas.

En el canton des Grisons, a cuyo territorio pertenecen casi exclusivamente las hoyas del Rhin anterior, del Rhin posterior i del Rhin entre Reichenau i Rapaz, «todos los cursos de agua que no esten comprobados como de propiedad privada, deben considerarse de propiedad de la *comuna* cuyo territorio ocupan». Pero, como ya queda indicado, en la division de las secciones se procedió sin tomar en cuenta los límites comunales, a menudo complicados; porque, si hubiera que atenerse a ellos, en la mayor parte de los casos seria imposible una *utilizacion racional* de las fuerzas hidráulicas. Por medio de la nueva lei sobre fuerzas hidráulicas, que entró en vigor desde el 18 de marzo de 1906, el canton des Grisons se ha reservado muy oportunamente los derechos suficientes para impedir todo fraccionamiento irracional de las secciones de los cursos de agua, aptas para ser aprovechadas para instalaciones hidráulicas.

Ahora bien, los tres mapas de orientacion sobre las fuerzas hidráulicas mínimas pueden suministrar tanto al Canton como a la

A.—Cuadro sinóptico de las fuerzas hidráulicas mínimas en la hoya del Rhin desde su nacimiento hasta Ragaz

CATEGORIAS		Hoya del Rhin anterior 1.513,676 kms. ²		Hoya del Rhin posterior 1.692,663 kms. ²		Hoya del Rhin entre Reichenau i Ragaz 1.248,189 kms. ²		Hoya total 4.454,528 kms.	
Designacion	DENOMINACION	HP. netos	Por km. ² de hoya	HP. netos	Por km. ² de hoya	HP. netos	Por km. ² de hoya	HP. netos	Por km. ² de hoya
A	Viejas instalaciones hidráulicas con utilizacion incompleta de la fuerza.....	819	0,5	1 244	0,7	1 665	1,3	3 728	0,8
B	Nuevas instalaciones hidráulicas con utilizacion racional de la fuerza.....	220	0,1	3 180	1,9	1 500	1,2	4 900	1,1
I	Fuerzas hidráulicas mínimas disponibles	9 410	6,2	22 550	13,3	5 470	4,4	37 430	8,4
II	» » » »	13 730	9,1	15 040	8,9	20 600	16,5	49 370	11,1
III	» » » »	12 710	8,4	9 930	5,9	15 970	12,8	38 610	8,7
IV	» » » »	5 330	3,5	10 390	6,1	3 740	3,0	19 460	4,3
Total de las fuerzas hidráulicas mínimas disponibles.....		41 180	27,2	57 910	34,2	45 780	36,7	144 870	32,5
Total de las fuerzas hidráulicas mínimas utilizadas racionalmente i de las todavía disponibles.....		41 400	27,3*	61 090	36,1*	47 280	37,9*	149 770	33,6*

autoridades comunales los datos suficientes para proceder de la mejor manera posible, i desde el principio a la utilizacion racional de las secciones varias de los cursos de agua, e impedir a la especulacion desenfadada todo derroche inútil de fuerza.

Desde que la enerjía eléctrica suministrada por la fuerza de las aguas puede ser trasportada en cualquiera cantidad i a grandes distancias sin pérdidas considerables, siendo los motores hidráulicos perfeccionados mas i mas, sobre todo en el sentido de permitir su adaptacion a todas las pendientes i a todos los caudales, las fuerzas hidráulicas deben considerarse siempre mas como de propiedad pública, destinada a servir en beneficio jeneral. Todavía, la utilizacion de los cursos de agua con el fin de producir fuerza, no debe exceder los límites de la necesidad de otras ramas del bienestar público, como la agricultura, el agua potable, la navegacion, la pesca, ni atropellar las aspiraciones de la Liga para la proteccion de las bellezas naturales.

Los ya indicados mapas, juntamente con los cuadros sinópticos, sirven para informar rápidamente i con seguridad donde están situadas las fuerzas hidráulicas necesarias para promover la industria i para la traccion eléctrica de líneas ferroviarias.

El prospecto siguiente reúne claramente el *monto total* de las fuerzas hidráulicas de las diversas categorías consideradas. Ni será preciso hacer notar espresamente que en la determinacion de estos totales prevaleció la tendencia de no representar las condiciones de las fuerzas hidráulicas mas favorables de lo que son en realidad. (Cuadro A).

