HISTORIA

DEL

TRATAMIENTO METALÚRGICO

DEL AZOGUE EN ESPAÑA,

POR

D. LUIS DE LA ESCOSURA Y MORROGH,

Ingeniero del Cuerpo de Minas.

MADRID.

IMPRENTA Y FUNDICION DE M. TELLO.

IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.

Isabel la Católica, 23.

1878.

HISTORIA

DEL

TRATAMIENTO METALÚRGICO

DEL AZOGUE EN ESPAÑA.

HISTORIA

DEL

TRATAMIENTO METALÚRGICO

DEL AZOGUE EN ESPAÑA.

DESCRIPCION DE LOS DIFERENTES PROCEDIMIENTOS QUE PARA ESTE EFECTO HAN SIDO PUESTOS EN PRÁCTICA EN DISTINTAS ÉPOCAS Y RESULTADOS QUE CON ELLOS SE HAN OBTENIDO. MEJORAS Y PERFECCIONAMIENTOS DE QUE SON SUSCEPTIBLES LOS MÉTODOS ACTUALMENTE EMPLEADOS,

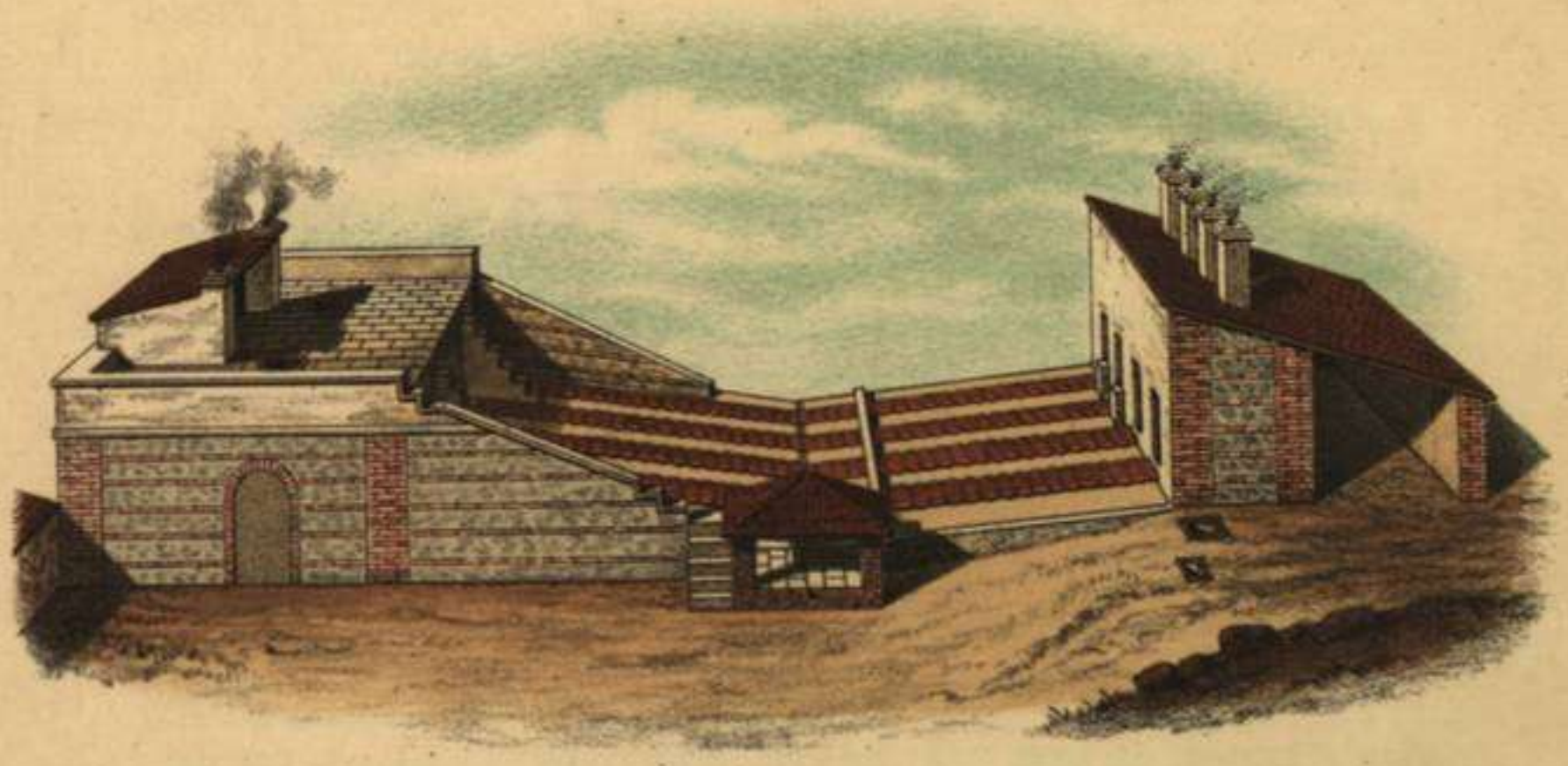
POR

D. LUIS DE LA ESCOSURA Y MORROGH,

Ingeniero del Cuerpo de Minas.

Memoria premiada y publicada por la Escuela especial de Ingenieros de Minas, con arreglo al programa inserto en la Gaceta de 20 de Mayo de 1876, para la adjudicacion de premios por cuenta del legado hecho á la citada Escuela por el Sr. D. José Gomez Pardo.

MADRID.
IMPRENTA Y FUNDICION DE M. TELLO,
IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.
Isabel la Católica, 23.
1878.



VISTA EN PERSPECTIVA DE UN PAR DE HORNOS DE ALUDELES.

Lit de V. Dufour, Madrid.

ADVERTENCIA AL LECTOR.

Al publicarse, por acuerdo de la Junta de Profesores de la Escuela de Minas, esta Memoria, me creo en el deber de manifestar que los datos y apuntes con que la he redactado, se tomaron en Almadén, en el año de 1872, por una Comision compuesta de los ingenieros D. Federico Botella, D. José Soler y el que suscribe. Nuestra mision se extendia al estudio comparativo de los dos sistemas de beneficio del azogue, usados en Almadén, á saber: el de Aludeles y el de Idria, y de otro inventado por el ingeniero francés D. Emilio Pellet, ensayado dos años antes bajo la direccion del Inspector general de Minas D. José de Monasterio y Correa. Por causas ajenas á la voluntad y deseos de la Comision y del inventor, no pudieron terminarse los ensayos del nuevo procedimiento, y por eso no se trata en esta Memoria más que de los dos sistemas de beneficio establecidos en Almadén.

Cumple á mi lealtad declarar que todos los trabajos de acopios y clasificacion de los minerales, los más largos y enojosos que ha desempeñado la Comision, han sido dirigidos exclusivamente por los Sres. Botella y Soler, que se trasladaron á Almadén algunos meses antes de que yo pasara á aquel establecimiento para dar principio á las pruebas en los hornos.

Tambien son suyos los datos y apuntes con que se han formado los dibujos de los hornos: y tengo el mayor gusto en consignar que me han prestado su más eficaz cooperacion, tanto en los trabajos de laboratorio, como en los que se practicaron en Almadén y en los que despues se hicieron en Madrid, asistiendo siem-

pre con la mayor puntualidad á las operaciones y estudios confiados á su celo é inteligencia.

Debo declarar tambien, que merced á las ámplias facultades que me concedió el Ministro de Hacienda, al nombrarme Presidente de la Comision y á los auxilios que me prestaron el Director y Superintendente de las minas D. Eugenio Fernandez y los demas ingenieros dependientes del establecimiento, me fué posible emprender varios ensayos con grandes cantidades de mineral, insistir en algunas pruebas en los hornos y llevar á cabo experimentos cuya repeticion durante dias y noches consecutivas juzgué indispensable, y á los que me hubiera visto forzado á renunciar á no haber contado con un personal tan inteligente y laborioso como el que tuve á mi disposicion.

Al consignarlo así, cumpliendo con un deber de gratitud hácia los Sres. Botella y Soler, mis compañeros de Comision; recordando el celo, puntualidad y servicios del Sr. Valle, encargado en aquella época del cerco de los hornos ó Buitrones; y teniendo muy presentes los auxilios de que soy deudor á los ingenieros, entonces en prácticas, Sres. Bello, Palacios, Ramirez, Cobo y Buireo, y los que recientemente he recibido del actual Director de aquellas minas D. Eusebio Oyarzabal y del Sr. Perez Duro, autor de la lámina que representa en perspectiva el Cerco de Buitrones en 1877, *me cabe la satisfaccion de publicar que todos aprobaron la marcha y direccion que dí á las operaciones y experimentos que se exponen minuciosamente en el curso de esta Memoria.*

Madrid 1.º *de Agosto de* 1877.

LUIS DE LA ESCOSURA Y MORROGH.

NOTICIA HISTÓRICA

DEL BENEFICIO DE LOS MINERALES DE CINABRIO

EN ALMADÉN.

Las minas de Almadén son conocidas desde tiempos muy remotos, y aunque algunos escritores han tratado de investigar la época de su descubrimiento, ninguno ha logrado todavía fijarla con precision. Casi todos convienen en que el cinabrio de España era conocido en tiempo de Teofrasto, trescientos años ántes de la era cristiana; pero alguno, como Vitrubio [1], da á entender que se descubrieron ó empezaron á explotarse en época posterior.

"Las oficinas, dice, establecidas en Efeso, para fabricar "bermellon, se han trasladado á Roma, por haberse encon- "trado venas de este mineral en España, de cuyo país se lle- "va á la ciudad la piedra con que los asentistas preparan el "color," y no queda duda de que la piedra que se recibia en Roma, era procedente de Almadén, porque Plinio situaba las minas de cinabrio de España en la Bética y en la region Sisaponense, y esta situacion es la que corresponde precisamente al territorio de las actuales explotaciones, sin que por nadie se haya puesto en duda tan evidente conformidad.

Y si á lo dicho se añade que la cantidad de mineral, que anualmente se enviaba á Roma, ascendia á 10.000 pesos, que algunos toman por libras, sin reparar en que el ablativo *pondo* [2] lo mismo puede significar libras que otro peso cual-

(1) Archt. Lib. VII, cap. IX.

(2) Plin. Hist. nat. Lib. XXXIII, cap. VII. El autor del artículo *Mercurio*, del Diccionario del Dr. Ure, traduce 700.000 libras. Un *pondo*, segun esta

quiera; que los rendimientos de la mina de cinabrio formaban parte de los tributos que España pagaba al imperio romano, y que ninguno de los bienes que en esta provincia disfrutaban los dominadores, era cuidado con mayor solicitud, quedaran agotados los materiales referentes á la historia de las minas de la region Sisaponense, que hasta mediados del siglo primero, se encuentran en los libros de la antigüedad.

Tan envuelta en sombras la hallamos en los siguientes, hasta el final del décimoquinto, que algunos autores como Larruga [1], niegan que los moros hayan explotado las minas de la region Sisaponense, y sin embargo, en la invasion musulmana cambió el territorio su nombre griego por el de Almadén que, como es sabido, quiere decir en árabe *La mina*. Parece verosímil, á pesar de opinion tan respetable, que los moros, desde la invasion hasta la época de la reconquista de aquella comarca por D. Alfonso VII, en 1135, explotasen las minas, sacando bermellon para decorar sus alcázares y mezquitas y, con toda probabilidad, azogue para la amalgamacion del oro y para otras preparaciones mercuriales en que indudablemente se ejercitaron. Almadén, Almadenejos, azogue [2], xabecas, desmijar, ahajarrar, aludeles y otras muchas

version, pesaria 70 libras. *Ure's Dictionary of arts manufactures and mines.* London, 1875.

(1) Mem. polt. y economic. Tomo XVII, pág. 104. Madrid, 1792.

(2) *Azogue*, segun advierte Kopp en la 3.ª parte de su Hist. de la Química, publicada en Brunsvic (1843-1847), viene de la palabra Azot, Azoth ó Azoc, que de todos estos modos se encuentra escrita. No se sabe con certeza si es de orígen caldeo, hebreo ó arábigo, pero no es dudoso que significa Mercurio.

Azogue se usa sólo en español, y áun esto desde hace pocos siglos: los alemanes, los ingleses y los franceses han conservado, traducida á sus lenguas, la denominacion latina *Argentun vivum*, y dicen respectivamente *Quecksilber*, *Quicksilver* y *Argent vif*, como antiguamente se decia en España *Argent vivo*. Livabius, en el siglo XVI, hace notar, con cierta sorpresa, que en su tiempo los españoles llamaban al mercurio azogue, de la palabra Azoc que habian tomado de los árabes.

La voz mercurio, para designar al metal que los griegos llamaron Hydrargyros, Argentun vivum los latinos y Azoc los árabes, no se usó hasta el tiempo de los alquimistas. No se sabe á punto fijo cuándo se introdujo

voces que se encuentran usadas, como técnicas, en escritos posteriores á la reconquista, vienen en apoyo de esta congetura, sostenida ya con empeño por los Sres. Rua Figueroa y Bernaldez en su reseña sobre la Historia, la Administracion y la Produccion de las minas de Almadén y de Almadenejos, publicada en Madrid en 1862. Dejo para el final de esta primera parte el exámen de otras noticias referentes á la explotacion y beneficio de los minerales de Almadén por los Árabes, para terminar con la posible brevedad los apuntes relativos á su historia; advirtiendo únicamente que en una Memoria inédita de las minas de Almadén, suscrita por D. Rafael Cavanillas, y fechada en 1821, se asegura que se han encontrado monedas árabes en los trabajos antiguos de aquella comarca [1].

No se tiene tampoco noticia cierta de que los cristianos vencedores explotasen las minas despues de la reconquista, pero es presumible que así sucediera. Unas monedas de Don Sancho IV, depositadas en los cimientos de un horno, descubierto á fines del siglo pasado cerca de la mina del Castillo al roturar un camino, y una carta de Don Fernando IV, dirigida en 1299 al Maestre de la Orden de Calatrava, en la que se mandaba pagar al Arzobispo de Toledo el diezmo de la renta del Argent vivo de los Almadenes, son los documentos en que se fundan los autores citados para congeturar que los conquistadores explotaron las minas durante el período de la Edad Media. Pero hay algunos otros que no dejan duda de que la mina se explotó, y de que del mineral se sacó mercurio en el período citado. Prescindiendo de lo que apunta, en el siglo VII, San Isidoro, en su libro *De los*

en el lenguaje químico; pero debió ser antes del siglo IX, á juzgar por lo que dice Geber en su tratado de *Summa perfectionis magisterii*: «*Argentum vivum, quod et Mercurius appellatur, antiquorum usu, est aqua viscosa.....*» Con las voces Mercurius y Argentum vivum designaron los alquimistas al metal y á varias sustancias, hipotéticas unas y reales otras, de naturaleza muy diversa.

(1) Existe esta Memoria entre los manuscritos de la Biblioteca del Mapa geológico de España.

Orígenes, al explicar que el azogue se conserva mejor en vasijas de vidrio, pues perfora las de otras materias, porque esto, aunque no con tanta precision, lo habia ya dicho Dioscórides, leemos en el tratado de *Experimenta*, de Raymundo Lulio, las siguientes palabras, que nos parecen terminantes: Tómese mercurio, "*qui cum sigillo Hispaniæ in vesicis advehitur, qui non sit sophisticatus.....*" de las que se infiere, que á mediados del siglo XIII, en que se escribió este tratado, se beneficiaba ya el azogue en España.

Almadén fué creada villa en 22 de Marzo de 1417 por título que expidió en Sevilla el maestre D. Luis de Guzman, y áun cuando por entonces no debieron ser muy crecidos los rendimientos de la explotacion, se conservan, sin embargo, algunos documentos del tiempo de los Reyes Católicos, en que á esta mina se la supone *la joya más apreciable de la Monarquía;* suposicion tan fundada, que á pesar del tiempo trascurrido, de la impericia con que la han manejado algunos de sus directores, y del desgobierno que á veces se ha notado en su administracion, puede asegurarse que el Estado no posee hoy propiedad alguna de tanto valor como las minas de cinabrio de Almadén.

D. Tomás Gonzalez, en su inestimable obra de *Las minas de la Corona de Castilla*, nos ha conservado *Las condiciones de arrendamiento por cuatro años de toda la piedra de azogue é bermellon de la mina de Almadén, á favor de Alonso Gutierrez;* documento fechado en 21 de Enero de 1516[1], en el que se conceden al rematante los privilegios y exenciones que disfrutaron los *anteriores arrendatarios*[2], condicion que basta por sí sola para probar evidentemente, que ni en la época del arrendamiento, ni áun en anteriores, se explotó la mina por el Real Erario, como pretende algun escritor de la Historia de Almadén.

(1) Reg. y relac. de minas de la Corona de Castilla, por D. Tomás Gonzalez. Tomo 1, pág. 78.—Madrid, 1832.

