Estado actual de la electrometalurgia

(De la Berg-und Huettenmacnnische Zeitung, 1893, pág. 238)

DÜRRE (1).—*El estado actual de la electrometalurgia y sus problemas en el porvenir.*—En una conferencia dada por el autor en la Asociación Electro-técnica de Colonia se hace notar lo que sigue:

Después de que *Nicholson* y *Carlisle* observaron en 1800 la descomposición del agua por la corriente eléctrica, poco á poco se ha llegado á descomponer con su auxilio una serie de combinaciones, encontrando así las leyes de la electrólisis. *Dauy* descompuso primero los óxidos de los metales alcalinos; después de casi una generación se hicieron nuevas experiencias y la teoría fué enriquecida notablemente por *Coulomb. Faraday, Olm, Ampère* y otros. La primera aplicación práctica se hizo en 1840 por *Jacobi* en la galvanoplastia; la industria metalífera y la tipografía se apoderaron lentamente de la experiencia así adquirida y sólo en el decenio siguiente la galvanoplastia se acercó

(1) El señor Dürre, profesor de la Escuela Politécnica de Aquisgran y uno de los mejores metalurgistas alemanes de la actualidad, es también uno de los tres peritos que han informado sobre el porvenir de la metalurgia del fierro en Chile. Entre sus obras merecen especial mención su *Instalación y marcha de las fundiciones de fierro* y *los hornos modernos para fabricación del cobre*, publicadas hace poco.

de fundición; será posible al tratarse de minerales puros piritosos, pero no por ejemplo en los minerales de Mansfeld, del Bajo Harz y de la Alta Hungría. Ultimamente la fundición de más al campo de la metalurgia. En 1852 *Bunsen* aisló el magnesio y en 1854 el aluminio; pero sólo desde el empleo de las máquinas dinamoeléctricas inventadas por *Werner von Siemens* en 1867 han adquirido mayor importancia el desarrollo de las aplicaciones de la electricidad y también la electrólisis. Valiéndose de ellas *Grätsel* en Hemelingen fabricó el magnesio en grande escala; mientras *Deville* y *Gore* habían obtenido ya antes el aluminio por electrólisis en cubiertas más ó menos delgadas, *Cowles* y *Hérouls* lo prepararon fundido y en mayores cantidades. El primero empleaba aún el carbón para efectuar la descomposición, mientras el segundo se valía de la corriente tanto para la descomposición como para el calentamiento. En seguida comenzó su carrera la afinación electrolítica del cobre con la separación simultánea de los metales nobles. Más tarde llamaron la atención las experiencias de *Marchese* para separar el cobre de sus combinaciones sulfuradas, aunque no condujeron á resultados económicos favorables, atendida principalmente la fragilidad de los ánodes de eje de cobre. Posteriormente se ha avanzado más tratando de electrolizar directamente los minerales (Métodos de *Siemens y Halske* y de *Höpfner)*, procedimientos que aún esperan una aplicación más general. Quizás la electrólisis no conviene sino donde se trata de libertar á un metal (cobre negro) de los últimos vestigios de otros, ó donde se deban efectuar separaciones que de otro modo conducen á mayores pérdidas (refinación del oro con platino en la Afinería Norte-Alemana de Hamburgo; electrólito solución neutral de cloruro de oro, ánodes planchas de oro, cátodes hojas delgadas de oro fino laminado). Donde se dispone de corrientes baratas, no hay duda que la precipitación electrolítica del cobre ofrece ventajas, pero es dudoso si ella desalojará los procedimientos

cobre ha hecho notables progresos por la aplicación del procedimiento de Bessemer según *Manhés* á los ejes de cobre y el consumo de combustible también se presenta más favorable en la fundición, pues en los procesos eléctricos la máquina á vapor transforma en efecto útil mecánico 3^{6} á $4^{5}\%$ del poder calorífico, de los que tal vez 23% se aprovechan en los baños. De aquí resulta un aprovechamiento del poder calorífico del carbón de 0^{820} á 1^{035} ó sea 1%, término medio. A pesar de esto, la electrólisis no puede concurrir con la fundición cuando la fuerza electromotriz ha de producirse por medio de máquinas á vapor. A lo menos los primeros procedimientos de concentración deberán quedar siempre á cargo del horno de fundición, desde que ellos pueden ejecutarse en grande escala con el menor consumo de combustible y ellos presentan la manera más cómoda para eliminar las brozas. Fuera del cobre la electrólisis no ha encontrado otra aplicación notable y generalizada. Las experiencias de *Keith* para la electrólisis del plomo no ha tenido buen éxito, á lo menos en Alemania, é igualmente las recomendaciones para aplicar la electrólisis á los minerales de zinc, así como el beneficio del antimonio, platino y estaño (*Borcher*, Electrometalurgia) esperan aún su aplicación duradera en grande. Según *Gmehling* (2), la aplicación de la electricidad en la amalgamación tampoco ha tenido un buen éxito de duración.