Hoy día es cosa difícil encontrar en cualquier parte las condiciones que hagan aparecer lucrativa aun la utilizacion de secciones que, no obstante presenten una enerjía mecánica relativamente grande, distan demasiado de los centros de consumo, o bien se encuentran a una altitud bastante elevada. Además, un gran número de secciones de buena posicion, pero con poca enerjía relativa, deben descartarse a lo ménos por el momento, en vista de que tanto los gastos de instalacion como los de funcionamiento no están en justa proporcion con la fuerza que pueden suministrar.

Ahora, como todas estas secciones, sin escepcion, fueron incluidas en la III i IV categorías, para ciertos fines estadísticos parece justificado considerar solamente las fuerzas de la 1.^a i 2.^a categorías. En las hoyas reunidas del Rhin anterior, del Rhin posterior i del Rhin entre Reichenau i Rapaz, se tendria sin duda un conjunto de 86,800, *HP netos* para ser utilizados con provecho. No carecerá de

interes el comparar las fuerzas hidráulicas determinadas por el ingeniero R. Lanterburg para toda la hoya del Rhin, desde sus vertientes hasta Rapaz, con los resultados obtenidos para la misma hoya por la Oficina Hidrométrica federal. El cuadro siguiente da las explicaciones necesarias. (Cuadro B).

Hasta aquí, al hablar de caballos dinámicos, se entendió de 24 horas. Pero, en muchas instalaciones hidráulicas se puede combinar un funcionamiento de 11 a 12 horas, reduciendo en consecuencia a la mínima cantidad posible la demanda de fuerza durante los intervalos de tiempo restantes. Si las circunstancias locales permiten la construcción de una cámara de carga de bastante capacidad, o de un depósito especial en el que se pueda acumular toda o parte del agua que fluye inútilmente durante los intervalos de descanso, la potencialidad de la instalación en ciertos casos hasta puede duplicarse. Es evidente que las dos clases de acumuladores hidráulicos deben servir también para satisfacer las exigencias de los motores durante el regular funcionamiento diario, permitiendo compensar las grandes i repentinas oscilaciones de la fuerza necesaria, como sucede especialmente en el caso de la tracción eléctrica de las líneas férreas.

Para la compilación de los tres mapas de orientación de las fuerzas hidráulicas mínimas, indicadas mas arriba, no se pudieron tomar en consideración, por diversos motivos, las instalaciones de depósitos u otros medios destinados a aumentar la producción de una oficina hidro-eléctrica, lo que contribuirá, por otra parte, al aumento del grado de seguridad de la estadística ejecutada.

NAVEGACION INTERNA

Los resultados del informe sobre el Régimen de las aguas en Suiza, además de servir en su conjunto a resolver problemas puramente hidrotécnicos, serán una ayuda en muchos otros campos de la ciencia i de la técnica, particularmente de la jeología i de la jeografía, i en los estudios preliminares para establecer nuevas vías de comunicación.

Los perfiles longitudinales, las escalas de los caudales, los diagramas de los niveles de los mayores rios que corren en las rejiones mas bajas i ménos éscarpadas de nuestro país, formarán en particular las primeras i mas importantes bases para la futura creación de nuevas *vías navegables*.

B.—Fuerzas hidráulicas en las hoyas del Rhin anterior, del Rhin posterior i del Rhin entre Reichenau i Ragaz

Comparacion de los resultados obtenidos por el ingeniero R. Lauterburg i por la Oficina H. F.