(2) Que fueron genoveses, á los que los Reyes Católicos trataron siempre con la mayor deferencia.

Encontramos en las Memorias de Larruga, ya citadas, noticias de los contratos que para la explotacion y beneficio de estas minas hicieron, primero, el emperador Cárlos V y despues sus sucesores con los negociantes de Ausburgo, Márcos y Cristóbal Fugars y sus descendientes y herederos; contratos que empezaron en 1525, terminaron en 1645, y se renovaron varias veces en los ciento veinte años que median entre las fechas citadas. Desde 1646 hasta nuestros dias, el Estado viene explotándolas por su cuenta.

Tal es, en brevísimo resúmen, la historia de las minas de cinabrio de Almadén, sobre la cual podrán consultarse con provecho, ademas de las obras precedentemente citadas, la *Memoria sobre las minas de Almadén y Almadenejos, de los señores Bernaldez y Figueroa*, impresa en Madrid en 1861, y otras insertas en la Bibliografía que acompaña á la *Reseña histórica,* de los mismos autores, impresa en Madrid en 1862.

Convenia á mi propósito, para investigar los sistemas de beneficiar azogue empleados en Almadén, hacer constar:

1.° Que no ha sido posible fijar la época del descubrimiento de las minas de la region sisaponense, conocidas ya trescientos años antes de la Era cristiana.

2.° Que en el siglo primero se enviaba mineral á Roma para preparar bermellon.

3.° Que es evidente que los moros la explotaron.

4.° Que, aunque son escasísimos los documentos de la Edad Media que se han consultado para formar opinion exacta y segura de lo ocurrido en aquel período, parece indudable que en él se explotaron las minas y se sacó argent vivo, sin lo cual hubiera sido imposible pagar el diezmo de la renta de este metal al Arzobispo de Toledo, ni trasportarlo en vegigas [1] selladas al extranjero.

5.° Que desde 1525 hasta 1645 fueron explotadas por los Fuggars y sus herederos y sucesores, y que á partir de esta fecha las viene beneficiando el Estado, contratando en

(1) ¿Baldeses?

épocas de penuria, como la presente, el azogue que anualmente producen.

Investiguemos ahora en qué tiempo empezó á extraerse el azogue de los minerales, y qué sistemas de beneficio emplearon los antiguos.

Los romanos sacaban, principalmente, de Almadén mineral para convertirlo en bermellon, que empleaban en la pintura y en decoraciones, y destinaban una corta cantidad para usos medicinales. Conocian perfectamente los medios de extraer azogue del cinabrio; lo usaban para amalgamar el oro; pero debieron sacar cortas cantidades de metal, porque el consumo fué muy reducido en aquellos tiempos, y no aumentó mucho en los siglos siguientes, hasta el XVI, en que empezaron á pedirse cantidades considerables de mercurio á las minas de Almadén con destino á la extraccion de la plata en las de Nueva España y del Perú.

Oigamos á Vitrubio [1] cómo se fabricaba bermellon en Roma con el mineral de España, en las oficinas situadas entre los templos de Flora y de Quirino [2]. "Secan el cinabrio en hornos, en los que, con la humedad del mineral, se "desprende un vapor que se condensa en el suelo del horno "formando gotas ténues, que son de azogue, y que barridas, "recogidas en un vaso y lavadas con agua, se reunen poco á "poco, y acaban por confundirse formando una sola y única "masa." "El mineral seco se muele en morteros de hierro y "se somete á calcinaciones y lavados repetidos hasta que ad-"quiere el color deseado." En los lavados, el agua arrastraria la parte más fina, como sucede hoy en las preparaciones de los colores metálicos (el azul de cobalto, el albayalde y otros). Las calcinaciones debian tener principalmente por objeto separar el azogue nativo, secar el mineral y darle, de este modo, mayor fragilidad para molerlo fácilmente en los

(1) Archit. Lib. VII, cap. IX.

(2) O de Rómulo; tal vez el construido por Numa Pompilio y reedificado por Augusto, aunque hay quien pretende que hubo dos templos que llevaron el mismo nombre de Quirino.

morteros. Conservaron los romanos para este azogue, obtenido accidentalmente en los hornos de secar, la denominacion griega de Hydrargirum (plata flúida ó agua de plata) diferenciándole del azogue nativo de las minas, que designaban con el nombre de argentum vivum [1]. Suponian que este último era más impuro que el destilado ó Hydrargirum, y por eso estaba prohibido emplear el argentum vivum en el dorado de otros metales, y con particularidad en el de la plata [2]. Se usaba tambien para extraer el oro por amalgamacion, procedimiento que Vitrubio describe con tanta claridad como precision [3].

Conocian los romanos las propiedades tóxicas del mercurio, considerándole como base ó causa de todos los venenos *(venenum rerum omnium);* pero parece que no emplearon, como medicamento, más compuestos de azogue que el cinabrio, con el que preparaban linimentos para fricciones á la cabeza y al vientre. El corrosivo sublimado ó soliman y demas preparados de mercurio debieron descubrirse más tarde, en la época de los alquimistas.

Bermellon, azogue nativo de las minas (argentum vivum), azogue recogido en los hornos de bermellon (Hydrargyrum), los dos últimos en corta cantidad, parecen ser los únicos productos que sacaban los romanos de las minas de Almadén: no consta otra cosa.

Lo que sí consta es que los naturales de la region Sisaponense conocian, en el siglo primero, los métodos de preparar el bermellon, cuando ménos, y probablemente los de obtener mercurio, pues de otro modo no se explica para qué prohibiria el emperador que se purificase y calcinase el mineral en la Bética, segun refiere Plinio en su Historia natural [4].

(1) Plin. Hist. nat. Lib. XXXIII, cap. 6.
(2) Idem id., id., id., cap. 8.
(3) *Vitr. Archt.* Lib. VIII, cap. 8.
(4) Lib. XXXIII, cap. 7. *Non licet id.* (el mineral) *ibi* (en la Bética) *perficere excoquique.*

Para obtener azogue del cinabrio, encontramos tres métodos descritos en las obras de la antigüedad. Teofrasto pretendia descomponerle por la via húmeda. Dioscórides y Plinio proponen métodos seguros para lograr la misma descomposicion por medio del fuego. Sean ó no invencion de estos autores los procedimientos que describen, los designaremos en lo que sigue, con sus nombres respectivos.

Método de Teofrasto [1].—En una vasija de cobre colocaba cinabrio y vinagre y los mezclaba con la mano de un mortero del mismo metal. He repetido el experimento poniendo mineral rico de Almadén [2], préviamente molido y lavado, en una caldera pequeña de cobre, y lo he mezclado, en un experimento, con vinagre artificial [3], y en el siguiente con vinagre natural de vino [4]; despues he incorporado el mineral y el vinagre con la mano de un mortero de laton, de las que hay en todas las casas, arrastrándola con fuerza sobre el fondo y las paredes de la caldera, y al cabo de algunos minutos, y á la temperatura ordinaria, he conseguido blanquear con azogue la mano del mortero y el fondo de la caldera, lo mismo con el vinagre natural que con el artificial; pero ni en uno ni en otro caso, ni áun calentando la caldera y prolongando el experimento, he podido recoger gotas de mercurio al lavar los resíduos con el mayor cuidado. El cinabrio pierde en el experimento su hermoso color y se vuelve negro. No es indispensable que la caldera sea de cobre; puede reemplazarse con un mortero de laton de los comunes y se obtiene el mismo resultado. Hoefer explica de este modo el experimento de Teofrasto [5]. "Se comprende que en esta ope-"racion la mano de mortero y la vasija metálicas son ataca-"das" (sin duda por el ácido acético), "y que el metal reduce "el cinabrio combinándose con el azufre y poniendo en liber-

(1) *Geschichte der Chèmie.* IV. Th. S. 112. Braunschweig. 1847.
(2) Este mineral daba en el ensayo 25 por 100.
(3) De 4 por 100 de ácido acético.
(4) De 3 por 100 de idem id.
(5) *Hist. d. l. Chim.* Tomo I, pág. 135. París, 1842.

"tad al mercurio." "El vinagre, como intermedio, precipita "esta reaccion." Yo estoy persuadido de que en el procedimiento de Teofrasto no se descompone el sulfuro de mercurio, y que lo que únicamente se consigue es amalgamar el cobre con el mercurio nativo que contienen todos los minerales de cinabrio, y con seguridad los de Almadén; así es, que si se hace el experimento con cinabrio y con agua simplemente, se llega al mismo resultado que empleando vinagre. El Sr. Botella, hasta en pequeñísimos fragmentos de cristales de cinabrio de Almadén, ha logrado descubrir con el microscopio glóbulos de mercurio nativo. Que el experimento de Teofrasto le condujo á poner de manifiesto el azogue, es indudable; lo que ponemos en duda es que el vinagre y el cobre puedan descomponer al sulfuro. Kopp, más reservado que Hoefer, se abstiene de dar explicaciones sobre el experimento de Teofrasto.

Método de Dioscórides. Segun la version de Kopp[1], se coloca el mineral en un plato de hierro, se mete este dentro de una vasija de barro cubierta con su tapadera, y se pone todo al fuego; el hierro del plato sirve de desulfurante, y el mercurio se deposita en la tapadera.

Método de Plinio[2]. Se coloca el mineral en una tartera ó plato de barro cocido; y este, á su vez, se pone dentro de una marmita *de hierro* cubierta con tapadera cóncava (*calice copertum*) enlodada con arcilla. Por debajo se activa el fuego con fuelles, y en la tapadera se recoge un líquido (*sudore*) que tiene *el color de la plata y la fluidez del agua*. Desentendiéndonos de la concision y exactitud con que describe el procedimiento, y de la elegancia y puntualidad con que el célebre naturalista anuncia al mercurio, sin nombrarle, haremos notar que los procedimientos de Dioscórides y de Plinio, que vienen á reducirse á uno solo, son tambien de los mejores que hoy se conocen para descomponer el cinabrio. En el último, el hierro de la marmita se combina con el

(1) *Geschieht. d. Chemie.* 4. Th. S. 173.
(2) *Hist. nat.* Libro XXXIII, cap. VIII.

azufre del vapor de cinabrio, condensándose el vapor de azogue en la cobertera, y el oficio del plato de barro es preservar al fondo de la vasija de hierro de la pronta é inevitable destruccion á que quedaria expuesto, si por dentro se hallase en contacto con mineral, y por fuera á la accion directa de las llamas.

El método de Dioscórides parece más sencillo y económico que el de Plinio, y de uno de los dos se valdrian indudablemente los artífices del siglo primero que tuvieran necesidad de dorar plata ó cobre ó de aprovechar por amalgamacion el oro de las telas y alhajas ya usadas, en la forma descrita por Vitrubio [1], pues no consta que hubiera en Roma oficinas en que se preparara directamente azogue, y en la Bética, ya se sabe que estaba prohibido lavar y cocer el mineral.

De las noticias referentes á la historia de las minas, precedentemente apuntadas, se infiere que, en el siglo XIII, se llevaba azogue al extranjero en vegijas ó baldeses; que en 1299 el Argent vivo de los Almadenes se consideraba como una renta, y que en tiempo de Don Sancho VI (1284-1295.) se construyó algun horno en las inmediaciones de la mina, y siendo estos documentos los más antiguos y los únicos auténticos que poseemos acerca del beneficio de los minerales de Almadén, sólo nos es permitido afirmar, que en el siglo XIII se destinaba el cinabrio de la mina á la preparacion del azogue.

Pero no es posible creer que los árabes miraran el beneficio del azogue con la indiferencia que supone Larruga. Precisamente desde fines del siglo VIII al XII, en que dominaron en el territorio de Almadén, se adelantaron á las demas naciones en todas las ciencias, y en Oriente y en Córdoba brillaron hombres célebres por sus conocimientos en la medicina, en la química y en la farmacia.

Admitiendo la autenticidad de la crónica del moro Rasis,

(1) *Archt.* Libro VIII, cap. VIII.

sostenida por el ilustrado orientalista D. Pascual de Gayangos contra las opiniones de Mayans, Casiri, Conde, Borbon y áun contra la del Sr. Clemencin, que trató detenidamente la cuestion, es fácil probar que ya en el siglo x se explotaba la mina de Almadén, se beneficiaba el mineral, sacando azogue, y se fabricaba bermellon.

En el texto de la traduccion de la crónica, escrita en el siglo x por Al-Razi (Rasis), se lee:

27. "Parte el término de Alleris (Llerena) con el llano de las bellotas ó encinas. Et Alleris yace contra el sol levante de Córdoba et al Septentrion. Et Alleris es villa en que moran los bárbaros (Berberiscos ó africanos en el caso presente). Et en su termino ha un llano mui fermoso et muy bueno. Et en su termino yace el venero de que se sacan el azogue (Almadén del azogue) et de allí lo llevan á todas las partes del mundo; non lo ha si non allí; et sacan y mucho bermellon et muy bueno, et non lo saben tan bueno si non aquel que sacan de Ultramar." Memoria sobre la autenticidad de la crónica denominada del *Moro Rasis*, inserta en el tomo VIII de las *Memorias de la Academia de la Historia*. Madrid, 1852; en la Imprenta Real.

Trabajando, como es sabido, minas de otros metales en España[1] ¿buscarian el azogue en países extraños? ¿Y qué minas de azogue se explotaban en el mundo en aquella época?[2] ¿De dónde el célebre Geber (Abou Moustah Djafaz Al Sofi) al que llamaron despues los alquimistas *philosophus perspicacissimus* y R. Bacon *magister magistrorum*, sacaria azogue para preparar, en el siglo IX, corrosivo sublimado y precipitado rojo[3]? Cuando en el mismo siglo viajó por Es-

(1) Notas para un estudio bibliográfico sobre los orígenes y estado actual del Mapa geológico de España, por D. Manuel Fernandez de Castro, insertas en el tomo I del *Boletin de la Comision del Mapa geológico de España*. Madrid, 1874.

(2) Unicamente en la China.

(3) Geber debió tener grandes cantidades de azogue á su disposicion. Enseña, que si hay mucho reunido pierde su color blanco y se ensucia con una sustancia negra. En el capítulo de *Mercurii Essentia* dice, que el

paña Rhasés, primer médico del hospital de Bagdad y de vastos conocimientos en la química ¿no visitaria las célebres minas del misterioso metal que tanto llamó la atencion de los alquimistas de aquel tiempo? ¿Qué minas al Norte de Córdoba explotaria el químico andaluz Gilgil, que el mismo Rhasés cita en su libro de los alumbres y de las sales[1]? Al Norte de Córdoba hay minas de plomo, de plata y de cobre, pero á ese rumbo se encuentran tambien las de Almadén, y no es presumible que, aunque las que explotase Gilgil, fuesen las de Fuente Ovejuna ú otras por allí inmediatas, que no son ciertamente de azogue, mirasen él y sus contemporáneos con indiferencia las de Almadén que, ademas de no estar lejos de las de plata y plomo, producen un metal del que no habia criaderos en explotacion en los demas países sujetos á la dominacion musulmana.

Los árabes, en sus historias, describen el palacio de Abderahman III en Medina-Zahara, villa que él mismo fundó en el octavo siglo, á corta distancia de Córdoba, y á la que dió el nombre de su esclava favorita Zahara ó Azahara, que en árabe significa flor. Entre los mil encantos y maravillas con que se adornó la morada del suntuoso Califa, describen los historiadores un jardin de recreo ó generalife, inmediato al palacio, con una fuente de pórfido, por la que contínuamente corria un surtidor de azogue; y aunque la descripcion á que nos referimos se resienta algun tanto de las exageraciones que suelen advertirse en las narraciones orientales, y aunque hayan sido infructuosas cuantas diligencias se han practicado en busca de vestigios de tan encantadora ciudad y tan maravilloso palacio, se conservan monedas acuñadas en ella [2] que acreditan, sin el menor género de duda, su

plomo y el estaño impurifican el azogue, y que por *sublimacion* se le puede purificar, y ponderando la excelencia del método, añade: *Est ergo completa summa illius depuratio.*

(1) Hoefer.—*Hist. d. l. Chim.* Tomo I, pág. 325. Paris, 1842.

(2) Conde, en el cap. LXXIX de su Historia de la dominacion de los árabes en España, describe, entre las preciosidades de los jardines del pala-

existencia; que justifican, por otra parte, la importancia que alcanzó en tiempo de Abderahaman, y que vienen á avivar en nuestro ánimo la sospecha de que aquella fuente,

Do el Gran Califa contemplar solia
La imágen pura de la noble esclava,

se alimentase con azogue de las minas de Almadén, que al fin sólo distan veinte leguas de Córdoba.