Con fuerza barata y tratándose de la separación de metales valiosos, la aplicación del arco voltáico ha conducido á resultados favorables, así en la preparación del aluminio segun *Cowles* y *Hérouls* y en los nuevos hornos eléctricos de *Siemens*, *Moisson* y otros.

En el trabajo que estractamos se desarrollan además los principios teóricos de la electrólisis.

---

(2) Suponemos sea éste don Andrés Gmehling que durante algún tiempo ha estado á cargo del beneficio en Huanchaca y que ha publicado un trabajo sobre él en el *Boletín* de la Sociedad Nacional de Minería.

Cálculo de las cargas para la fundición de plomo en hornos de manga

(De la Berg-und Huettenmaennische Zeitung. 1893, págs. 229 á 237)

A) *Observaciones preliminares.*—Para calcular las cargas debe elegirse una escoria normal adecuada á las minas, determinando en seguida las cantidades necesarias de flujos y combustible. Debe tenerse presente cuál ha de ser el contenido de plomo de la carga y cuál el de plata en el plomo de obra; además hay que considerar las cantidades de especie, eje y escoria que se obtengan en la fundición.

En cuanto á la *ley de plomo* de la carga, las mezclas con 6% de Pb aún han podido fundirse con ventaja; mientras que por otra parte tal vez nunca se ha llegado en ellas a 30%. Tratándose de minerales puros que contengan solo pequeñas cantidades de Zu, As ó Sb y no demasiado S, se puede bajar hasta 8%; pero si las impurezas nombradas se presentan en mayor cantidad, la ley de plomo no debe bajar de 12%. Comunmente las mezclas se hacen de tal manera que las cargas tienen 12–18% de Pb. Debe observarse que si la carga tiene baja ley, la pérdida de Pb por volatilización es mayor que en mezclas ricas, y que la pérdida de plata depende principalmente de la de plomo y de la ley de plata del plomo de obra.

Como *ejemplo* para el cálculo de una carga tomaremos una mina compuesta de carbonato de plomo que contenga algo de galena. Su composición sea:

SiO_2	FeO	MnO	CaO	MgO	BaO	ZuO	Al_2O_3
32^6	14^8	4^3	2^2	5^{26}	1^5	2^4	2^5
	S	As	Pb	Cu	Ag	Au	
	4^4	0^5	20^7	2^9	0^2	indicios.	

La escoria normal se compone de:

30 SiO_2 40 FeO 20 CaO

La carga pesa 1,000 libras y contiene 10% de escorias; el combustible (cok) forma 15% de la carga.

El análisis del mineral de fierro da:

$$\begin{array}{llll} Si\ O_2 & 4^2 & Mu\ O & 1^7 \\ Fe\ O & 72^4 & Ca\ O & 3^1 \end{array}$$

El de la caliza dolomítica:

$$\begin{array}{llll} Si\ O_2 & 2^7 & Ca\ O & 37^3 \\ Fe\ O & 4^5 & Mg\ O & 11^9 \end{array}$$

El cok contiene 10% de ceniza de la composición siguiente:

$$\begin{array}{llll} Si\ O_2 & 40^3 & Mg\ O & 2^4 \\ Fe\ O & 26^5 & Al_2O_3 & 20^4 \\ Ca\ O & 6^9 & & \end{array}$$

Los componentes escorificables de las minas, de los flujos y del combustible, deben repartirse entre las tres principales rúbricas $Si\ O_2$, $Fe\ O$ y $Ca\ O$.