PUBLICACION		Naturaleza de las fuerzas hidráulicas	Categorías	Fuerzas hidráulicas en caballos dinámicos					OBSERVACIONES
N.º	TÍTULO			Rhin anterior hasta Reichenau	Rhin posterior hasta Reichenau	Rhin desde Reichenau hasta Ragaz	Rhin anterior i Rhin posterior hasta Reichenau	Rhin anterior, Rhin posterior i Rhin desde Reichenau hasta Ragaz	
1.	Ing. R. Lauterburg: «Prospecto de las fuerzas hidráulicas suizas dentro de los límites del desarrollo probable de la industria nacional, calculadas según los caudales del estado medio de las <i>alturas medias i de los estiajes</i> .» (Manuscrito original) 1890.	Totales de las fuerzas hidráulicas brutas existentes (números 1 a 36 inclusive). Total de las fuerzas hidráulicas brutas productivas (números 1 a 36 inclusive).....	240 142 23 265	254 873 33 620	202 051 28 277	495 015 56 885	697 066 85 162	En el N.º 35 el ing. R. Lauterburg calculaba la fuerza hidráulica del Rhin para el canton de Grisons desde Tardisbrüche hasta el límite cantonal; la O. H. F. da la fuerza total desde Tardisbrüche hasta Ragaz (suma de las partes sanagalenses i grisonenses); El trecho Tardisbrücke-límite cantonal i las condiciones de pendientes de las dos secciones son mas o ménos las mismas. En la estadística del inj. R. Lauterburg fué calculada una seccion entera (Tardisbrücke - límite cantonal) con la mitad del caudal del Rhin; en la estadística de la O. H. F., en cambio se computó la mitad de la seccion (Tardisbrücke-Ragaz) con el caudal total del Rhin. Las fuerzas resultantes tienen, pues, el mismo valor aproximado i, por tanto, pueden ser comparadas entre sí.
2.	Ing. R. Lauterburg: «Las fuerzas hidráulicas suizas, divididas en secciones de cursos de agua mayores i menores i calculadas según el caudal medio de las <i>alturas mínimas i medias</i> .» (Opúsculo verde) 1891.	Total de las fuerzas hidráulicas brutas productivas (números 1 a 36 inclusive).....	.....	23 265	33 566	28 277	56 831	85 103 a)
3.	Ing. R. Lauterburg: «Las fuerzas hidráulicas suizas divididas en cursos de agua mayores i menores calculadas según el caudal de los <i>estiajes ordinarios</i> i al mismo con la indicacion de los caudales mínimos.» (Opúsculo oscuro) 1891.	Total de las fuerzas hidráulicas brutas productivas (números 1 a 36 inclusive).....	.....	6 415	9 817	9 738	16 232	25 970
4.	Ofic. Hidr. Fed : Prospecto de los caudales mínimos, de las pendientes absolutas i de las fuerzas hidráulicas mínimas de las diversas secciones del Rhin anterior, del Rhin posterior i del Rhin entre Reichenau i Ragaz, i de sus afluentes mas importantes.	Total de las fuerzas hidráulicas <i>netas</i> (con un rendimiento de los motores del 75%) disponibles, (categorías I a IV) i ya racionalmente utilizadas (categoría B.)	I II III IV B Total ...	9 410 13 730 12 710 5 330 220 41 400	22 550 15 040 9 930 10 390 3 180 61 090	5 470 20 600 15 970 3 740 1 500 47 280	31 960 28 770 22 640 15 720 3 400 102 490	37 430 49 370 38 610 19 460 4 900 149 770	

OBSERVACION.—Si se tratara de comparar entre sí *con precisión* los valores indicados mas arriba, no se podria hacerlo sino con los valores contenidos en las publicaciones Núms. 3 i 4, i esto con las debidas restricciones. De todos modos, las fuerzas contenidas en las categorías I i II de la publicacion Núm. 4 pueden considerarse como *productivas*, en el sentido que le da el ingeniero Lauterburg. Estas dos categorías suman en conjunto 86,800 H. P. Agregando todavía las fuerzas de la categoría B. con 4,900 H. P. se tendria un total de 91,700 H. P. Pero es necesario tomar en cuenta que en las estadísticas del ingeniero Lauterburg figuran siempre caballos dinámicos *brutos* i no *netos*. Los 25,970 H. P. calculados por el ingeniero Lauterburg se reducen entónces a 19,477 H.P. a los cuales corresponden 91.700 H. P., según los resultados de la O. H. F., que representan un valor 4.7 veces mayor.

Bajo este aspecto, la Suiza no puede permanecer por mas tiempo mas atrasada que los otros estados limítrofes, sino que estará obligada, a su vez, a prestar mayor atencion a la apertura de nuevas vias de agua i al mejoramiento de las ya existentes.

Es menester en primer lugar obtener comunicaciones directas con el mar desde oportunas localidades de la frontera. En vista de esto, la noticia de que el gobierno cantonal de Basilea-Ciudad, ya en 1895 habia entrado en tratativas con el ministerio alsaciano con el objeto de realizar la prolongacion del canal de Hüningen hasta Basilea, fué acogida con vivo placer. El Consejo federal, apreciando las grandes ventajas que la proyectada prolongacion habria aportado no solo al Canton de Basilea-Ciudad, sino tambien a una gran parte de la Suiza, aseguró a dicho Canton la subvencion de un millon de francos. El «Mensaje del Consejo federal a las Cámaras federales concerniente a la concesion de un subsidio de parte de la Confederacion al Canton de Basilea-Ciudad, para la prolongacion del canal de Hüningen hasta Basilea» (del 4 de marzo de 1906), contiene al respecto minuciosos detalles acerca de las discusiones, de los proyectos, etc. La ejecucion de las obras proyectadas, sin embargo, no tuvo lugar por motivos que no es este el caso de esponer detalladamente.