En 1122 murió, en esta ciudad, Abulasis (Abulkasan ó

cio de Medina Azahra, un pabellon en el que descansaba el Rey cuando venia de caza, y en cuyo centro habia una concha de pórfido llena de *azogue vivo* que fluia y refluia artificiosamente como si fuera de agua, y daba con los rayos del sol y de la luna un resplandor que deslumbraba. En el capítulo LXXXVII, cuenta que Abderahman en sus últimos tiempos, pasaba la mayor parte del año en Medina Azahra, en la frescura y amenidad de los jardines del palacio, rodeado de sus esclavas favoritas, disfrutando de las sombras de los bosquecillos, en donde, mezclados, crecian racimos de uvas con dátiles y naranjas. Allí le sorprendió la mano irresistible del ángel de la muerte trasladándole de sus alcázares de Medina Azahra á las moradas eternas de la otra vida en la hegira 320 (961 de J. C.) despues de haber reinado algo más de cincuenta años. Describiendo la ciudad, dice en el cap. LXXIX ya citado, que Abderahman hizo construir una mezquita, que en preciosidad y elegancia aventajaba á la grande de Córdoba, la *ceca ó casa de moneda*, y otros grandes edificios para estancia de sus guardias y caballería.

Mi amigo D. Fernando Belmonte, distinguido bibliófilo y anticuario, empleado en la actualidad en la biblioteca de la Universidad de Sevilla, me ha comunicado las noticias siguientes, relativas á la zeca de Medina Azahra, que corrigen en parte y completan las publicadas por Conde en su «Memoria sobre las monedas árabes», inserta en el tomo V de las Memorias de la Academia de la Historia. Abderahman III, titulado Nasir,—Sedin Allah, fundador de Medina Azahra, fué el primero tambien que acuñó en esta ciudad. La moneda más antigua de la Zeca de Azahra corresponde á los años 337 de la hegira, y se conservan de oro y plata de todos los siguientes hasta el de 350 (961 de J. C.) siendo de notar que en este período el Califa no hizo batir en más Zeca que en la de Medina Azahra. La última que acuñó en Andalus (Córdoba) es de 336.»

«Alhaquem II, su sucesor, acuñó monedas de oro y plata exclusivamente en la Zeca de Azahra, desde 350 á 364, y en 365 y 366 en Azahra y en Córdoba á la vez.»

«De Hixem II no conozco monedas de la Zeca de Azahra. Las que he tenido ocasion de examinar proceden de la de Córdoba, y del período de la guerra civil se conservan de oro y plata, selladas en Azahra, corres-

Alzamoravius), natural precisamente de Zahara, y célebre por sus grandes conocimientos en la preparacion de los remedios. Describe con tal exactitud los alambiques, que algunos le han creido inventor de la destilacion, explicada ya en los libros de Geber, á que anteriormente nos hemos referido. No son ménos dignos de citarse, entre los más célebres, Averrhoes y Moisés Maimonides el judío, ambos cordobeses, y cuyos nombres figuran en todas las historias de la alquimia.

Tantos adelantos hicieron los árabes en la preparacion de los medicamentos, que se les atribuye el establecimiento de la Farmacia como profesion separada de la Medicina. En Córdoba, en Toledo y en todas las ciudades importantes de Occidente y de Oriente, sometidas á su dominacion, se vigilaban severamente las oficinas farmacéuticas; y adquirieron sus ordenanzas tal celebridad, que fueron en gran parte copiadas en una ley que en 1233 publicó el emperador Fernando II, y que estuvo vigente muchos años en las Dos-Sicilias.

Estos apuntes, que no son más que reducidísimos extractos de lo que sobre el particular pudiera decirse, nos inducen á creer que los árabes fueron los primeros que beneficiaron azogue en Almadén, en unos hornos que llamaron Xabecas, que más tarde, en el siglo XIV, ya en poder de los cristianos, sirvieron indudablemente para sacar el *argent vivo* con que se llenaban los baldeses sellados que iban al extranjero y con el que se creó la renta, cuyo diezmo disfrutaba el Arzobispo de Toledo.

DEL BENEFICIO DEL CINABRIO EN LOS HORNOS LLAMADOS XABECAS.

Si realmente los hornos de Xabeca fueron los primeros

pondientes al año 400 (1009 de J. C.) que ademas del nombre de Soliman Almostain llevan el del príncipe heredero Mahomed. Creo que estas sean las últimas acuñadas en Azahra, aunque se citan otras de fecha posterior, cuya existencia parece dudosa, habiendo sido destruida Medina Azahra en la hegira 401 (1010 de J. C.).

que se usaron en Almadén para extraer azogue del cinabrio, los árabes debieron utilizarlos desde el siglo VIII hasta el XII en que los cristianos reconquistaron aquel territorio para agregarle al de la Orden de Calatrava. Hay seguridad de que los vencedores continuaron sirviéndose de ellos hasta principios del siglo XVII, como se demostrará más adelante, en cuyo tiempo los arrendatarios alemanes de las minas reemplazaron las Xabecas con otros hornos, que llamaron de *Reverberacion,* y estos, en 1646, fueron á su vez abandonados por los actuales que se conocen con los nombres de hornos de *Aludeles* y de *Bustamante*. De manera que las Xabecas han estado en uso en Almadén durante ocho siglos; los hornos de reverberacion los cuarenta y seis primeros años del siglo XVII, y los actuales de aludelas cuentan ya doscientos treinta y un años de existencia. Respecto á las Xabecas hay que advertir, que aunque sabemos por la crónica del moro Rasis, que en el siglo X se sacaba azogue en Almadén, que se llevaba á todas partes, y congeturamos que ya se beneficiaba en el IX, en que escribió Geber, entre otros libros, el citado de *Summa perfectionis magisterii*, carecemos de documentos con que probar que en aquel tiempo se hiciera precisamente el beneficio en Xabecas; y por más que esto sea probable y casi cierto, debo confesar que el documento más antiguo que he visto en que se nombren, si no las Xabecas, las ollas en que se colocaba el mineral para cocerle en esta clase de hornos, es de 1516. En él se declara que quedaban exentas de pago de alcabalas, "las *ollas*, leñas, etc., destinadas á las minas" y que se trataba de "hacer de nuevo las casas de las ollerías porque están caidas é derrocadas et non se puede la obra sofrir con ellas." [1]

Se ha conservado una descripcion anónima del beneficio en Xabecas, tal cual se practicaba en Almadén en 1543, que han publicado los Sres. Maffei y Rua Figueroa en el

[1] Reg. y Rel. de Min. de la Corona de Castilla. Tomo I, pág. 71 y siguientes.

tomo II de su Bibliografía mineral [1] y se tienen noticias posteriores, referentes al mismo procedimiento, por las visitas que, de órden del Rey, hicieron á la mina Ambrosio Rótulo y D. Francisco de Mendoza en 1557 [2], por otro anónimo de 1565 inserto en el tomo XI de la coleccion de documentos inéditos del archivo de Indias, copiado en *La Revista Minera* [3], en el que se describe tambien el beneficio en Xabecas; por inventarios formados para los contratistas Márcos Fuggars y Juan Xelder, en los que consta [4] que se hicieron cargo en 1582 de Xabecas, ollerías y albercas, y por otros documentos, de que luego se hablará, en los que figuran las ollas, las cenizas para la liga de metales y los lavaderos de azogue indispensables para esta clase de beneficio.

La voz Xabeca, que el Diccionario de la lengua escribe Jábeca y Jábega, significa una red grande de pescar y tambien una flauta ó chirimía, acepciones ambas que tienen con el horno de Xabeca, que nos ha conservado Barba [5] y que reproducimos en la figura 1.ª, semejanza bastante, á nuestro juicio, para fundar la etimología de la palabra.

El horno, muy semejante á los llamados de galera, se componia de cuatro paredes verticales, que formaban á manera de un cajon rectangular, y de una bóveda cilíndrica de medio punto que servia de cubierta al horno. En la bóveda, y á lo largo, habia tres hileras de agujeros, que solian ser, diez y ocho, veintiuno ó veinticuatro en total; de modo que correspondian seis, siete ú ocho á cada hilera, y sin duda en el aspecto que estos agujeros daban al horno debió fun-

(1) Anónim. Minas. Tomo II, núm. 3503, pág. 398.

(2) Reg. y Rel. de Min. de la Cor. de Castilla. Tomo I, pág. 85 y siguientes.

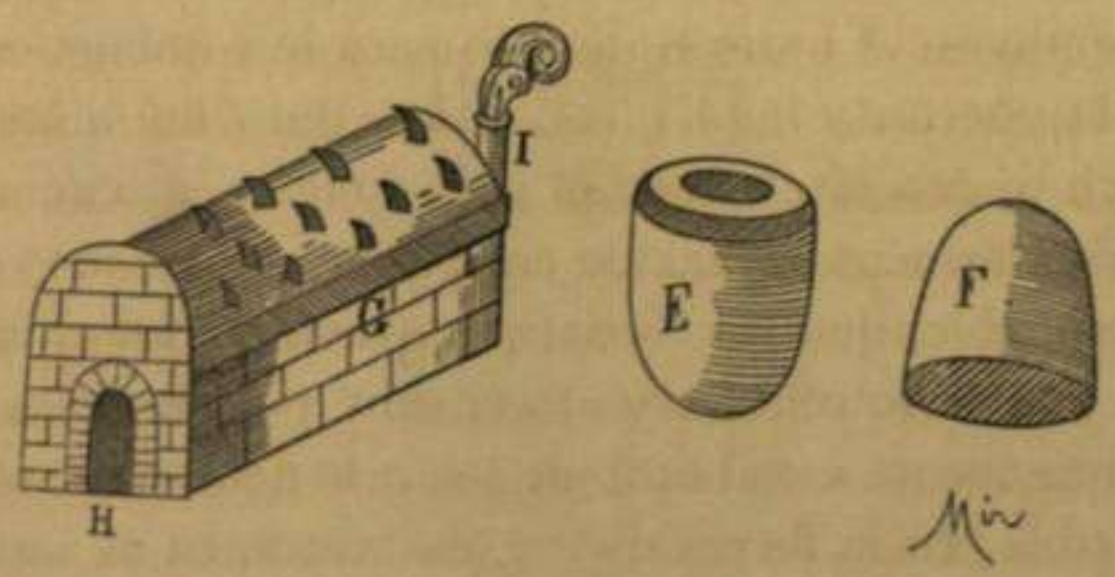
(3) Tomo XXIII. Ser. A. pág. 451.

(4) Reg. y Rel. de Min. de la Corona de Castilla. Tomo I, pág. 107.

(5) Barba. Arte de los metales. Lib. IV, cap. 22. Madrid, 1640. El autor le llama horno de Lamas, es decir, horno que usaban en América para calcinar las lamas ó parte más fina que resulta de la pulverizacion y lavado de los minerales de plata; pero le describe y diseña entre los aparatos de sacar azogue.

darse la analogía con la flauta ó con las redes grandes de pescar.

(Figura 1.ª)



G horno.—*H* puerta.—*I* chimenea.—*E* olla.—*F* cobertera.

En los agujeros se colocaban ollas de barro cocido á manera de crisoles, de forma cónica (figura 2.ª) y se las sujetaba con barro para que no saliera "por la circunferencia del "agujero de la bóveda humo alguno ni se perdiera calor." Se echaba dentro de las ollas mineral quebrado en pedazos del tamaño de una nuez, dejando en la parte superior un hueco de tres dedos de altura para rellenarlo con ceniza muy cernida y bien apisonada, que designaban con el nombre de *hormigo*.

Se cubrian despues con tapaderas de barro bombeadas, como indica la figura 2.ª, que es una fiel y exacta reproduccion de una olla y de una tapadera encontradas en los antiguos vaciaderos de Almadén; tomaban las juntas de las tapas con un barro compuesto de tierra y ceniza, á que llamaban *larax*, á fin de evitar fugas de azogue durante la cochura, y el extremo inferior y puntiagudo de las ollas le defendian de la accion del fuego con un pegote de barro, que se representa tambien en el diseño.

Las operaciones se disponian de modo que la carga se terminara al ponerse el sol, y acto contínuo empezaba la cochura metiendo en el horno ó buitron, por la puerta marcada en el dibujo, haces de monte bajo que ardian en el suelo

del horno, sin parrilla, á la manera que se usa hoy en Almadén en los hornos de aludeles, y tambien en Linares y en la Sierra de Gador en los llamados boliches, en que se quema la misma clase de combustible para beneficiar minerales de plomo. El aire necesario para la combustion entraba por la puerta, y las llamas, calentando las ollas, salian por la chimenea situada en el lado opuesto, ateniéndonos al dibujo de Barba, reproducido en la figura 1.ª Es muy posible, y áun probable, que las Xabecas no tuvieran tal chimenea y que las llamas retrocediesen para salir por la única puerta que se representa en el dibujo, y por la que se introducia el combustible, en la forma que se describirá, en el capítulo siguiente, al tratar del beneficio del cinabrio en ollas destapadas.

Cada cochura duraba doce horas, y las doce restantes del dia se invertian en enfriar el horno, en destapar las ollas, sacar el azogue ó *desmijar*, como se lee en los anónimos citados, en lavar el azogue y en recargar, por último, las ollas.

Destapadas éstas, despues de enfriado el horno convenientemente, se sacaba, con cucharas de hierro casi planas, el azogue y las cenizas revueltas con los *prietos*, que no eran más que bermellon sublimado, y todo se echaba en dormillos ó artesas de fresno para lavarlo en unas alberquillas dispuestas en las inmediaciones de los hornos. El agua disolvia en parte las cenizas y arrastraba en su corriente la porcion insoluble; en los dormillos quedaba el azogue puro y en las alberquillas una tierra pesada, que por su color oscuro llamaban prieto, que se componia de cinabrio sublimado, como ya se ha advertido, y que en estado húmedo mezclaban con el mineral, diciendo que *envolvian en prieto*, al tiempo de cargar las ollas para la siguiente operacion.

La carga era de 26 á 28 libras de mineral en cada una de ellas (unos 12 á 13 kilogramos) y la de un horno de 21 ollas de unos 250 kilogramos. Con diez de estos hornos, que podian marchar á la vez, segun el anónimo de 1565, el con-

Fig.ª 2.ª

Fig.ª 3.ª

Lit. de A. Grafer, Madrid.

Barcelo dc. 8.ª

sumo diario se elevaria á dos y media toneladas de mineral. Para la cochura de una Xabeca eran necesarias tres carretadas de leña, que representan 120 arrobas, ó próximamente tonelada y media, de cuyos datos deducimos que el consumo diario de diez Xabecas se elevaria á 15 toneladas de monte bajo.

Respecto á gastos y productos, leemos en el anónimo de 1543 lo que sigue:

«Tiene de coste un quintal de azogue 10 ducados, y añá-»denle 4 de arrendamiento, y véndese en España por 20 du-»cados, y llevado fuera crece el precio.» La utilidad ó beneficio era por consiguiente de 6 ducados por quintal de azogue.

El consumo enorme de combustible obligaba con frecuencia á los explotadores á abandonar sus fábricas de beneficio [1] y á trasladarlas á sitios abundantes en leñas, y tanto despoblaron los montes, que se vieron forzados alguna vez á situarlas á más de tres leguas de la mina de Almadén, lo cual ocasionaba descuidos en las operaciones, las pérdidas consiguientes y hurtos de azogue, que quedaban impunes segun refieren Rótulo y Mendoza en las Relaciones de sus visitas á Almadén en 1557, de que anteriormente hemos hecho mencion.

Suponiendo que la ley media de los minerales fuera de 10 por 100 de azogue, se obtendrian 25 kilogramos de este metal de los 250 kilogramos de mineral que podian cargarse en las 21 ollas de cada Xabeca. Siendo el gasto de combustible de una y media toneladas ó 1.500 kilogramos, para los 25 kilogramos de azogue, resultaria un consumo de 60 kilogramos de combustible por kilogramo de azogue, que equivalen, cuando ménos, á 12 kilogramos de carbon de piedra, y todo ello para calentar los pedazos de mineral dentro de las ollas á unos 400 grados, pues no es mayor la temperatura que se requiere para sublimar el cinabrio.

(1) Ollerías y Xabecas, como ellos decian.

El que recuerde los métodos de Dioscórides y de Plinio, de que se ha dado noticia, verá reproducidas en las ollas de las Xabecas la vasija de barro del primero ó la marmita de Plinio, y observará que la única diferencia consiste en la naturaleza del desulfurante, que fué el hierro en los métodos antiguos y el álcali de las cenizas en el sistema de las Xabecas [1]. El sulfuro de mercurio ó cinabrio, sublimado por la accion del fuego, atravesaba la capa de ceniza y cedia una parte de su azufre al metal alcalino y otra al oxígeno con que el último se hallaba combinado, resultando sulfuro y sulfato potásicos. El azogue reducido, en estado de vapor, se condensaba en la tapadera para caer de nuevo sobre las cenizas cuando las gotas alcanzaban mayor volúmen. Que la desulfuracion era incompleta, lo prueba la porcion de bermellon ó cinabrio sublimado que tienen todas las ollas que han servido, y que aparece, formando una especie de cordon interior, adherido á la parte más alta de la olla, encima del sitio que debió ocupar la ceniza durante la cochura. En la figura 3.ª se representa una olla rota encontrada en los antiguos vaciaderos de Almadén, y en la que puede verse con claridad el cordon de cinabrio sublimado. Consta, ademas, como luego se dirá, que en los hornos que hizo Bustamante en 1646, se sacó azogue en cantidad notable de los minerales cocidos en ollas, y todo prueba que, á más de oneroso por el gasto de combustible, fué el procedimiento de la Xabeca ocasionado á considerables pérdidas de metal. No he podido adquirir noticia del consumo de ollas en las cochuras.