Como los pesos atómicos del fierro y del manganeso son próximamente iguales (56 y 55) sus oxídulos pueden sumarse simplemente sin cometer error notable. La razón entre el oxídulo de fierro y el fierro metálico es la siguiente:

$$Fe\ O = 9/7\ Fe$$
$$Fe = 7/9\ Fe\ O$$

Además los equivalentes de un componente ($Fe\ O$) deben expresarse por los de los otros dos ($Si\ O_2$ y $Ca\ O$).

Se hace $Si\ O_2 = c$, $Fe\ O = a$, $Ca\ O = b$ y $a \times b \times c = 90$.

$$Fe\ O : Si\ O_2 = a : c$$
$$Fe\ O = a/c\ Si\ O_2$$
$$Fe\ O : Ca\ O = a : b$$
$$Fe\ O \times a/b\ Ca\ O$$

Bajo la rúbrica $Ca\ O$ se colocan $Mg\ O$ y $Ba\ O$, á saber:

$$Ca\ O : Mg\ O = 56 : 40$$
$$Ca\ O = 1^4\ Mg\ O.$$

Del mismo modo se obtiene

$$Ca\ o = o.^{37}\ Ba.\ o$$

Algunos también colocan el Zu o bajo la rúbrica Ca o:

$$Ca\ o = o,^{7}\ Zu\ o,$$

y expresan así la cantidad de cal á costas del Zc o de las escorias.

Si se efectúan los diversos cálculos, se obtienen los siguientes análisis de mineral, flujos y ceniza del cok:

	$Si\ o_2$	Fe o	Ca o	Zu o	Al_2o_3	S	As	Pb	Cu	Ag	An
Mineral de plomo...	32^6	19^1	10^{12}	2^4	2^5	4^4	o^5	20^7	2^9	o^2	indicios
Mineral de fierro....	4^3	74^1	3^{10}	..	..	..	..	..	..	..	..
Caliza.....	2^7	4^5	53^{96}	..	..	..	..	..	..	..	..
Ceniza de cok.....	40^3	26^5	10^{26}	..	20^4	..	..	..	...	..	..

Falta ahora determinar las cinco siguientes cantidades:

1) La cantidad de Fe o útil y la Fe metálico.

2) La cantidad de Fe metálico que necesita el arsénico para formar Fe_5As.

3) La cantidad de Fe metálico necesaria para formar Fe S por combinación del S que no alcance á absorverse en la formación del Cu_2S.

4) La cantidad de flujos que exigen los 15% de ceniza contenida en las 150 libras de cok.

5) La cantidad de flujos que se necesitan para escorificar la $Si\ o_2$ del mineral de plomo.

ad 1) Fe o útil y Fe metálico en 100 libras de mineral de fierro.

En las escorias 30 de $Si\ o_2$ exigen 40 Fe o. En 100 libras de mineral de fierro hay 4_3 libras de $Si\ o_2$. Estas necesitan:

$$Si\ o_2 : Fe\ o = 30 : 40 = 4_3 \times$$
$$\times = 5^7\ Fe\ o$$

El mineral de fierro contiene 74^1% Fe o; rebajando de aquí 5^7 quedan 68^4 de Fe o útil, ó 7/9 Fe o = 53^2 de Fe útil.

ad 2) Arsénico y fierro, 100 de mineral de plomo contienen 0^5 libras de arsénico.

$$As: Fe_5 = 75: 280 = 0.5 \times$$
$$\times = 1^{86} \text{ Fe}$$

¿Cuánto mineral de fierro se necesita?

$$\text{Mineral de fierro: Fe útil} = 100: 53^2 = y: 1^{86}$$
$$y = 3^5 \text{ libras mineral de fierro.}$$

ad 3) Cobre, azufre, fierro. 100 libras mineral de plomo con tienen 2^9 libras Cu.

$$Cu_2: S = 126^8: 32 = 2,^9: \times$$
$$\times = 0^{73} \text{ S}$$

De las 4^4 libras de S contenidas en el mineral 0.73 se consumen al combinarse con el cobre. La diferencia 3^{67} se combina con el fierro.