En tiempos pasados la navegacion suiza fué mui descuidada i, lo que es todavía peor, le fueron opuestos de diferentes modos numerosos obstáculos que difícilmente podrán ser subsanados para facilitar la futura navegacion jeneral interna.

Ya es tiempo de proveer a que las condiciones no continúen empeorando, aunque ya en la actualidad una navegacion nacional en muchos lugares se haya hecho casi imposible, o no pueda ser efectuada sino con sacrificios que no están en proporcion con los resultados.

En los círculos técnicos i en los que se ocupan de política comercial será bien visto que una cuestion de tan grande importancia para Suiza sea nuevamente ajitada. Dos injenieros suizos, Juan Rusca de Locarno i R. Gelpke de Basilla hacen converjer especialmente sus esfuerzos a despertar el interes por la navegacion en nuestro pais. Sus proyectos tienden a crear por un lado una via navegable interna desde Venecia hasta Locarno i por otro a prolongar hasta Basilea la gran via del tráfico internacional que sigue al Rhin desde Rotterdam hasta Estrasburgo. La primera tendria su continuacion natural en la línea férrea del Gotardo hasta Flüelen, i aquí deberia establecerse una comunicacion por agua con Basilea. Tengamos es-

peranzas, pues, en una realizacion no lejana de estos grandiosos proyectos.

Los primeros pasos, coronados de éxito, ya se dieron, puesto que los viajes de ensayo sobre el Rhin entre Estrasburgo i Basilea, emprendidos en 1904 a 1907 bajo la direccion del ingeniero R. Gelpke, tuvieron resultados tan satisfactorios que ya no es casi dudosa la introduccion de una comunicacion por via navegable continua i siempre mas floreciente entre el mar i Basilea. Tambien es lícito esperar que en tiempos no lejanos se realizará de seguro la continuacion de la navegacion hasta el lago de Constanza, sobre todo si se construyeren las instalaciones hidro-eléctricas proyectadas en los trechos mas escabrosos del Alto Rhin. (Rápidas de Rheinfelden, Niederschwörstadt, Wallbach, Laufenburg, Koblenz, Neuhausen i Schaffhouse). Recomendamos al respecto las discusiones del Congreso de navegacion verificado en Lindau n. B. desde el 1.º al 4 de VI, 07.

Como es natural, las autoridades federales se mostraron favorables a las recientes aspiraciones de hacer posible la navegacion regular entre Estrasburgo i Basilea con prolongacion hasta el lago de Constanza. La mejor prueba. La mejor prueba nos la dá «el Mensaje del Consejo Federal a las Cámaras federales del 28 de agosto de 1906 sobre la concesion de subvenciones federales al canton de Basilea ciudad para la correccion del Rhin en la frontera alsaciana i para las instalaciones aptas para la navegacion». De acuerdo con este mensaje la Confederacion concede una subvencion de 217,700 francos sobre los gastos presupuestos complexivamente en 483,600 francos, de los cuales 173.600 francos para trabajos de defensa en el Rhin i 319,000 francos para las instalaciones de navegacion propiamente dichos i para 15 viajes de ensayo.

Respecto de la via navegable Venecia-Locarno reproducimos aquí íntegramente un informe que nos fué enviado el 9 de setiembre de 1907 por el ingeniero Juan Rusca, presidente en repetidas ocasiones de la Sociedad de Ingenieros i Arquitectos del canton Tecino, i en el que manifiesta ser «las condiciones para la navegacion en la «vertiente Sur de los Alpes bastante mas complicadas que para el «Rhin, principalmente porque la Italia posee de frente a Suiza intereses predominantes; éstos se encuentran en desacuerdo entre sí «por cuestiones rejionales i todavía se juzgan siempre según viejos «principios. Así las provincias de Novara i de Milan no aspiran a «una via navegable que atravesara sus territorios en direccion del «Lago Mayor sino que tienden a utilizar en provecho propio para