El sistema de ollas tapadas, para cocer el mineral de azogue, se aplicó al beneficio del cinabrio de la mina de Guancavelica, en el Perú, desde la época de su descubrimiento, en 1566. Se colocaban las ollas en el suelo cargadas de mineral y de ceniza, y alrededor quemaban una yerba seca

[1] Álcali es voz árabiga que designa el producto de una combustion; se aplica tambien á una planta de cuyas cenizas se saca la potasa. Kopp. Geschichte der Chemie. Tomo III, pág. 23.

llamada Ichio, que crecia en abundancia en los alrededores de aquellas minas. Las Xabecas para calentar las ollas, no se usaron en Guancavelica hasta el año de 1596, en cuya época, segun refiere el licenciado D. Fernando Montesinos [1] en sus Memorias antiguas y nuevas del Perú, las introdujo, como cosa nueva y hasta entonces desconocida, un tal D. Pedro de Contreras, que no podia ignorar que se usaban en Almadén desde tiempo inmemorial. En 1633 se abandonaron las Xabecas en Guancavelica, reemplazándolas con los hornos inventados por Lope Saavedra Barba, que allí se llamaron busconiles, entre nosotros de Bustamante, y que suelen designarse en otros países con el nombre de hornos de aludeles.

El método de calentar las ollas en el suelo, que puede, como ningun otro, calificarse de primitivo, ¿se habrá usado en Almadén antes de las Xabecas, que se consideraron en el Perú como un perfeccionamiento inestimable en 1596? [2]

Segun los datos de Montesinos, en cada Xabeca de Guancavelica, se colocaban 30 ollas cargadas con 15 arrobas de mineral, á razon de media arroba (6 kilogramos) de mineral por olla. El producto del horno era de una y media arroba de azogue, lo que corresponde á dos y media libras por olla, ó al 10 por 100 de mineral empleado. Valia un quintal de azogue 21 pesos, y tenia 14 de coste. No es fácil averiguar si la capacidad de las ollas fué mucho menor en Guancavelica que en Almadén, porque el número de libras que entrara en cada una de ellas, dependeria de la densidad del mineral. En las ollas de Almadén, que yo poseo, no pueden colocarse 27 libras del mineral que hoy se tiene por de riqueza media, y sospecho que los autores anónimos, que han descrito

(1) Bibliog. min. Tomo I, págs. 164-482.

(2) Perez de Vargas, autor de la obra más antigua de metalurgia publicada en castellano, describe las ollas y el modo de beneficiar en ellas el mineral de azogue; pero no habla de las Xabecas, que eran, sin embargo, de uso corriente en Almadén, en la época en que salió á luz su libro De Re metallica. Mad. MDLXIX, cap. XX.

el beneficio de Almadén y los que han tratado del de Guancavelica, han debido calcular á ojo el contenido de las ollas.

No tengo noticia de que en otros países se hayan usado las Xabecas para beneficiar minerales de azogue, ni he visto descripciones ni áun referencias de este sistema en las obras de metalurgia que he consultado.

DEL BENEFICIO DEL CINABRIO EN HORNOS DE REVERBERACION.

Á principios del siglo XVII se abandonaron en Almadén las Xabecas, reemplazándolas con los hornos llamados de reverberacion, segun consta en el asiento que se renovó con los sucesores de los Fuggars en 25 de Octubre de 1623, inserto en el Registro y Relacion de minas de la Corona de Castilla que hemos citado en diferentes ocasiones. "Y en lo que toca á las Xavecas viejas" se lee en este documento, "que están en Alcudia, en la Dehesa de la Parrilla, atento "que ya no son necesarias *ni se usa de ellas para el coci-"miento de los metales*, no han de ser obligados los dichos he-"rederos de Márcos y Cristóbal Fucar á me dar cuenta de-"llas, como lo están por el asiento que al presente corre" (el que terminó en 25 de Octubre de 1623) "y que los ocho "*hornos de reverberacion que ahora están hechos para el coci-"miento de los metales*..... me los hayan de devolver, etc." Por otra parte hay noticia de que en 1613 no existian en Almadén más que dos hornos de reverberacion, segun manifestó al Rey D. Felipe II D. Juan del Pedroso, que pasó en comision á las minas con el fin de aumentar la saca hasta 10.000 quintales anuales, por la falta de azogue que habia en el Perú. He aquí cómo se expresa en una de sus comunicaciones. "Tambien se mandó que se hicieran hasta el "cumplimiento de *ocho hornos* que V. M. lo mandó así: de "estos están hechos *dos* y faltan *seis*; son necesarios mayor-"mente..... etc." [1]

[1] Larruga. Mem. Polit. y Econom. Tomo XVII. art. Cinabrio.

No se sabe á punto cierto la causa que motivó la adopcion de los nuevos hornos, pero no es aventurado suponer que se abandonaran las Xabecas por el gran consumo de combustible que ocasionaban.

Han sido inútiles mis diligencias en busca de descripciones y diseños de los hornos de reverberacion, de los que llegaron á contarse hasta 24 en Almadén, dos grandes, doce medianos y diez pequeños. Consta, sin embargo, que tenian red [1] ó parrilla de ladrillos, y que las ollas cuyo número, por lo que luego se dira, debió pasar de ciento en los hornos mayores, se colocaban en los huecos de la red. En lo esencial, en lo que pudiéramos llamar el fundamento del sistema, no diferia en mi opinion el procedimiento de los hornos de reverberacion del método de las Xabecas; porque aunque no he tenido á la vista descripcion alguna del primero, consta que en ambos el mineral se cocia en ollas de barro con una capa de ceniza, y no es aventurado asegurar, por lo que luego se dirá, que despues de la cochura, el azogue, la ceniza y los prietos se lavaban en albercas en la forma descrita al tratar de las Xabecas.

Consta, ademas, que los alemanes continuaron con este sistema hasta el momento de entregar, ó mejor dicho, de devolver definitivamente á la Hacienda en 1645 las minas de Almadén, que venian explotando desde 1525. En el inventario que entonces se formó, del que existe copia en el archivo del establecimiento y del que extractamos á continuacion algunas partidas, se encuentran confirmados los apuntes que preceden y noticias del mayor interes para investigar la disposicion y forma del horno de reverberacion.

En el cerco de Buitrones ó departamento de los hornos, segun el citado inventario, se registraron en 1645, como pertenecientes á los condes Fuggars: "Dos hornos, donde se cue-"cen las *ollas de las cochuras de los metales*.

[1] Sabalera, como la llamaba Barba y define el Diccionario de la Academia. Red es la traduccion al castellano de la voz árabe Xabeca.

"Cuatro pilas y un portal, *donde se lava el azogue de los "hornos*.

"Doce ruedas, donde se hacen las *ollas de cochura de los "metales*.

"Cuatro patios, donde se quiebran y recogen los metales, "y en estos un ingenio de quebrar el metal con sus marti-"netes.

"Un cuarto para *cenizas* para *liga* de los metales.

"Otro cuarto, donde se guardan los botes para recoger el "azogue.

"Un hornillo de ensayar metales.

"Veinticuatro hornos de cochura de dichos metales, dos "grandes, doce medianos y diez chicos, corrientes."

En el corral de la contramina existian, entre otros minerales, los siguientes:

"Fino del pozo.	á 14	rs.	quintal.
"Pizarro de id.	á 6	"	"
"China de id.	á 8	"	"
"Vaciscos de id. para deslavazar.	á 2	"	"
"Metal sordo.	á 23	"	"
"Lama apurada.	á 16	"	"

Se cita un monton de lama que está por lavar, y que producirá 80 quintales de lama apurada; otro de vaciscos por deslavazar que hay que apurar en las tinas; 24.150, ollas cocidas; 2.112 por cocer, y barro y polvo cocido para otras 29.800; en total más de 50.000 ollas.

En el mismo inventario se lee, que 216.900 ollas producen 2.169 quintales de azogue, y que se cargan en ellas 55.729 quintales de todos metales, de donde fácilmente se deduce, que en cada olla se cargaba un cuarto de quintal ó una arroba de todos metales, y que de este peso se sacaba una libra de mercurio; de manera que el producto no pasaba de 4 por 100. Por otra parte, nos dice el inventario que en 24 hornos que están cocidos de china, vaciscos y fino de la contramina se producirán 3.000 libras de azogue; es de-

cir, 126 libras por horno, si todos fueran de la misma capacidad. Ademas, consta en el mismo documento que en 24 hornos, que pueden cocerse en diez dias, del 21 al 31 de Diciembre de 1645, se producirán 2.400 libras ó, lo que es lo mismo, 100 libras por horno. De cuyos preciosos datos deducimos que los hornos llevarian, por término medio, unas 100 ollas, y con probabilidad 140 los mayores, 100 los medianos y 60 los chicos.

Ocho años despues de la fecha del inventario anterior, en 9 de Abril de 1654, cuando ya no se usaban los hornos de reverberacion y funcionaban exclusivamente los de aludeles, importados del Perú por Bustamente, se inventariaron de nuevo los efectos del cerco de Buitrones, y entre otros tomamos nota de "60 capellinas que servian en los "hornos de la nueva fundicion" (la de los hornos de aludeles). "Mil ollas" (resto sin duda de las 50.000 que entregaron los Fuggars).

"Veintidos sitios de hornos de la antigua fundicion que "se han desbaratado para aprovechar sus materiales en los "hornos y arcas de la nueva fundicion." [1]

Se hace entrega tambien del horno San Pedro (uno de los nuevos del sistema de aludeles) con su arca y su puerta de Herrer [2] para tapar la puerta del cargadero, y en el dicho horno una tinaja donde se recoge el azogue, con su cerradura y aldaba y un candado pequeño.

No me parece fuera del caso advertir que en otros documentos registrados en el archivo de las Minas, consta que la Hacienda, á la vez que por su cuenta se ensayaban los hornos de aludeles, benefició durante el año de 1646, en los de reverberacion de los alemanes, los minerales que éstos tenian arrancados y almacenados al hacer la entrega de las minas en el año precedente de 1645.

(1) Los de aludeles.

(2) Fabricada por Herrer, Ferrer ó Herrero; de hierro batido, forjado ó dulce, como ahora se dice. Esta puerta es la que hoy llaman válvula, y sirve para cubrir el agujero central de la bóveda de los hornos.

Del exámen de los inventarios y apuntes que anteceden puede inferirse:

1.° Que los vaciscos se lavaban para enriquecerlos.

2.° Que las ollas cargadas con mineral y con ceniza *no se tapaban*, pues ni en los inventarios ni en ninguno de los documentos referentes á la época de los últimos contratos con los Fuggars, que se han consultado en el archivo de Almadén, se citan coberteras ni ollas con sus tapas ó coberteras.

3.° Que la palabra *arca* es equivalente á *cámara*, pues que los materiales de los hornos de reverberacion se emplearon en construir los de aludeles y sus arcas, que suelen llamarse ahora cámaras ó arquetas de condensacion.

4.° Que siendo ciento las ollas, que por término medio cabian en cada horno de reverberacion, resulta que uno de ellos hacia tanta labor como cuatro Xabecas, en las que sólo se colocaban diez y ocho, veintiuna ó veinticuatro ollas.

5.° Que la cabida de las ollas deducida, como se ha advertido, de los datos recogidos en el archivo, no pasaba de una arroba, y que esto conviene con la de 27 libras que se las asigna en las descripciones de las Xabecas, de lo cual se infiere que no se varió la forma ni el tamaño de las ollas al reemplazar las Xabecas con hornos de reverberacion.

6.° Que los vapores de azogue, puesto que las ollas permanecian destapadas durante la operacion, se condensarian en las *arcas*, en las que no penetrarian los humos y gases de la combustion. Suponer que dichos vapores y los productos de la combustion caminaban juntos, sería admitir que habia un aparato intermedio de condensacion, de cuya existencia no encontramos el menor indicio en los documentos consultados. Saliendo con separacion las llamas y condensándose los vapores de azogue en las *arcas*, que positivamente tenian los hornos, no sólo es fácil darse cuenta del aparato y de la marcha de la operacion, sino que resulta entonces un sistema en un todo conforme con el método de beneficiar minerales de azogue en *ollas destapadas*, descrito por Agrícola en

su obra clásica *De Re Metállica*, publicada en 1556, es decir, medio siglo antes de la introduccion en Almadén de los hornos llamados de reverberacion. He aquí ahora la descripcion de este método.

"Otros construyen una cámara *(cónclave)* abovedada con "suelo embaldosado y cóncavo hácia el centro, y en el muro "espeso de la cámara fabrican hornillos, cuyas bocas sirven "para introducir la leña y vienen á formar parte del para-

(Figura 4.ª)

A cámara.—*B* puerta.—*C* respiraderos.—*D* bocas de los hornillos.—*E* un hornillo.—*F* ollas.

"mento exterior del mismo muro: colocan las ollas dentro "de los hornillos (fig. 4.ª), las llenan de mineral quebranta- "do y reducido á pedazos pequeños, y tapan con barro las "juntas de las ollas con los hornillos para que no pueda es- "capar humo alguno, pues todo ha de salir *por las bocas mis- "mas de los hornos*. Despues, dentro de la cámara, colocan "árboles verdes, cierran la puerta *(ostium)* y las vidrieras de "las claraboyas ó respiraderos, y obturan con musgo y barro "todas las rendijas para que no pueda escaparse el azogue. "Entonces, dando fuego á los hornillos, se cuece el mineral

»y se desprende el azogue, que no pudiendo resistir *(impa-*
»*tiens)* la accion del fuego y buscando la frescura, se depo-
»sita en las hojas de los árboles, que hacen oficio de refrige-
»rantes. Una vez cocido el mineral y terminada la opera-
»cion, apagan el fuego, abren la puerta y respiradores de la
»cámara para que todo se refresque, y recogen el azogue
»que en su mayor parte, y á causa de su gravedad, se des-
»prende por sí solo *(sua sponte)* de las hojas de los árboles y
»se reune en la parte cóncava del suelo. Si alguna porcion
»quedase pegada á los árboles basta sacudirlos para des-
»prenderla por completo.»

Lo de los árboles me parece innecesario y ademas poco práctico, pues no es fácil proporcionárselos verdes en todas las estaciones del año. Para mí no es dudoso que los directores, que establecieron los hornos de reverberacion en Almadén, pensarian de la misma manera, y que ni siquiera ensayarian las ramas verdes en las arcas de sus hornos ni las claraboyas con cristales. Pero la cámara independiente cubriendo á las ollas, y en la que se exhalan los vapores de azogue sin que puedan penetrar en ella el humo ni los gases de la combustion, la supresion de las tapas ó coberteras, la salida á la atmósfera de los productos de la combustion por las bocas mismas por donde se carga la leña, y la recomendacion expresa de tapar las juntas de las ollas con los hornillos para que no entre humo en la cámara [1], representan el fundamento de un sistema especial de beneficio, y son antecedentes que, unidos á los que se desprenden de los inventarios, precedentemente copiados, bastarian para formar un diseño, si no exactamente igual al del horno que usaron los alemanes en Almadén, tan parecido al ménos, que podria aceptarse como remedo del original; pero habiendo hallado en apuntes referentes á las minas de Guancavelica, en el Perú, nuevos datos acerca de los hornos de reverbera-

(1) *Circa vero ollas sic fornaces undisque lateribus luto conglutinatis claudunt, ut nullus fumus eluctari possit, sed erun totum cujusque fornacis os emitat.*

cion, he preferido presentarlos y discurrir sobre ellos antes de diseñar el horno que, en mi opinion, construyeron los sucesores de los condes Fuggars para beneficiar en ollas destapadas los minerales de Almadén.

La incuria ó indiferencia con que han mirado los Jefes de aquel Establecimiento lo tocante á su historia, es inexplicable. En el acta de una visita al cerro de Buitrones, ó de los hornos, en 1677, se lee lo siguiente: "En la ollería, "junto á la boca del cocedero, hay un horno pequeño que es "de *reverberacion* y modelo de los hornos grandes en que en "lo antiguo se fundian los metales en ollas de barro, y que se "conserva para que no se pierda la memoria de la forma en "que esto se hacia." Hoy no existe la ollería, ni el horno, ni al derribarle se tomó dibujo, ni se sacó descripcion de aparato tan interesante; por lo ménos yo no he tenido la fortuna de encontrar tan curiosos documentos.