$$S: Fe = 32: 56 = 3^{67} \text{ y}$$
$$y = 6^{42} \text{ libras Fe}$$

que corresponden á 12 libras de mineral de Fe, pues:

$$\text{Mineral de fierro: fierro útil} = 100: 53^2 = Z: 6^{42}$$
$$Z = 12.$$

Para combinar el As y el S que hay en 100 libras de mineral de plomo se necesita 15^5 libras de mineral de fierro. Estas contienen: 0.67 libras Si o_2, o^{48} libras Ca o y o^{88} libras Fe o. Sólo el Fe o no utilizable pasa á las escorias en proporción de 30 Si o_2: 40 Fe o. El resto, es decir, el Fe o útil, reducido á Fe, se combina con el As y S pasando al speise y al eje. Las o^{67} libras de Si o_2 exijen:

$$Si\ o_2: Ca\ o = 30: 20 = 0,67: \times$$
$$\times = 0.^{45} \text{ libras Ca o}$$

que ya se encuentran en el mineral de fierro (048 libras). Si esto no sucediera, debería agregarse caliza, á saber

Caliza: Ca o = 100: $53^{96} = y$: 0.45

ad 4) Ceniza de cok, 100 libras.

6) *Método de Murray.*—El método empleado es muy semejante al indicador por Murray y perfeccionado por Newhonse.

Los análisis dan los siguientes números:

	$Si\ o_2$	Fe o	Ca o
Ceniza de cok....	40^3	26^5	10^{26}
Mineral de fierro..	4^3	74^1	3^{10}
Caliza.....	2^7	4^5	53^{96}

Se busca la cantidad de mineral de fierro (x) y de caliza (y) necesaria para escorificar 100 libras de ceniza de cok × c y pueden determinarse fácilmente si el Fe o se expresa primeramente por la cantidad equivalente de la Ca o y en seguida por la de $Si\ o_2$ (v. arriba) igualando después estos valores:

$$Fe\ o = a/b\ Ca\ o$$

$$26^5 + 0^{741} \times 0^{045} y = \tfrac{40}{20}\ (10^{26} + 0.031 \times + 0.^{539} y)$$

$$x = 1^{52} - 8^{80}$$

$$Fe\ o = a/c\ Si\ o_2$$

$$26^5 + 0^{741} \times + 0^{045} y = \tfrac{40}{30}\ (40^3 + 0.^{043} \times + 0.^{027} y)$$

$$x = 39^7 - 0.^{013} y$$

$$1.52\ y = 8^{83} = 39^7\ 0.^{013} y$$

$$y = 31^6 \text{ libras caliza}$$

$$x = 39^2 \text{ libras mineral de fierro.}$$

ad 5) Mineral de plomo, 100 libras. Los análisis dán:

	$Si\ o_3$	Fe o	Ca o
Mineral de plomo..	32^6	19^1	10^{12}
Mineral de fierro...	4^3	74^1	3^{10}
Caliza.....	2^7	4^5	53^{96}

Para 100 libras de mineral de plomo se necesitan x de mineral de fierro c y de caliza.

$$Fe\ o = a/b\ Ca\ o$$

$$19^{1} + o^{741}\,x + o^{045}y = \tfrac{40}{20}\ (10^{19} + o^{031} + o^{539}\,y$$

$$x = 1^{7} + 1^{52}\ y$$

$$Fe\ o = a/c\ Si\ o_{2}$$

$$19^{1} + o^{741}\,x + 9^{045}y = \tfrac{40}{30}(32^{6} + 9^{043}\,x + o^{027}\,y)$$

$$x = 35^{5} - o^{013}y$$

$$1^{7} + 1^{52}y = 35^{5}\ o^{013}y$$

$$y = 21^{9} \text{ libras caliza}$$

$$x = 35^{2} \text{ libras mineral de fierro.}$$

Por adición se obtiene:

15°	libras cok, que necesitan	
4^{7}	»	caliza
4^{8}	»	mineral de fierro
100°	»	escorias que debe contener la carga
125^{5}	libras	

La diferencia de $1{,}000 - 874^{5}$ se compone de mineral y flujos

100 libras de mineral de plomo exijen para la escorificación de la $Si\ o_{2}$	35^{2} libs. mineral de Fe y 9 libs. caliza
100 libras de mineral de plomo exijen para el As y S.....	15^{5} íd
Suma.....	172^{6} libs. de flujos (inclusas 100 libs. de escorias.)