« la irrigacion i para la produccion de enerjía eléctrica las últimas
« fuerzas hidráulicas que todavía puede suministrar el rio Tecino
« despues de la sistemacion. Seguramente que el fisco italiano viene
« a encontrarse en cierto embarazo; pero al cabo salvaguardará sus
« propios intereses i probablemente asumirá él solo la construccion
« del «Canale Reguia Elena», cuando llegue el vencimiento de la con-
« cesion Villoresi, a la que Suiza dió su consentimiento, desgraciada-
« mente sin las adecuadas reservas para el caso de caducar, si tras-
« curria infructuosamente. Así se perjudicarian en sumo grado los
« esfuerzos de la navegacion interna de atribucion del Lago Mayor,
« porque el canal en cuestion comenzaria con una galería de un kiló-
« metro i medio, de seccion circular que midiera 5,60 metros de diá-
« metro i casi completamente mojada. Como consecuencia de esto, se
« formó una comision internacional en la que el Canton Tecino está
« representado por el Consejero de Estado Cayetano Donini, la ciu-
« dad de Locarno por el propio técnico comunal Eujenio Cavadini i
« la sociedad para la navegacion del Rhin superior en Basilea por el
« miembro del comité ingeniero Juan Rusca; a esta comision corres-
« ponderia la tarea de alejar por todos los medios posibles el peligro
« mencionado. La organizacion del citado comité exijió grandes sa-
« crificios de tiempo i de fatigas i hasta ahora no se ha verificado
« la eleccion de presidente.

« Siempre que las autoridades suizas aprueben convenientemen-
« te estos esfuerzos, se puede confiar en un éxito seguro i lo mismo
« en el desarrollo ventajoso de la navegacion de la vertiente Sur de
« nuestros Alpes; por cierto que esto debiera hacerse pronto, porque
« de otro modo es de temer que el fin deseado se aleje siempre mas
« hasta hacerse inalcanzable.

« En cambio, si se realiza la proyectada prolongacion de la na-
« vegacion interna *hacia ámbas vertientes de los Alpes*, el lago Mayor
« i el lago Constanza tendrian la misma importancia que tienen para
« Italia el Mar Adriático i el Mar Mediterráneo; esta navegacion seria
« para nosotros ventajosas bajo todos aspectos, aportando beneficios
« inapreciables».

Pero las líneas férreas no deben sentir celos de las nuevas vías navegables, pudiendo estos dos medios de comunicacion subsistir i prosperar el uno junto al otro, ayudándose mutuamente.

En consecuencia, aproxímese pronto el tiempo en que, con notable provecho de la industria i del funcionamiento ferroviario, las instalaciones hidro-eléctricas se sucedan una a otra, desarrollándose

al mismo tiempo a lo largo de nuestros mayores rios hechos navegables, un intenso tráfico hasta el corazon del pais, con la mayor ventaja para la prosperidad nacional. (*)

(*) Las láminas a que se hace referencia en el curso del estudio «Desarrollo de la Hidrometría en Suiza», que aquí concluye, ha sido imposible incluirlas en el BOLETIN por no permitirlo su formato.—La «Seccion Estudio de las Fuerzas Hidráulicas», que ha iniciado con este estudio la publicacion de una serie de trabajos sobre esta materia, enviará copias azules de las referidas láminas a las personas que las soliciten, bastando para ello dirigirse al Ingeniero jefe de la Seccion, señor Oscar Schmidt, Moneda 759, Santiago.—Dicha Seccion seguirá agregando al final del BOLETIN los estudios que desea dar a conocer, mientras puede contar con un órgano propio de publicacion.



I.—Ejecucion de las mediciones de la velocidad en una vertical

Curso de agua: Singine cerca de Schwarzenburg.

Perfil de medida: Aguas arriba del puente carretero.