Sorprende que á principios del siglo XVII se usaran en Almadén hornos de reverberacion, siendo notorio y por nadie contradicho, que Barba, que publicó su Arte de los Metales en 1640, fué el primer autor de metalurgia que describió los hornos de esta clase. El cap. XV del libro IV de este precioso Tratado empieza con las siguientes palabras: "Poco ó "nada se ha usado, hasta nuestros tiempos, entre los que "han tratado de metales, el fundirlos en hornos de reverbe-"racion, y aunque antes de ahora se tuvo noticia de ellos, no "fué con la perfeccion que hoy se usan, ni para este efecto, "sino para refinar [1] solamente. Baste para prueba de esto "que Jorge Agrícola [2] que tan dilatadamente trató de todo "lo perteneciente al arte de los metales, no hace de ellos "mencion para este efecto. Es entre los modos de fundir el "más noble y más á propósito de los metales de oro y plata, "mayormente si son muy ricos." Karsten [3], que ha tenido ocasion de consultar multitud de obras antiguas, que sería

(1) Copelar.
(2) La primera edicion de su Obra titulada *De Re Metallica* es de 1556.
(3) Systéme der Merallurgie. Tomo I, S. 183 y siguientes.

excusado buscar en España, comentando el pasaje anterior, confirma la opinion de Barba, asegurando que antes de la aparicion de su obra no eran conocidos en Europa los hornos de reverberacion para calcinar y fundir, y añade que, segun Calvor, en 1698, debieron construirse en Inglaterra hornos de reverberacion para fundir minerales de cobre y de plomo, pareciéndole dificil averiguar si el establecimiento de estos hornos fué producto de una nueva invencion, ó si la idea se tomó de los escritos de Barba, cuya obra apareció en inglés en 1674 y de este idioma se tradujo al aleman, publicándose dos ediciones en Hamburgo en 1676 y 1696; otras dos en Franfort en 1726 y en 1739, y por último la de Viena en 1749. Las ediciones francesas son posteriores y se publicaron en Paris en 1750 y 1751.

Sin aspirar á resolver una cuestion que Karsten, con su competente autoridad, ha dejado pendiente, no estará demas advertir que Barba no sólo aconsejaba el uso de los hornos de reverberacion para fundir minerales de oro y de plata en baño de plomo, como lo explica en el cap. xv del lib. iv, sino que los recomienda para fundir minerales de plata asociados con los de plomo y cobre. En el cap. xvii, trata de "cómo se funden los *soroches* solos ó mezclados con "ellos otros metales por reverberacion, y se explica en estos "términos: "Muy ordinaria cosa es en fundiciones de ne-"grillos ú otros cobrizos, quedar sobre la plancha (baño) de "plomo y debajo de las escorias otra plancha de *erudios* (ma-"tas) causadas de las margaritas (piritas) y mucho cobre que "las acompaña."

La explicacion que precede es una descripcion del *Bleiarbeit*, de Freiberg, en hornos de reverbero, en sustitucion de los de manga ó cuba usados en Alemania.

Los hornos de reverberacion, en Almadén, tuvieron distinta aplicacion, porque no se usaron en calcinacion ó tostado, ni en fundicion de minerales, sino en la cochura de las ollas llenas de cinabrio, y lo de reverberacion debe entenderse, á mi parecer, por la forma abovedada del horno y por la

manera de quemar el combustible; pues Barba dice en el capítulo v, que "si se funden con llama sola de leña, se hace "en hornos de reverberacion," y constando que los alemanes empleaban en Almadén leña gruesa para calentar sus hornos, es evidente que la quemarian en la forma en que se ha quemado siempre este combustible, á saber, en hornillo separado, sobre una parrilla ó sabalera con su cenicero, que son los departamentos esenciales á todo horno de reverberacion.

Unicamente en la obra de Agrícola he hallado noticias referentes al cocimiento en ollas destapadas, y son las que van expuestas, siendo notable que Barba y otros autores, que escribieron como él con posterioridad á Agrícola, hayan omitido la explicacion de este procedimiento. He revisado inútilmente los tratados de J. Cristóbal Voldbergen [1], el de Schlutter [2] y la version francesa de Mr. Hellot, publicada en Paris en 1753 con el título *De la Fonte des mines;* la de Cramer [3]; la traduccion francesa de la Henckel [4]; el tratado de amalgamacion de Jacobo Ferber [5], que no debe ser la obra del mismo autor que cita Proust en sus Anales químicos, á los que tendré ocasion de referirme en adelante, y por fin la obra de Genssanne [6], libros que casi todos se encuentran en la Biblioteca de la Escuela de Minas, que cito, no por ostentar diligencia ó erudicion, pues no ha de hacerse alarde de satisfacer, sin el menor sacrificio, placer tan provechoso como el que ocasiona la lectura de libros instructivos, sino con el deseo de ahorrar camino á los que vengan

(1) Speculum metallurgiæ polissimum. J. Cristophe Voldbergen Dresden. 1700.

(2) Grundlicher Ankerricht von Hutterwerken. v. Chistoph. Andreas Schlutter. Braunschweig. 1738.

(3) Aufgansgründe der Metallurgie. v. J. Andreas Cramer. Blamquenburg. und. Quedlinburg. 1774.

(4) Pyritolgie p. J. F. Henckel. Traduccion francesa del aleman. Paris, 1760.

(5) Nachricht von. dem. Anquicken. v. J. Jacob. Ferber. Berlin, 1787.

(6) Traitè de la Fonte des mines. Paris, 1776.

despues á investigar los procedimientos que se siguieron en la antigüedad para beneficiar los minerales de Almadén.

Agotados estos recursos, pensé en buscar noticias de los hornos de reverberacion en los documentos relativos á las minas de azogue de Guancavelica en el Perú, y habiendo examinado los que he podido proporcionarme, me lisonjeo de que mi excursion no ha sido del todo infructuosa. Beneficiándose en los siglos XVII y XVIII, por españoles, dos minas de azogue tan importantes como la de Almadén y la de Guancavelica no tiene nada de extraño que de uno á otro país se llevaran, como novedades, las invenciones y perfeccionamientos que en cada uno de ellos se planteaban. Así aconteció en 1597 [1], como llevo dicho, que un tal Pedro de Contreras, natural de Sanlúcar de Barrameda, vino á establecer en el Perú, como de su invencion, las Xabecas que desde tiempo inmemorial se usaban en Almadén. Más tarde, en 1646, aunque sin atribuirse el invento, Bustamante planteó en Almadén los hornos, establecidos trece años antes en el Perú por Lope Saavedra Barba. Guiado yo por las noticias publicadas en la Bibliografía mineral, tantas veces citada [2], fuí á consultar el Códice J. 57. de la Biblioteca Nacional, en el que encontré unos toscos y confusos dibujos [3] hechos á mano por Fr. Miguel de Monsalve, predicador general de la órden de Dominicos, con los que he formado un diseño en planta, seccion y perspectiva, que debe representar, con aproximacion bastante, el horno de reverberacion de Almadén, por más que el predicador, dándolos por de su invencion, no diga terminantemente que son copia fiel de los que se usaban en España. "*Las cartas y dibujos de Fr. M. de "Monsalve sobre un nuevo modo y traza de hornos y fundicion de "metales de azogue,*" insertos en el Códice citado, están fechados en Lima en 1617, y son por lo tanto posteriores á la

(1) Maffei y Rua Figueroa. Bibliografía mineral, tomo I, pág. 164. Madrid, 1871.

(2) Idem id., id., id., pág. 480.

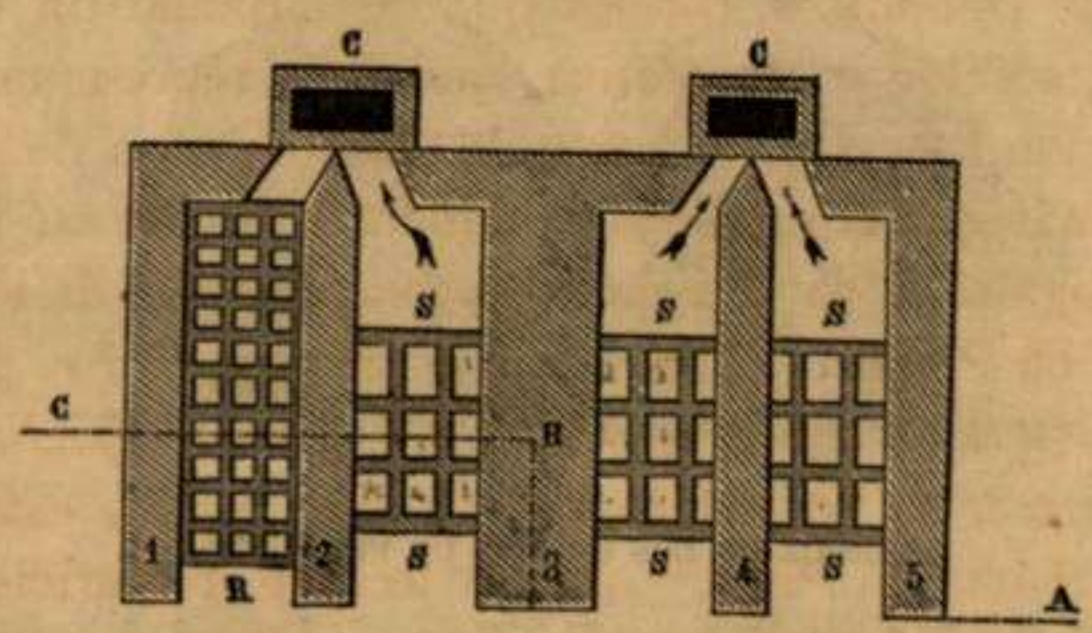
(3) Códice J. 57. págs. 562 á la 574.

época en que se construyeron los dos primeros hornos de reverberacion que D. Juan del Pedroso visitó en Almadén en 1613. Todo, en los hornos del padre dominico, conviene con las noticias que se han apuntado acerca de los de Almadén, y con la descripcion traducida de la obra de Agrícola. Arcas para condensar el azogue, conducto separado para los productos de la combustion y por fin ollas destapadas.

Las figuras 5.ª, 6.ª y 7.ª representan dos hornos de reverberacion formados con los diseños de Monsalve, que deben ser muy semejantes á los pequeños que usaron los alemanes desde principio del siglo XVII, sin que por esto se entienda que pretendo sostener la absoluta identidad de medidas entre unos y otros. Tampoco puedo afirmar que los humos salieran por una chimenea, como propongo en el dibujo adjunto, pues pudieran muy bien revocar por la boca misma del atizadero del horno, en la forma dispuesta por Agrícola, y es posible que haya diferencias en algunos otros accidentes, que en nada afecten, sin embargo, á la esencia del sistema, ni á la estructura del aparato.

De cualquier modo, examinados con detencion, se advierte pronto que los nuevos hornos no son más que las an-

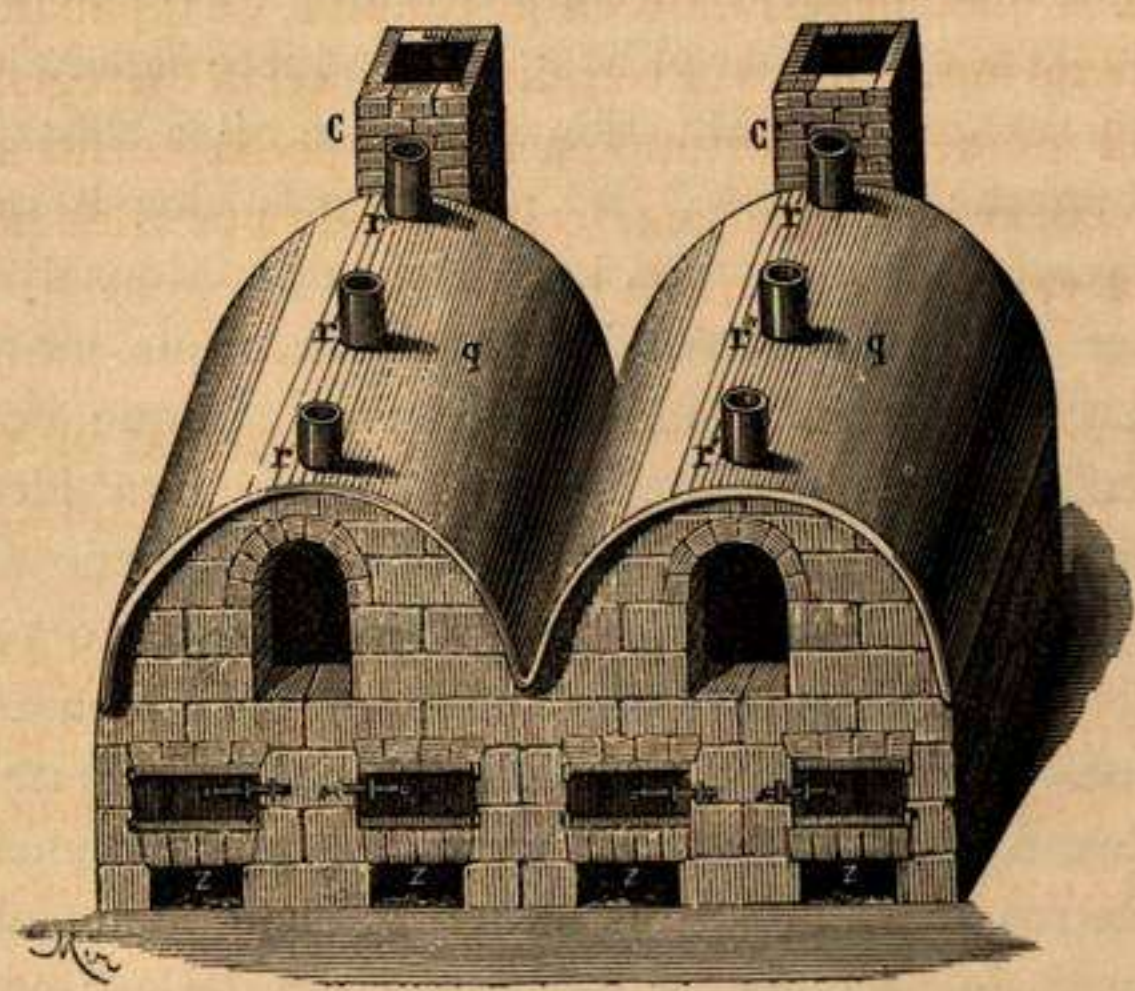
(Figura 5.ª) — Seccion por *DFC*.



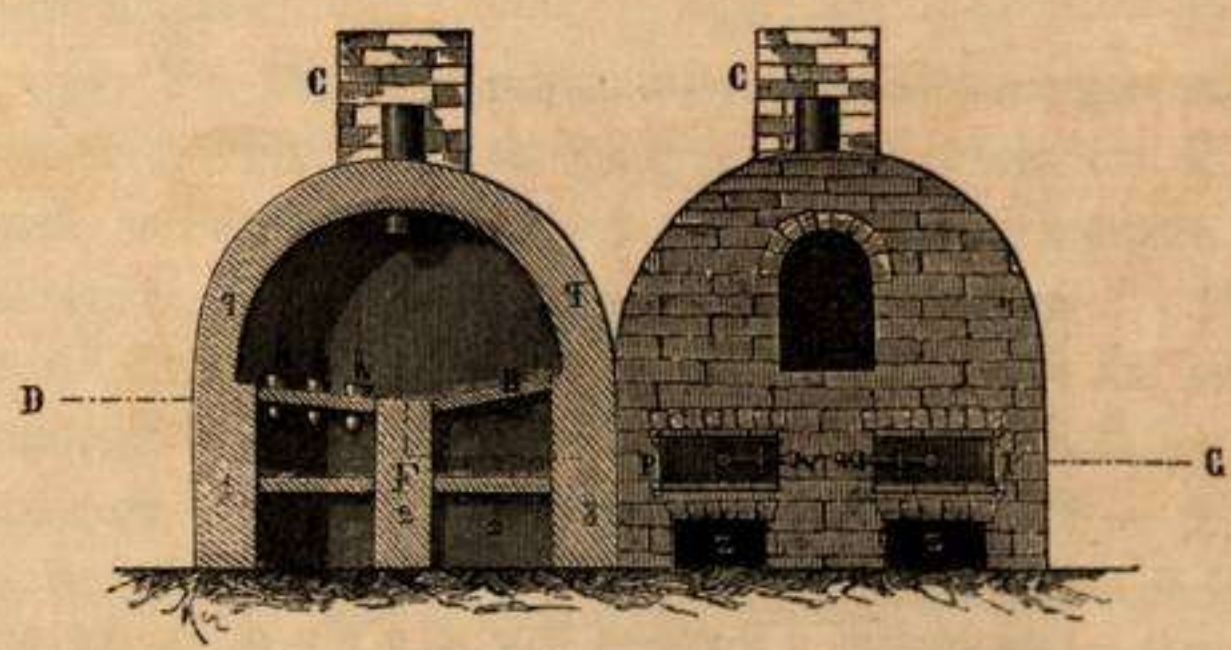
tiguas Xabecas reformadas. Se conservó, en efecto, la bóveda de la Xabeca con sus agujeros para colocar las ollas con el mismo nombre de red, dando á los hornillos ó buitrones

disposicion acomodada para quemar leña gruesa, es decir, otra red, parrilla ó sabalera, y por fin se cubrieron dos Xa-

(Figura 6.ª)



(Figura 7.ª) — Seccion por *CBA*.