$$172^{6} \times = 874^{5}$$

$\times = 5^{066}$ da para la carga en números redondos:

Ceniza del cok.....	15	(=150 libs. cok)
Escorias.....	100	
Mineral de plomo.....	510	
Mineral de fierro para la Si O_2..	180	
Mineral de fierro para As y S...	80	
Caliza.....	115	
	1,000	

Si se calcula el número de libras de cada componente de la carga y se suman las cantidades de la misma especie, se obtiene la cantidad de escorias. $216^{58} \times = 30$ da el coeficiente por el cual deben multiplicarse las sumas de Si O_2, Fe O y Ca O para obtener los números 30, 40 y 20. El cuadro siguiente demuestra que el cálculo es exacto.

Si se suman los diversos componentes de la escoria, se obtiene 672 libras.

Como en la carga hay 105^{57} libras de plomo y 1^{02} libras de plata, el plomo de obra tendrá $0^{96}\%$ de plata.

En la carga hay 10% de plomo. Ella contiene 2^{5} libras de arsénico, las que con 9^{3} libras de fierro metálico dan como 12 libras de speise.

Las 14^{8} libras de cobre exijen 3^{7} libras de azufre y forman 18^{5} de eje. Si del total de azufre se rebajan las 3^{7} libras, quedan 18^{7} que con 32^{7} libras de fierro dan 51^{4} libras de eje. El total de eje alcanza á cerca de 70 libras. El cuadro enseña además que en la carga entran 10% de escorias y 15% de combustible, y con esto se tienen todos los datos necesarios.

MATERIAL		SiO_2		Fe O		Ca O		Zu O		Al_2O_3		Ag		Pb		As		Cu		S	
NOMBRE	Peso seco	%	Lbs.	%	Lbs.	%	Lbs.	%	Lbs.	%	Lbs.	%	Lbs.	%	Lbs.	%	Lbs.	%	Lbs.	%	Lbs.
Ceniza de escorias.	15	40^{3}	6^{04}	26^{5}	3^{97}	10^{26}	1^{54}	..	....	3^{04}	3^{06}	..	....	...	.....	...	.....	...	....	...	....
Escorias.....	100	30^{0}	30^{00}	40^{0}	40^{00}	20^{00}	20^{00}	..	....	..	....	..	....	...	.....	...	.....	...	....	...	....
Mineral de plomo.	510	32^{6}	166^{26}	19^{1}	97^{41}	10^{12}	51^{61}	2^{4}	12^{24}	2^{5}	12^{75}	0^{2}	1^{02}	20^{7}	105^{57}	0^{5}	2^{55}	2^{9}	14^{79}	4^{4}	22^{44}
Mineral de fierro (SiO_2).....	180	4^{3}	7^{74}	74^{1}	133^{38}	3^{10}	5^{58}	..	....	...	....	..	....	...	.....	...	.....	...	....	...	....
Mineral de fierro (As_1S).....	80	4^{3}	3^{34}	74^{1}	4^{59}	3^{10}	2^{48}	..	....	...	....	..	....	...	.....	...	.....	...	....	...	....
Caliza.....	115	2^{7}	3^{10}	4^{5}	5^{17}	53^{96}	62^{05}	..	....	...	....	..	....	...	.....	...	.....	...	....	...	....
SUMA.....	1000	...	216^{58}	...	284^{52}	....	143^{26}	..	12^{24}	...	15^{81}	..	1^{02}	...	105^{57}	...	2^{55}	...	14^{79}	...	22^{44}
Coeficiente 0^{1385}.	....	...	29^{99}	...	39^{40}	....	19^{84}	..	1^{69}	...	2^{18}	..	El plomo de obra tiene $0,^{95}$ % Ag				11^{8} speise	...	69^{9}	Lbs.	eje

Al calcular una carga, hay que tomar también en cuenta la humedad de los diversos materiales. Si el mineral de plomo tiene p. c. 5% de humedad, deberían tomarse 537 libras en lugar de 510 libras, porque

Mineral húmedo: mineral seco = 100: 95 = x: 510 x = 537^7

Del mismo modo se calculan los flujos y el combustible.