Molinete N.º 577 [aleta N.º 1 radio 0,060m

1908

Fecha		Altura del plano de agua		Hora del principio i del fin de la medicion	Verti- cal	Alturas rela- tivas del eje del molinete **	Señales eléctricas cada 25 vueltas del molinete				Veloci- dad v	Alturas abso- lutas del eje del molinete	Observaciones i croquis
Mes	Dia	C _r =	C _r =				Lecturas en el reloj de segundos i diferencias t de las lecturas	Σ[t]	Núme- ro de los t	Media de los t			
		648,616										Distancia del eje del molinete al pié de la varilla = 0,070 m. $v = 0,0144 + \frac{6,5406}{t}$
Febrero	19	0 272 648,344		4 h 15 P. M.	0.80	(0,888)	Fondo	—	—	—	—	(647,621)	*) Segun la nivelacion, véase seccion, =647,616. Esta última cota es siempre preferida. Principio: 4 h 15' 20,0" Fin: 4 h 25' 24,5" Duracion 10' 4,5" =604,5" **) Lectura sobre la varilla del molinete.
					♦	0,958	20,0 60,0 40,0 20,5 40,0 40,0 40,5	120,5	3	40,2	0,177	647,691	
					♦	1,100	45,5 10,0 34,5 59,5 23,5 25,0 24,5 24,5 25,0 24,0	123,0	5	24,6	0,280	647,833	
					♦	1,250	43,0 2,5 21,5 41,0 60,0 19,5 19,5 19,5 19,0 19,5 19,0 19,5	116,0	6	19,3	0,352	647,983	
					♦	1,400	37,5 55,5 13,0 31,0 48,5 6,5 24,0 18,0 18,0 17,5 18,0 17,5 18,0 17,5	124,5	7	17,8	0,382	648,133	
					♦	1,550	41,0 58,5 15,5 33,0 50,0 7,5 24,5 17,0 17,5 17,0 17,5 17,0 17,5 17,0	120,5	7	17,2	0,394	648,283	
		0 273 648,343		4 h 25 P. M.	♦	1,610	Eje del molinete en la superficie del agua	—	—	—	—	648,343	
								604,5					

NOTA.—La disposicion de estos formularios i el método de anotacion se infiere de este cuadro i de los dos siguientes sacados de un aforo realmente ejecutado.

II.— Medicion de las pendientes relativas del plano de agua

Curso de agua: *Singine cerca de Schwarzenburg.*

1806

Perfil de medida: *Aguas arriba del puente carretero.*

Fecha		A. M.	P. M.	Ribera izquierda	Ribera derecha	Principios		Medidas del nivel del agua en los piquetes						Fin		Alturas en el hidrómetro			
Mes	Día					Hora	Minutos	Aguas abajo	E	D	C	B	A	Aguas arriba	Hora	Minutos	Lectura	Hora	Minutos
Febrero	19	—	P. M.	i.	—	3 h	50	➡➡➡	0,342	0,405	0,272	0,351	0,227	➡➡➡	3 h	55	2,12	3 h	49
						4 h	—	←←←	0,341	0,403	0,272	0,350	0,226	←←←	3 h	56	2,12	4 h	01
Febrero	19	—	P. M.	—	d.	4 h	02	➡➡➡	0,234	0,316	0,307	0,201	0,412	➡➡➡	4 h	07	—	—	—
						4 h	12	←←←	0,232	0,315	0,306	0,200	0,412	←←←	4 h	08	—	—	—

<p>NOTAS.—Agua completamente libre de hielo. Durante la noche del 18/19 febrero, fuerte nevazon.</p>	<table style="margin: auto; border: none;"> <tr> <td>E</td> <td>D</td> <td>C</td> <td>B</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>O</td> <td>O</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>✚ 10,0</td> <td>✚✚ 10,0</td> <td>✚✚✚ 10,0</td> <td>✚✚✚ 10,0</td> <td>✚</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">←—————→</td> <td></td> </tr> <tr> <td>✚ 10,0</td> <td>✚✚ 10,0</td> <td>✚✚✚ 10,0</td> <td>✚✚✚ 10,0</td> <td>✚</td> </tr> <tr> <td>O</td> <td>O</td> <td>O</td> <td>O</td> <td>O</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>D</td> <td>C</td> <td>B</td> <td>A</td> </tr> </table>	E	D	C	B	A	O	O				✚ 10,0	✚✚ 10,0	✚✚✚ 10,0	✚✚✚ 10,0	✚		←—————→				✚ 10,0	✚✚ 10,0	✚✚✚ 10,0	✚✚✚ 10,0	✚	O	O	O	O	O	E	D	C	B	A
E	D	C	B	A																																
O	O																																			
✚ 10,0	✚✚ 10,0	✚✚✚ 10,0	✚✚✚ 10,0	✚																																
	←—————→																																			
✚ 10,0	✚✚ 10,0	✚✚✚ 10,0	✚✚✚ 10,0	✚																																
O	O	O	O	O																																
E	D	C	B	A																																

Observador: Fritz Schwarz, agricultor de Schwarzenburg.