LEYENDA DE LOS HORNOS DE MONSALVE.

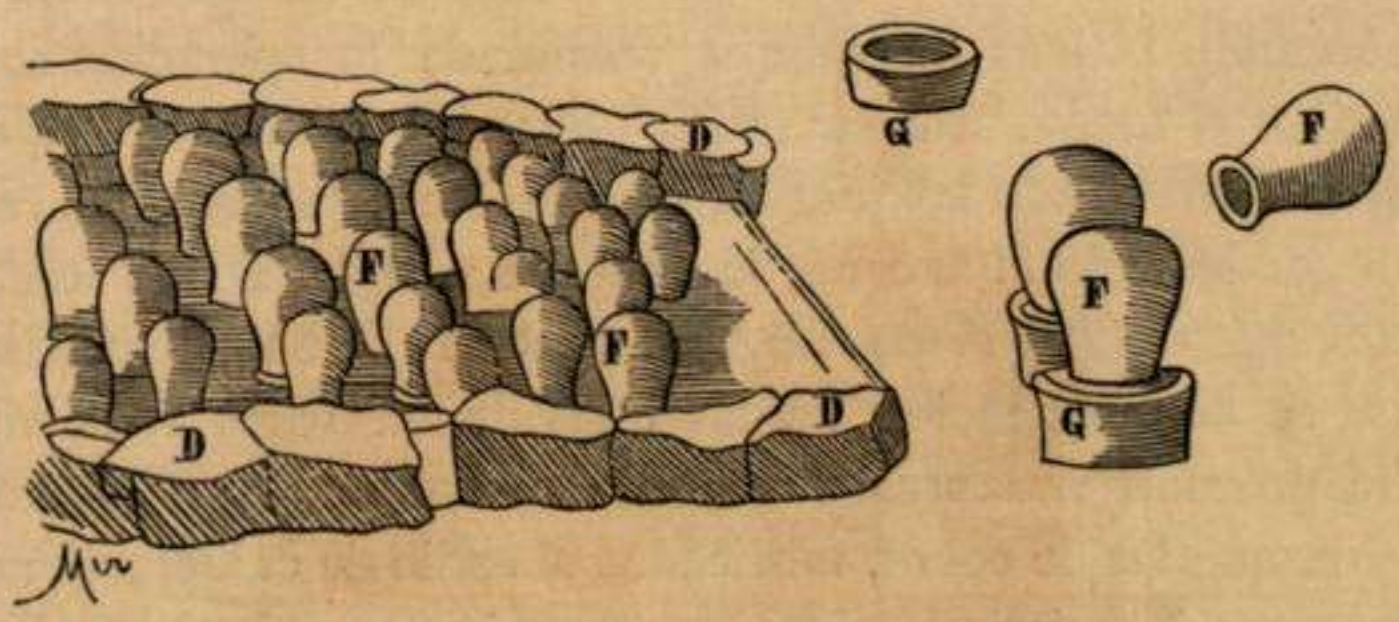
R red de ladrillos, en la que se colocaban 30 ollas sin cobertera.—*S* red ó sabalera de ladrillo, situada debajo de la anterior y destinada á recibir la leña gruesa.—*C* chimeneas para los productos de la combustion exclusivamente.—*P* puertas de los hogares llamados butrones ó buitrones.—*Z* ceniceros ó mejor ceniceras.—1, 2, 3, 4, 5 muros de los hornos en que descansan las bóvedas de las cámaras.—*q* arcas ó cámaras abovedadas (*Conclave* de Agrícola).—*M* puertas de las cámaras, por las que se entraba á cargar y descargar las ollas, limpiar la bóveda y recoger el azogue, que en parte corria por el suelo cóncavo á un recipiente exterior.—*h h h* tres ollas destapadas y colocadas en la red para la cochura.—*r r' r''* caños de respiracion y de registro del arca.

becas pareadas, y en esto estriba la novedad, con una bóveda que formaba el *Conclave* de Agrícola en que se exhalaban, para condensarse, los vapores de azogue que salian de las *ollas destapadas*. Encima de la bóveda colocaba Monsalve tres tubos que, penetrando en la cámara, se tapaban durante la operacion, y una vez terminada, servian de registro para elegir el momento oportuno en que se podia entrar sin peligro á recoger el azogue, es decir, cuando por ellos no se exhalaban vapores ni humedad.

DE OTROS SISTEMAS ANTIGUOS DE BENEFICIAR MINERALES DE AZOGUE QUE NO SE HAN USADO EN ALMADEN.

1.° *Per descensum.*—En un cercado de adobes ó piedras *D* (fig. 8.ª) se enterraban hasta la boca en arena ó en ceniza, setenta ó más ollas de barro de la forma indicada por la letra *G*, cuidando de que formasen hileras rectas y ordenadas.

(Figura 8.ª)



D cercado.—*G* ollas inferiores ó recipientes.—*F* ollas superiores, en las que se carga el mineral.

En cada olla entraba, invertida, la boca de otra de mayor capacidad y de la forma de las antiguas redomas de vidrio. El mineral, en pedazos pequeños, se cargaba en las ollas superiores hasta llenarlas casi por completo; luego tapaban las bocas con musgo, segun Agrícola, de cuya obra

hemos copiado el diseño adjunto, con ovas, esparto cocido ó con lana de la que se halla en los troncones de las encinas, segun Perez de Vargas [1] ó como Barba enseña [2] con un tapon agujereado que solia ser de barro cocido, de cobre ó de hierro.

Cargadas y tapadas las ollas superiores, en la forma descrita, se colocaban boca abajo en las que estaban enterradas, de modo que sus cuellos penetraran dentro de las inferiores unos tres ó cuatro dedos, y tomaban las juntas cuidadosamente con barro para evitar las fugas de vapor de azogue. Despues, alrededor de estas juntas, y sobre el suelo en que estaban enterradas las inferiores, echaban una mezcla de tierra y cisco, de manera que quedasen tambien enterradas las superiores hasta la altura de un palmo á contar de las juntas, y se pasaba á dar fuego de este modo:

En los costados de la cerca tendian á lo largo, sobre el suelo de tierra y cisco, leños de los más cortos, y encima otros mayores cruzados en direccion perpendicular á los primeros, de modo que los últimos venian á pasar por los huecos ó calles que quedaban entre las hileras de las ollas. Despues encendian la hoguera y continuaban cebándola y ahuecando la leña, hasta que terminada la operacion suspendian el fuego. Enfriadas las ollas, levantaban las superiores deshaciendo las juntas, y en las enterradas encontraban condensado el azogue; lo cual dió márgen á que se llamara método *Per descensum* á este sistema de beneficio. Usábase en la preparacion de las ollas de un barro excelente para prevenir fracturas durante la operacion. Agrícola advierte, que las de cobre, fabricadas al estilo de calderas, eran de mayor duracion. Los autores, que han tratado de la destilacion *Per descensum*, no explican si los minerales se mezclaban en las ollas con cenizas ú otras materias desulfurantes, ni dan tampoco noticia de la composicion de las gangas de los minerales que se beneficiaban por este sistema. Si con-

(1) De Re Metallica. cap. xx. Mad. 1569.
(2) El arte de los metales, libro IV, cap. XXII. Mad. 1640.

tenian hierros ó calizas, ó eran muy bituminosas, sin dificultad se comprende la desulfuracion, porque la cal, los óxidos de hierro y el carbon, que respectivamente resultan de la calcinacion de esas gangas, descomponen perfectamente el sulfuro de mercurio. Si el tapon de la olla superior era de ovas, esparto ó de lana vegetal, resultaria tambien carbon como con las pizarras bituminosas, y al pasar el vapor de sulfuro de mercurio por ese carbon incandescente, se descompondria en azufre y en azogue, resultando sulfuro de carbono. Tambien el hierro y el cobre de los tapones de Barba podian desulfurar al cinabrio en vapor; pero si la ganga del mineral no era caliza, ni ferruginosa, ni bituminosa y se servian del tapon de barro cocido, no es fácil darse cuenta de la desulfuracion. Karsten [1], sin referirse á ningun texto, dice que se mezclaba el mineral con caliza al meterlo en las ollas.

No hay en Almadén tradicion alguna, que autorice á suponer que en aquellas minas se haya empleado el sistema *Per descensum*. Fué muy usado, segun Karsten, en la antigüedad. El autor del artículo Mercury, en el Diccionario del Dr. Ure [2], pretende que era el único que se practicaba antes del siglo XVII, añadiendo que se abandonó en el Palatinado en 1635, para establecer la destilacion con retortas de barro calentadas en hornos de galera. Asegura, ademas, que en Idria continuó el método *Per descensum* despues de haberse introducido en el Palatinado las retortas, es decir, despues de 1635, lo cual se halla en manifiesta contradiccion con las noticias de Mr. Huyot [3], segun el cual desde 1497, en que se descubrió la mina de Idria hasta 1578, se beneficiaron los minerales por métodos hoy ignorados; y en 1578 en tiempo del Archiduque Cárlos, al que por entonces pertenecia Idria, empezó á usarse de la destilacion en retortas de barro, perpetuándose este sistema en aquella mina hasta 1652. De modo, que el método *Per descensum* se abandonó

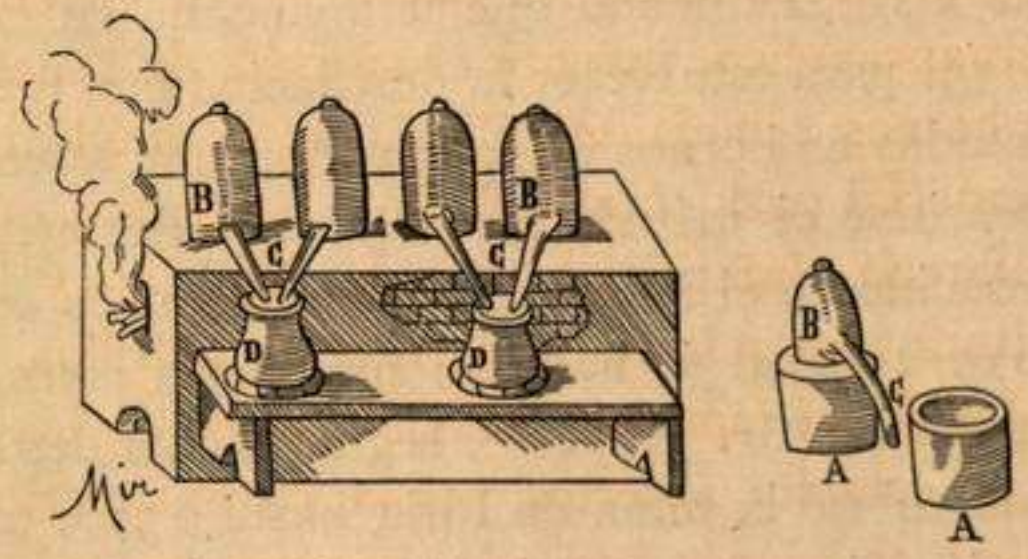
(1) Systeme der Metallurgie. Erst. Th. s. 156. Berlin, 1831.
(2) Dictionary of arts manufact. and mines. London, 1875.
(3) Ann. des mines 5.me Serie. Tomo v, pág. 14.

segun Mr. Huyot en el siglo XVIII. Si lo que el autor del artículo *Mercury* pretende es sentar, como probable, que desde el descubrimiento de la mina en 1497 hasta 1578, se benefició el cinabrio por el método *Per descensum*, desde luego nos adherimos á esta opinion, á pesar del silencio de los autores alemanes, sobre todo de Karsten y de Wehrle [1] acerca de los métodos usados en Idria en los primeros tiempos de la explotacion de la mina, porque realmente el sistema *Per descensum* era en la antigüedad el más corriente de los que Agrícola describe en su obra citada de Re Metallica [2], y como este autor advierte, el más útil y expedito en las explotaciones que producen mucho mineral, por las grandes cantidades que á la vez pueden cocerse.

2.° *Por destilacion*. De la obra de Agrícola copiamos tambien el aparato representado en la (fig. 9) por ser uno de los más antiguos que se han usado en el beneficio del cinabrio.

Las ollas *A*, cargadas de mineral molido, se colocaban

(Figura 9.ª)



A ollas ó calderas.—*B* campanas ó cucúrbitas.—*C* nariz.—*D* condensador.

en un horno compuesto de 4 hornillos. A la parte superior de cada olla se ajustaba una campana *B* á manera de cucúrbita, con tubo de desprendimiento ó nariz *C*, por donde sa-

(1) Lehrbuch der Probier und Huttenkunde. Wien, 1841.

(2) Haec ratio venae argenti vivi excoquendae plurimis est usitata. Lib. Nonus.

lia el vapor de azogue al condensador *D*. Este último era de barro: lo serian tambien las ollas, y es de presumir que las campanas estuviesen fabricadas de la misma materia.

No hay noticia de que en Almadén se haya empleado la destilacion como sistema de beneficio. En la visita de 1677, treinta años despues de haberse establecido los hornos de aludeles, se cita. "El hornillo de hierro colado para fundir "metales finos, sin mezclarse con el azogue el humo de la "leña, que está á la orilla de la ollería" y que fué sin duda un horno de ensayos. Esta noticia y el haber llamado algun viajero, con error notorio, retortas á las ollas que se encuentran en los vaciaderos de las antiguas fábricas ó corrales de las Xabecas y hornos de reverberacion, son los únicos datos en que han podido fundarse los escritores que suponen que en Almadén en algun tiempo se ha beneficiado el azogue por destilacion con condensador separado.

APUNTES HISTÓRICOS ACERCA DEL BENEFICIO DEL CINABRIO EN HORNOS DE ALUDELES.

En 1633, D. Lope Saavedra Barba [1], que ejercia la medicina en Guancavelica, inventó el sistema de beneficiar el cinabrio en hornos semejantes á los que se emplean desde tiempo inmemorial para cocer ladrillos, baldosas y otros artículos de alfarería. Interiormente eran cilíndricos y á la mitad de su altura tenian la red ó parrilla de ladrillos, que se ve en todos los de su especie, diferenciándose de los comunes en que no estaban abiertos por la parte superior, sino que terminaban en bóveda ó cúpula, en cuyo centro habia un agujero tapado con una baldosa de barro, que se llamaba cambusto, capellina ó capirote. Tenian una puerta lateral á la altura de la red, que servia para cargar, y se tapiaba durante la operacion. Encima de la red se colocaba el mineral, y debajo, es decir, en el hogar ó fogon, se echaba la leña

(1) Larruga le llama Lope Salcedo Saavedra. Mem. polit. Tomo XVII, pág. 168.

por un boquete ó buitron que permanecia constantemente abierto para la entrada del aire necesario á la combustion de la leña y á la desulfuracion del mineral. Los productos de la combustion y el aire atravesaban la red, circulaban alrededor de los pedazos de cinabrio, y mezclándose con el gas sulfuroso y los vapores de azogue, formados por la descomposicion del sulfuro de mercurio, llegaban á la bóveda, saliendo fuera del horno por un agujero lateral. De este agujero arrancaba el condensador, compuesto de varios caños ó aludeles de figura de arcaduces, abiertos por ambos extremos, enchufados unos en otros, llenos de agua hasta cierta altura, y colocados sobre un plano inclinado ó terraza, por la que corria el agua, con que se regaban por la parte exterior.

En los hornos de Saavedra Barba el aire servia de desulfurante, y quedaron, por consiguiente, suprimidas las cenizas y las ollas; se economizó mucho en la mano de obra y se redujo el consumo de combustible; se logró, ademas, descomponer por completo el mineral que entraba en el horno, desaparecieron los lavados del azogue y de los prietos ó bermellon sublimado, y sobre todo, se consiguió la inapreciable ventaja de aumentar la produccion por la gran cantidad de mineral que cabia en los hornos. El aparato de condensacion era imperfecto, y fué preciso más tarde modificarle en Almadén; pero el gran paso estaba dado. Saavedra Barba desterró del beneficio del azogue las ollas y retortas, más propias de un laboratorio que de una fábrica industrial; y enseñó el método de descomponer cinabrio con el oxígeno del aire y de beneficiarle en hornos de gran capacidad. Por fin, graduando la corriente del aire en el interior del horno, para que los gases y vapores salieran con regularidad y cierta lentitud á los caños, consiguió la desulfuracion completa del mineral y la subida de todo el vapor de azogue al condensador.