El cálculo de las carga según la fórmula de Murray, tiene sobre el método ordinario la ventaja de enseñar en qué proporciones deben mezclarse cada una de las tres clases de minerales cuajosos, ferroginosos y calizos, á fin de ahorrar flujos al tratar de obtener una escoria normal.

c) *Método ordinario.*—Se toman como base los mismos minerales y flujos, el mismo combustible y la misma escoria. Los cálculos por medio de los cuales los diversos componetes del mineral, flujos y combustible, se colocan bajo las rúbricas Si o^9, Fe o y Ca o, se ejecutan de la misma manera. Se da el peso total de la carga (1,000 libras), y con él la cantidad de combustible (15 %) y escoria (10 %). El Fe o útil y el Fe metálico del mineral de fierro, se determinan como arriba.

Hay que efectuar dos operaciones para determinar las cantidades de mineral de fierro y de caliza que necesitan la ceniza del coke y el mineral de plomo. Los análisis de la ceniza y de los flujos se encuentran en el cuadro que sigue más abajo.

Las 150 libras de cok contienen 15 libras de ceniza. Para ellas se determinan las cantidades necesarias de Si o_2, Fe o y Ca o y se incluyen en el cuadro. Hay 6^{04} libras de Si o_2. ¿Cuánto Fe o exigen ellas?

Si o_2: Fe o = 30: 40 = 6^{04} x

x = 8^{05} libras Fe o

se necesitan. Hay disponibles 3^{97} libras; la diferencia = 4^{08} libras debe agregarse.

Mineral de fierro: Fe o útil = 100: 68^4 = Z: 4^{08}

Z = 6 libras mineral de fierro.

Estas se anotan en el cuadro y calcula el peso total de Si O_2, Fe o y Ca o, anotándolo igualmente.

A las 6^{04} libras de Si O_2 de la ceniza se agregan las 0^{25} libras del mineral de fierro. Resultan 6^{30} libras. ¿Cuánta Ca o necesitan éstas?

Si O_2: Ca o = 30: 20 = 6,30: u = 4^{20} libras Ca o se necesitan, 1^{73} libras Ca o hay disponibles.

Debe agregarse la diferencia V = 2^{47} libras Ca o. La cantidad necesaria de caliza (sin tomar en cuenta su Si O_2 y su Fe o) se encuentra:

Caliza: Ca o = 100: 53^{96} = W: 2,47 W = 4^{5} libras de caliza que se anotan en el cuadro con la Ca o que ellas introducen en las escorias. A fin de observar si el cálculo está exacto, las libras de Fe o y Ca o se multiplican por un coeficiente (4^{76} sacado de $6^{30} \times = 30$) que reduce á 30 las libras de Si O_2, es decir, el contenido de sílice de las escorias. El resultado será: 40 Fe o y 20 Ca o. El cuadro dá 40^{08} Fe o y 19^{75} Ca o y demuestra por lo tanto que el cálculo está bien hecho.

MATERIAL		SI O_2		FE O		CA O	
Nombre	Peso seco	%	lbs.	%	lbs.	%	lbs.
Ceniza del cok.....	15	40^{30}	6^{04}	26^{50}	3^{97}	10^{26}	1^{54}
Mineral de fierro.....	6	4^{30}	0^{26}	74^{10}	4^{45}	3^{10}	0^{19}
Caliza.....	4^{5}	2^{70}	.....	4^{50}	.....	53^{96}	2^{42}
Suma.....	25^{5}	.....	6^{30}	.....	8^{42}	.....	4^{15}
Coeficiente	4^{76}	.....	29^{98}	.....	40^{08}	.....	19^{75}

Prácticamente los pesos del mineral de fierro (6 libras) y de la caliza (4½ libras) son los mismos encontrados por la fórmula de Murray.

Si del peso total de la carga (100 libras) se rebajan 125^5 libras (suma de la ceniza del cok con su mineral de fierro y caliza y las escorias) se vuelven á obstruir 874^5 libras como peso del mineral y flujos.

En un cuadro análogo al anterior se anotan los datos analíticos y se funda el cálculo sobre 100 libras de mineral.

1) La cantidad de mineral de fierro (15^5 libras) necesaria para la combinación del As: S, se calcula como antes y se anota en el cuadro.