Tales son, en mi concepto, los fundamentos del sistema de Saavedra Barba y su ejecutoria para figurar entre los más esclarecidos inventores.

Todos los métodos que, con diferentes nombres y disfraces, se han propuesto, desde entonces acá, para beneficiar el cinabrio, todos tienen por base al horno y al desulfurante del médico de Guancavelica, y todos, excepto el original, adolecen del mismo defecto. Este consiste, en mi opinion, en haber considerado como independientes uno de otro al horno y al aparato de condensacion, sin reparar en que los productos de la combustion y el vapor de azogue salen mezclados del horno y juntos caminan por el condensador, que no es más que la continuacion del horno, del que forma parte integrante sin solucion de continuidad. En Almadén, respetando estos principios, se ha perfeccionado el método de Saavedra Barba, sin alterarle en su ciencia, suprimiendo el agua interior de los aludeles y los riegos exteriores, multiplicando y alargando los caños, estableciendo camaretas entre el horno y el condensador, arquetas de condensacion al final de las cañerías y chimeneas en los buitrones, pero conservando siempre la lentitud de la corriente, porque allí es sabido que el aire y los vapores han de circular en el horno y en el condensador con cierta velocidad, de la que depende el buen éxito en las operaciones.

Ademas de ejercer la medicina, se dedicaba Saavedra Barba tambien á descubrir minas, y pertenecia al gremio de los que en América se llamaban buscones, dando esto ocasion á que algunos llamaran busconiles á los hornos que propuso para beneficiar el cinabrio [1]. Dedicó este invento al Rey D. Felipe IV, pero de la recompensa se encargó el mineraje ó gremio de azogueros de Guancavelica, concediéndole 2 por 100 de todo el azogue que se sacase en sus hornos durante tres vidas ó generaciones. No permitió el destino ni que él la gozara mucho tiempo, ni que la disfrutaran sus herederos, porque en 1689 pereció con su hijo en la travesía á España, adonde se trasladaba para reclamar nuevos beneficios por la aplicacion de sus hornos en las minas en Alma-

(1) Así los llama Escalona en su *Gazophilacium regium perubicum*. Libro I, cap. XIV, pág. 41. Matrit, MDCLXXV.

dén. Los azogueros de Guancavelica pretendieron entonces anular la concesion; pero la Hacienda, á falta de herederos, se apropió el tributo á perpetuidad [1].

El diseño adjunto (fig. 10) representa el Asiento [2] ó fábrica de fundicion de Guancavelica, tal cual se figura en uno de los ángulos ó rincones de un cuadro que existe en el despacho de la Superintendencia de las minas de Almadén, y en el que se lee el siguiente rótulo:

«De orden del Sor. D. Geronimo Sola y Fuente, del Consejo de Indias, Gobernador y Superintendente general privativo de la villa de Huancavelica, su Real mina y del ramo de azogues de todo el Perú. Mapa de su Estado, costeado á sus expensas y sacado fielmente por D. Juan de Oliva, en Huancavelica, á cuatro dias del mes de Mayo de 1742.»

Ya hacia, por consiguiente, á la fecha del dibujo, 109 años que estaban en uso en América los nuevos hornos, pues que la invencion data de 1633; pero poco ó nada debieron variar en este tiempo.

El asiento de fundir representa, al parecer, cuatro hornos pareados, dos dentro de una de las casas figuradas en el dibujo y los otros dos en la inmediata. Los humos y el azogue, en vapor, segun se ve en el diseño, al salir de los hornos, entraban en 12 hileras ó filas de aludeles, y despues de abandonar el azogue en las cañerías salian á la atmósfera por el último caño, con lo que resulta probado que los nuevos hornos no vinieron á Almadén con arquetas de condensacion, ni con camaretas de cabecera, ni con chimenea en la puerta del hogar, ni con el doble plano inclinado ó terraza de que hoy están provistos.

Siendo cuatro, como presumo, los hornos figurados en el diseño sacado del cuadro de Oliva, corresponden tres filas

(1) En los artículos Saavedra y Navarro y Rocafull de la Bibliografía mineral se encuentran noticias referentes á estos hechos.

(2) Segun el Diccionario de la Academia se llama Asiento, en Indias, al territorio y poblacion de las minas.

Fig. 10.

Asiento de fundir.

Lit. de V. Pinglar - Madrid

de caños á cada uno de ellos, y esto ya me parece un perfeccionamiento, porque estoy en la persuasion de que Saavedra Barba construyó sus hornos con un sólo agujero lateral, al nivel del arranque de la bóveda que cubre al horno, y una sola hilera de aludeles, y de que Bustamante los construyó de la misma forma en Almadén trece años despues de la invencion de Guancavelica. Que en el diseño se figuran cuatro hornos parece probado por las cuatro aberturas situadas en el muro opuesto á la terraza, que representan, sin duda, los buitrones ó bocas de atizadero de los cuatro hogares. En la época en que Oliva pintó su cuadro, se usaban ya en algun otro punto de América hornos parecidos y con tres filas de caños, de lo que pueden servir de ejemplo las figuras 11 y 12 que representan el horno de Andacollo, Diputacion de la Serena en Chile, dibujo que he compuesto con unos diseños hechos á mano bastante confusos que recogió, si no estoy equivocado, la expedicion española al Pacífico de 1866, y que se encuentran en la Biblioteca del Museo de Historia natural de Madrid [1].

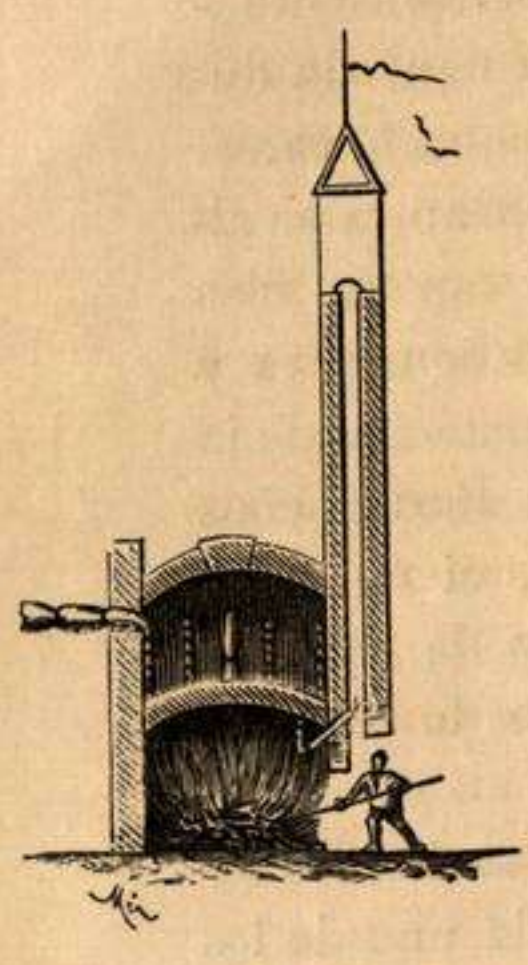
En los originales se representan dos clases de hornos semejantes, unos grandes y otros chicos. En cada uno de los primeros se cuentan cuatro filas de cañones ó aludeles: en los chicos, que son los del diseño adjunto, hay solamente tres corridas de caños. No tienen camaretas de cabecera ó próximas al horno, ni arquetas de condensacion: los caños salen directamente del vaso del horno, á la altura en que empieza la bóveda. Al primer caño le llaman *Abeca*, y tiene la forma representada por la letra *A*.

En estos hornos hay chimeneas que arrancan de la boca del buitron ó atizadero, algo diferentes de las de los hornos actuales de Almadén, que el autor de las láminas suele citar, como más perfectos, en las notas ó leyendas que acompañan á sus diseños. El humo sobrante en el hogar pasa á la chimenea por un tubo inclinado, y del cual dá el autor de

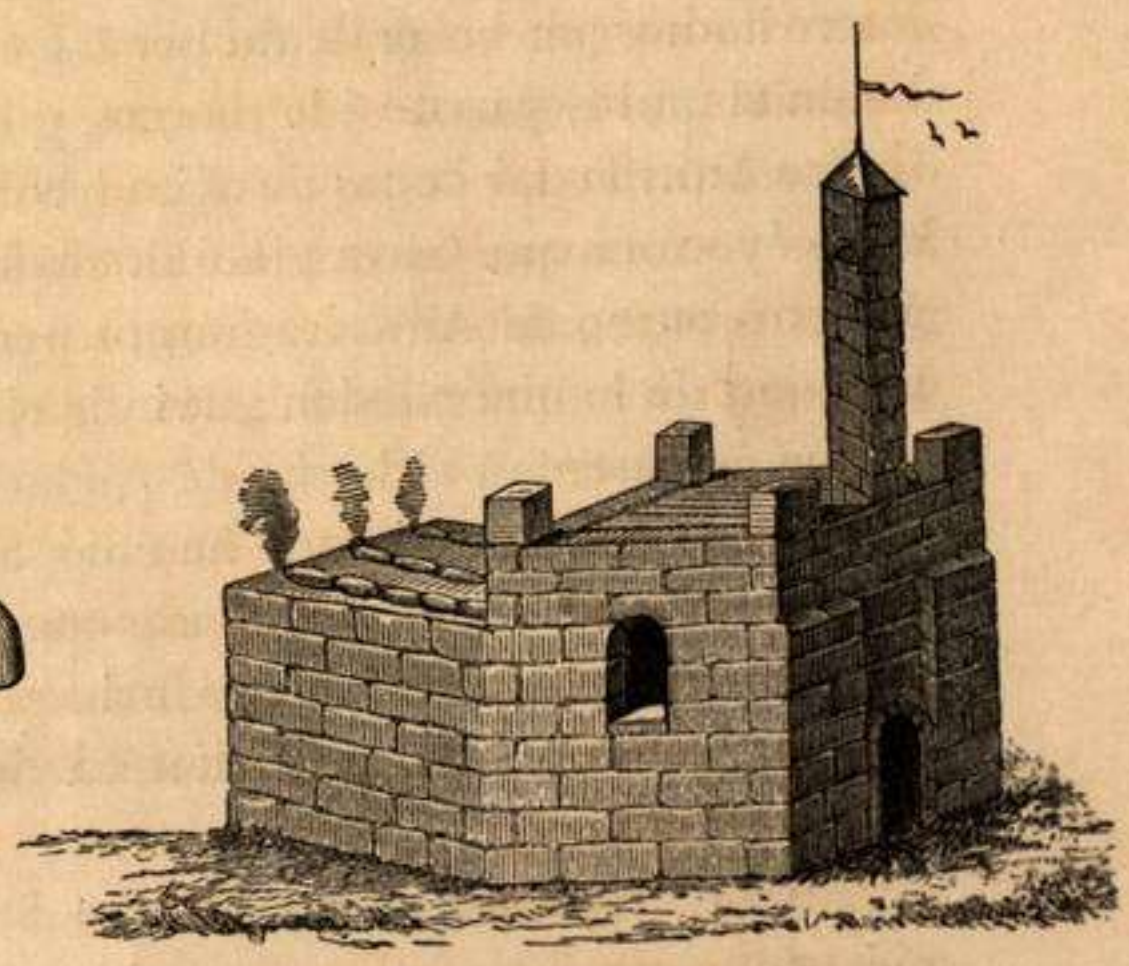
(1) Legajo núm. 1. Hist. nat. de América, por D. Antonio Pineda. Viaje de Malespina.

los dibujos las siguientes explicaciones: "Corresponde uno "de sus extremos dentro del hogar y el otro desemboca den- "tro de la chimenea; este conducto facilita la corriente del "aire; con lo que la llama hace de fuerza dirige la accion "continua inmediatamente á la parte superior de la rejilla;

(Figura 11.)



(Figura 12.)



"facilita la inflamacion de la leña, reduciendo juntamente el "humo á llama y, en una palabra, evita la revocacion. Cla- "ra y distintamente se conoce esto, si se considera que la co- "lumna de aire que gravita por la boca del fogon es mayor "y más pesada que la que corresponde al extremo del tubo "que comunica con la chimenea, siendo al mismo tiempo "ménos grave por la rarefaccion que le hace ligero median- "te el calor."

En otra de las leyendas de los mismos dibujos se advierte:

"*C*, último caño paralelo (en vez de "al mismo nivel") á la Abeca despidiendo el humo ó exhalacion, que debiera recibirse en una cámara *como se practica en Almadén.*" Estos dibujos, que corresponden al año de 1787, prueban que no se usaban en Chile las cámaras de condensacion, ni los dos pla-

nos inclinados ó terrazas, formando ángulo ó quiebra, sobre lo cual dice, en una de sus notas, el autor de los diseños:

"La corrida de los cañones no está horizontal, sino como la puso Martinez, imitando el estilo de Almadén."

Hay en estos hornos una novedad digna de mencionarse. Al cargarlos ponian sobre la red cinco respiraciones ó tubos verticales formados, el del centro con dos aludeles y los de los costados con bolas de vaciscos. Las *I, I*, se colocaban inmediatas á las paredes del horno, y las *II, II* equidistantes del centro. Todas se tapaban con bolas de los mismos vaciscos y el mineral se echaba alrededor de las respiraciones. Me parece ingeniosa y de gran provecho esta mejora, sobre todo para los minerales frágiles y que se desmoronan por la accion del fuego.

Ignoro las dimensiones que dió Saavedra Barba á sus hornos; pero tengo seguridad de que eran menores que los que actualmente se usan en Almadén.

Las noticias, que preceden, de los hornos americanos de beneficiar azogue, se encuentran esparcidas en varios documentos, impresos unos é inéditos los más. Entre ellos serán leidos con interés los siguientes:

En 1650, diez y siete años despues de la invencion de Saavedra Barba, y á los cuatro de haberlos establecido Bustamante en Almadén, el Conde de Molina, del Consejo de Hacienda, y Administrador de la mina, refiriéndose á los nuevos hornos importados de América, se expresa de este modo en un documento oficial:

"En los hornos..... hay tambien algun peligro *con el humo de la Xara que sale incorporado con el azogue* que despide la piedra..... é importa que á esto asista la gente práctica en saber cargar un horno y proporcionar las suertes del metal, de que se ha de llenar, que, para que salga acertada la fundicion, conviene vaya mezclado, porque el ménos fino tiene más broza y maleza, y éste arde con más facilidad [1] y

[1] Alude á las piritas de hierro que arden, sobre todo la blanca, sin la menor dificultad.

enciéndese el más *f.no*, que así se llama el de la primera suerte; el de la segunda *pizarro* y el de la tercera *pardujo*, y lo que queda hecho tierra, de que se hacen bolas, se llama *borisco*[1]. Importa tanto el saber darles respiracion á estos hornos, cuando se les carga, aplicarles el fuego de que necesitan, saberlos *templar con agua*, si está muy subido, reconocer el estado de la fundicion por el polvo que hacen los *cambustos*, que son unos capirotes de barro con que se cubren las respiraciones[2], que en esto consiste que rinda ó que no rinda azogue[3]."

D. Joseph Eusebio de Llano Zapata, se explica en estos términos hablando de los hornos de Saavedra Barba[4].

"En ellos, el metal ménos fecundo produce tanto azogue cuanto era posible rindiese el más noble en hornos de otra forma; casi ha sido el suceso de más de la mitad..... Por medio de unas canales de ladrillos, que, á manera de brazos salen de los hornos, corre la agua, refrigerando la cabeza del horno, que es esférica. Se coagula el humo en azogue, y al punto destila en finísimas gotas sin perderse la más sutil exhalacion, que, *no teniendo otra salida que un pequeño agujero*, se recoge en unas cucúrbitas ó pequeñas ollas de barro que están embutidas unas en otras alrededor del horno."

Savary de Bruslons[5], en su Diccionario universal de comercio, es el que da noticias más exactas del beneficio en los hornos de Saavedra Barba construidos en Guancavelica.

"El mineral, dice, es de color blanquecino, parecido al de los ladrillos mal cocidos. Despues de partido se le da fuego, echándole en un *tubo de tierra comun*[6], en el que va la

(1) Indudablemente por vacisco.

(2) Las actuales válvulas.

(3) Larruga. Mem. pol. y econom. tomo XVII, págs. 160 y 161.

(4) Mem. histórico phisico-crítico Apologéticas de la América meridional, por D. J. E. de Llano Zapata, Cádiz, MDCCLXI. Minas de azogue.

(5) Dictionaire universel de Commerce, por Mr. Jacques Savay des Bruslons. Paris, MDCCXXIII. Tomo II, pág. 1889.