2) 100 libras de mineral contienen 32^6 libras de Si o^2 para la cual debe buscarse el fierro necesario

$$Si\ o^2 : Fe\ o = 30 : 40 = 32^6 : x$$

$$x = 43^{46} \text{ libras Fe o se necesitan}$$

$$19^{10} \text{ libras Fe hay disponibles.}$$

Debe agregarse la diferencia $y = 24^{36}$ libras Fe o.

La cantidad correspondiente de mineral de fierro se encuentra como sigue:

$$\text{Mineral de fierro: Fe o útil} = 100 : 68^4 = Z : 24^{36}$$

$$Z = 35 \text{ libras de mineral de fierro.}$$

A las 32^{60} libras de Si o_2 del mineral de plomo hay que agregar las $o^{66} + 1^{50}$ libras de Si o_2 del mineral de fierro. Se obtieden así 34^{76} libras de Si o_2, para las cuales hay que buscar la cal necesaria.

$$Si\ o_2 : Ca\ o = 30 : 20 = 34^{76} : u$$

$$u = 23^{17} \text{ libras Ca o si necesitan.}$$

$$11^{68} \text{ libras Ca o hay disponibles.}$$

Hay que agregar la diferencia $V = 11^{49}$ libras Ca o.

El resto de caliza (dejando de tomar en cuenta su Si_2 y Fe o) se encuentra como sigue:

Caliza: Ca o = 100: 53^{96} = W: 11,49

W = 21 libras caliza que se anotan en el cuadro siguiente:

Sumando las libras de Si o_2, Fe o y Ca o y multiplicando por o^{86} se encuentra que el cálculo está bien hecho.

MATERIAL		SI O_2		FE O		CA O	
Nombre	Peso seco	%	lbs.	%	lbs.	%	lbs.
Mineral de plomo.....	100^{0}	32^{60}	32^{60}	19^{10}	19^{10}	10^{12}	10^{12}
Mineral de fierro, para As. y S....	15^{5}	4^{30}	0^{66}	74^{10}	0^{88}	3^{10}	0^{48}
Mineral de fierro, para Si o_2.....	35^{0}	4^{30}	1^{50}	74^{10}	25^{93}	3^{10}	1^{08}
Caliza.....	21^{0}	2^{70}	.....	4^{50}	.....	53^{96}	11^{38}
Suma....	171^{5}	.....	34^{16}	45^{91}	.....	.....	23^{01}
Coeficiente	0^{86}	.....	29^{89}	.....	39^{48}	.....	19^{78}

El número encontrado para el mineral de fierro (35 libras) es el mismo obtenido por la fórmula de Murray; el número que resulta para la caliza es algo menor (21 libras contra 22 libras),

por no haberse tomado en cuenta la Si o_2 y el Fe o de la caliza; resulta de aquí que el núm. 53^{96} para la Ca o útil es algo subido.

Si se multiplican por 5^{066} las cifras que indican la composición de la carga, y se agregan las correspondientes á la ceniza del cok, la suma representará la carga total = 1,000 libras.

En cuanto á la *composición de las escorias de plomo*, *Hofman* observa lo siguiente:

La escoria más común para la fundición de plomo es el síngulo silicato 2 Ro = + Si o_2 ó 2 R_2 o_3 + 3 Si o_2. En la práctica se producen muchas veces escorias algo más ácidas, p. c. el serquisilicato 4 R o = 3 Si o_2 ó 4 R_2 o_3 + 9 Si o_2, que también pueden considerarse como una mezcla del síngulo y bisilicato = (2 R o + Si o_2) + 2 (R o + Si o_2) ó (2 R_2 o_3 + 3 Si o_2) + (2 R_2 o_3 + 3 Si o_2). Esta última escoria no es tan fusible como el síngulo silicato y se forma á temperatura más elevada cuando se descomponen grandes proporciones de galura por fierro metálico obtenido de combinaciones fénicas. Para una escoria más fusible el óxido de fierro ha de reducirse sólo á oxídulo y escorificarse en seguida. Para los minerales arsenicales *Henrich* recomienda una escoria más ácida que el síngulo silicato, á fin de obtener speise líquidos. *Balling* en su compendio de química metalúrgica 1882, pág. 98, comunica un cuadro que enseña las cantidades necesarias de diversas sustancias para formar escorias de grado variable de silicatación.

E. 2.º F.

(Concluirá)