(6) El vaso del horno en que va el mineral.

parrilla[1] de un horno[2], tambien de tierra, cuya cúpula es de figura esferoidal. Debajo de la parrilla se enciende un fuego regular con la yerba seca, que los españoles llaman Ichio y que es tan necesaria para esta operacion, que se ha prohibido la corta en veinte leguas á la redonda de esta célebre mina [3]. A medida que el fuego calienta al azogue, se volatiliza en humo, pero como este humo no encuentra salida por la cúpula, porque la abertura que tiene en la parte superior está perfectamente enlodada, se escapa por *un agujero* lateral hecho de intento, que comunica con varias cucúrbitas enchufadas unas en otras. El agua, que se pone en el fondo de cada una de las *cucúrbitas*, condensa los vapores; el mercurio se deposita en ellas y se recoge al final de la operacion. Dos cosas son dignas de notar en esta práctica de sacar el azogue. Una es, que en las cucúrbitas más distantes del horno se deposita mayor cantidad de azogue que en las más próximas, lo que proviene de los diferentes grados de calor y de frio que esta operacion las comunica, siendo más adecuado el frio para la condensacion. La otra es, que al final se calientan todas tan considerablemente, que se *romperian* si no se tuviera cuidado de *refrescarlas* de tiempo en tiempo *regándolas con agua.*"

Con estos interesantes documentos es facilísimo reconstruir el aparato de Saavedra Barba para compararle con el que se usa actualmente en Almadén y deducir los perfeccionamientos introducidos en España desde 1646. Así, de la descripcion del Conde de Molina, de la reseña de Llano de Zapata y de las notas de Savary, se infiere:

1.° Que en los hornos de Saavedra Barba, los productos de la combustion y los vapores de mercurio salian juntos del horno á una sola cañería, regada exteriormente y llena en parte de agua, y que lo que no se condensaba se exhalaba á la atmósfera por el último aludel ó cucúrbita (el 7.° ó el 8.°),

(1) La red en que descansa el mineral.
(2) El hogar ó fogon.
(3) La de Guancavelica.

sin entrar préviamente en una cámara de condensacion.

2.° Que no tenian chimenea en la puerta del atizadero para el escape de la porcion de humo, que, por no poder atravesar la red, se veia forzado á revocar, y que este humo saldria por el atizadero á la atmósfera como en muchos de los hornos de Agrícola.

3.° Que en la cúpula habia, como hay en los hornos actuales, un agujero en la parte superior, que tapado durante la cochura, con un capirote movible, servia para examinar la marcha del horno, pero que de este recurso no se hace uso en el dia, pues que la válvula permanece siempre cerrada durante la operacion. Que ademas habia *un* agujero lateral del que arrancaba *una* sola fila de 7 á 8 caños colocados sobre una terraza, infiriéndose de aquí, que el segundo plano, llamado de rabera, ni existia, ni era tampoco necesario, por ser reducido el número de aludeles en los hornos de Saavedra Barba.

4.° Que se ponia agua dentro de los aludeles, y que se regaban ademas exteriormente, sistema á que se renunció en Almadén, por haber advertido que alargando y multiplicando las cañerías, y recibiendo el último aludel en arquetas de condensacion, antes de que los humos pasaran á la atmósfera, se lograba la perfecta condensacion del vapor de azogue.

5.° Que los aludeles arrancaban inmediatamente del horno sin entrar primero en la camareta, que pudiera llamarse de distribucion, en que hoy desembocan los vapores y gases del horno, y de la que arrancan los aludeles, para evitar que se calienten las cañerías, como advierte Savary.

6.° Que la inclinacion de la terraza ó plan de cabecera de los antiguos hornos procede de la necesidad de dar corrida al agua conque se regaban los caños colocados sobre ellas, y que el riego era absolutamente indispensable cuando los caños arrancaban directamente de los vasos de los hornos.

Tales son las noticias que he podido recoger referentes á la historia de los hornos de aludeles en América.

Veamos la marcha seguida en España para ponerlos en el grado de perfeccion en que se encuentran.

Al terminar los arrendamientos con los descendientes y sucesores de los Condes Fuggares en 1646, y 13 años despues de hallarse establecidos en Guancavelica, se adoptaron los hornos de aludeles en Almadén, abandonando los de reverberacion de los alemanes, que se utilizaron, sin embargo, como llevo dicho, durante el año citado, para extraer el azogue á los minerales que entregaron los arrendatarios al devolver las minas al Estado.

Por aquel tiempo, D. Juan Alfonso de Bustamante, natural de Zagala, en la raya de Portugal, y á quien algunos suponen oriundo de las montañas de Santander, vino á España desde el Perú, donde habia sido mayordomo ó encargado de minas, á visitar las de Almadén, en compañía de D. Diego de Sotomayor y Valdenebro.

A juzgar por lo que Larruga dice en su obra, frecuentemente citada en esta Memoria, hacia ya algunos años que Bustamante conocia estas minas, porque asegura que hizo en ellas reparaciones en 1643; pero es posible que el diligente autor de las Memorias políticas y económicas haya padecido error en esta cita.

Lo que hay de verdad es, que visitó por aquel tiempo las minas, y que propuso, ó tomarlas en arrendamiento, ó encargarse por cuenta del Estado de establecer el nuevo sistema de beneficio y de aprovechar los minerales pobres que los alemanes no habian podido utilizar en los hornos de reverberacion por "exceder la costa al útil." Se asoció, con el fin de llevar á buen término sus gestiones, con D. Diego de Villalba, que debia ser persona de valimiento en la córte, pero no fué bastante eficaz su proteccion para librarle de las amarguras reservadas á los que proponen alguna novedad que no está al alcance de los Consejos ó Tribunales llamados á decidir de su adopcion. El Conde de Castrillo, Presidente del Consejo, recibió con desden la propuesta, y dijo: "No tocarle." A pesar de esta repulsa, consiguió sin em-

bargo Bustamante que se hiciera una prueba por cuenta del Estado, pero un nuevo contratiempo vino á oponerse al logro de sus deseos. Para asistir á la experiencia, en representacion de la Hacienda y resolver cualquier dificultad con los oficiales de la mina, se trató de enviar un ministro [1] "y habiéndose entendido que D. Fernando Saavedra, oidor de Lima (que por estar suspendido se halla en esta córte), sería á propósito para este intento, por haber gobernado en Guancavelica, se le propuso por el Presidente de este consejo [2], y tomando informe de él, de las personas [3] y procedimientos de los referidos, los abonó con circunstancias de crédito. Y habiéndole despues parecido que le estaria bien tener parte en este servicio, lo intentó con el dicho D. Juan Bustamente, con el cual tuvo un lance pesado, y con él trató de usurpar la gloria y utilidad para sí, deslucienndo el intento y ofreciendo ejecutarle ventajosamente."

"Oyole D. Francisco Antonio de Alarcon..... y preguntándole la disposicion de los conocimientos y la inteligencia de dar el punto al metal..... no supo "el Oidor" dar cuenta de sí, de suerte que se reconoció su poca noticia en esta parte, con que él mismo se excluyó de su designio. (Relacion del Conde de Molina al Rey D. Felipe IV, fechada en Madrid á 26 de Setiembre de 1647) [4].

Vencida la intriga del Oidor, cuando Bustamante desesperado estaba á punto de abandonar su empresa, se dictó por fin en 15 de Setiembre de 1646 una Real órden en que se disponia que él y Sotomayor, "prácticos en las minas de Guancavelica, pasasen á las de Almadén á hacer experiencia de la forma de sacar el azogue que han propuesto será de mucho ménos costa que la que hasta aquí se ha tenido y

(1) Lo que aquí se refiere ocurrió á mediados de 1646.

(2) El de Hacienda.

(3) Bustamante y Sotomayor.

(4) Larruga. Tomo XVII, art. Cinabrio. Esta relacion es de fecha posterior á los sucesos que se citan seguidamente en el texto, porque se escribió despues de terminados los ensayos de Bustamante, á los que asistió el Conde de Molina.

tiene en la forma de sacarle, valiéndose de los metales que ya están arrojados."

En el mismo mes, y acompañando al Conde de Molina, nombrado por el Rey para que "fuese á la vista de ojos de esta experiencia," llegó Bustamante á Almaden, y el dia 25, bajo su direccion y la de Sotomayor, se comenzó á fabricar el primer horno al estilo de los de Saavedra Barba, dándole el nombre de Nuestra Señora de la Concepcion. Se cargó por primera vez el 25 de Octubre siguiente, y hasta fin de Diciembre del mismo año de 1646 se hicieron en él seis cochuras.

Tanto en este primer horno como en otros que se fueron sucesivamente construyendo en los últimos meses de 1646 y en los primeros del año siguiente, se obtuvieron resultados muy beneficiosos, de los que se dió cuenta al Consejo, y en 9 de Noviembre de 1647 se expidió otra Real órden nombrando á D. Juan Alfonso Bustamante, caballero ya de la órden de Santiago, Superintendente [1] de las minas de azogue de Almadén "para que pasara nuevamente á esta villa, y mediante la nueva forma de fundicion que habia dado se pudiese conseguir mayor aumento en las sacas, y que pudiera concluir los hornos del nuevo sistema que faltaban para las fundiciones de los desmontes de los torronteros." (Los minerales pobres que no beneficiaron los alemanes.)

Bustamante procedió con tal actividad, que derribando los hornos alemanes de reverberacion, utilizando los materiales en la construccion de los nuevos, y abriendo pozos para recoger aguas con destino al riego de las cañerías, construyó, en poco más de un año, los nueve hornos que se registraron ya en el cerco de Buitrones en 1.° de Enero de 1648, y cuyos nombres son los siguientes: San Pedro y San Pablo, Atocha y Almudena, San Antonio y Santo Domingo en los sitios que hoy ocupan; San Fabian y San Sebastian en el punto en que se encuentran San Francisco y

(1) Nadie antes que él llevó este título en Almadén.

San Fermin. Y, por último, el horno de Nuestra Señora del Rosario, que debe ser el de la Concepcion confirmado, pues del último no se vuelve á hablar ni en las visitas, ni en documento alguno de los que se custodian en el archivo del Establecimiento, estuvo en el paraje en que hoy existen San Miguel y San Benito. Ocupa el par San Pedro y San Pablo el sitio en que estuvieron edificados los hornos alemanes de reverberacion San Jorge y San Mauricio; Atocha y Almudena en el que ocuparon Santa Catalina y Santa Margarita; San Antonio y Santo Domingo en el sitio de San Guillermo y Santa Isabel. Los de San Fabian y San Sebastian en el que existieron otros dos de sus mismos nombres, que se cree fueron los dos mayores de reverberacion construidos por los alemanes.

El del Rosario en el sitio de la ollería. A los antiguos de reverberacion San Jerónimo y San Agustin se les quitaron las redes en que se ponian las ollas para convertirlos en depósitos de ladrillos, é igual operacion se hizo en los de San Ambrosio y San Agustin, tambien de reverberacion, destinándolos á almacen de cenizas. Tal fué la obra de Bustamante en Almadén; levantar nueve hornos del sistema de Saavedra Barba, y destruir por completo los de reverberacion, que usaron los alemanes desde principios del siglo XVII hasta 1645 en que terminaron definitivamente sus contratos.

Continuó Bustamente parte del año de 1648, por lo ménos, encargado de la superintendencia de Almadén, porque en 14 de Febrero se expidió cédula [1], por la cual S. M. mandaba se le diesen 1.500 ducados al año de ayuda de costas mientras le durase la ocupacion de superintendente de la mina de azogue de Almadén, más no debió prolongarse mucho tiempo su permanencia en esta villa, porque tengo á la vista copia de otra cédula fechada en 30 de Marzo del

(1) T. Gonzalez. Regist. y Relacion de Minas de la Corona de Castilla, tomo. I, pág. 133.

año siguiente de 1649[1], para que "el contador Juan de Zubiarre fuese á la superintendencia de la administracion de la mina y saca y beneficio de ella, gozando á razon de 1.500 ducados al año por via de ayuda de costa, ademas de hacerle bueno enteramente el salario de contador de resultas."

Bustamente, al emprender sus pruebas en Almadén á fines de 1646, se habia entregado, sin reserva alguna, á la Real munificencia para que fijase la recompensa de sus servicios, con arreglo á las ventajas que el Erario obtuviera de la aplicacion del nuevo sistema. Y así aparece en Noviembre del año siguiente de 1647, segun queda apuntado, revestido del hábito de Santiago, y en 1651 al frente del corregimiento del Cuzco, como premio á sus trabajos en Almadén; no sin haberse visto, antes de lograrlo, injusta é inícuamente tratado por muchos de los que tuvieron que emitir dictámen acerca de la recompensa prometida.

Se opusieron abiertamente á ella los Consejos de Castilla y de Indias; y la Cámara del primero, apoyada en un papel del famoso Oidor, *suspendido de oficio en Lima*, y cuya interesada propuesta á Bustamente queda referida, representó al Rey "que el medio que Bustamente y Sotomayor proponian para beneficiar el azogue del Almadén, no era nuevo, porque regularmente se usaba de él en el Perú, como V. M. lo podria ver en un papel del dicho D. Fernando de Saavedra..... y que el servicio se reducia á haber puesto en práctica el modo que se usa en las Indias; y que supuesto esto, se debia proporcionar el premio, dándoselo moderado y no tan grande como el corregimiento del Cuzco, donde siempre han ido personas de calidad y muchas partes..... y no siendo D. Juan de Bustamente sujeto de iguales partes, se debia reparar mucho en darle oficio de tanta consideracion, mayormente cuando sus principios y ejercicio fueron de mayordomo de diferentes mineros de Guancavelica, hasta que por haber adquirido más caudal tomó en administracion

(1) T. Gonzalez. Regist. y Relacion de Minas de la Corona de Castilla, tomo 1, pág. 134.

la hacienda de uno de ellos; y que las mismas razones militaban en D. Diego de Sotomayor..... de más de que debiéndose regular el servicio que habia hecho, debia ser mucho ménos y sin causar tanto gasto á la Real Hacienda, pues las mercedes que V. M. hace en recompensa de los arbitrios, se verifican siendo nuevos y no habiéndose usado de ellos, y que en este caso se comprueba lo contrario, con que no seria justo que V. M. hiciese tantas mercedes á quien no ha sido inventor del arbitrio, ni ha tenido más parte en él que introducirle en el Almadén, como lo pudieran haber hecho otras personas de las que han venido del Perú, con ménos costa de la Real Hacienda y mercedes más moderadas."

El conde de Castrillo, en su consulta, informa poco más ó ménos lo que la Cámara, pero en términos mas violentos y descorteses. "No puede ser justo ni conveniente, dice, que pase un engaño de esta calidad, y que á título de nuevos inventores, siendo falso, vengan estos hombres á las Indias, y lo que vale el embuste de esta gente no puede dejar de desacreditar al gobierno, mayormente cuando ha tiempo se tienen las noticias, siendo justo que los hechos los sepa V. M. y que se halla en obligacion de decir ingénuamente que este negocio ha de causar novedad, pues lo seria, que faltando la verdad y presupuesto el nuevo arbitrio, en que se han fundado las resoluciones y mercedes de V. M., consiguieran estas partes premio de su malicia, que no puede dejar de haberla siendo cierto lo que D. Fernando de Saavedra refiere en su papel."

El Consejo de Hacienda salió á la defensa de Bustamante y de Sotomayor, y en su consulta expone: "Que nunca estos hombres dijeron que era nueva esta fundicion; antes el crédito de ella le fundaban en que la habian ejecutado muchas veces en las Indias y en la mina de Guencavelica, donde comunmente se usaba de ella, y habiendo procedido con esta llaneza parece riguroso término decir que han engañado, cuando la verdad que propusieron se ha experimentado,

pasando el beneficio de tal medio á mucho más de lo que se imaginó..... "Es cierto, pues, no se puede negar, que hasta que D. Juan de Bustamante lo dijo no hubo tal noticia en este Consejo, donde se habia de ejecutar, no importando saberse aquí y ejecutarse en las Indias si no habia quien lo dijese..... y así no hay parte por donde puedan ser disonante del servicio las mercedes de hábitos, encomienda y corregimiento del Cuzco, y en cuanto á la calidad y partes que se dice les faltan á estos hombres, no halla razon el Consejo con que se pueda afianzar, cuando tiene entendido que son unos hidalgos de calidad bastante para los hábitos de que V. M. les ha hecho merced, como lo muestra D. Diego de Sotomayor habiéndose puesto el de la Órden de Calatrava, pues otros muchos habrán ocupado con ménos calidad puestos mayores en las Indias, y no por medios de servicios tan relevantes, sin que el haber administrado hacienda de terceros ó hayan servido (porque esto es efecto de la necesidad y de la virtud) pueda impedirles, por esto, ningun puesto ó calidad, pues si se apurasen los principios de cada uno, muchos estimarian de grandes puestos el de estos hombres y el Oidor, que de las Indias vino privado, no pudo deslucirles el servicio que han hecho á V. M..... "Esto, Señor, es lo que ha pasado, en que el Consejo ha procurado el servicio de V. M. como el mismo hecho muestra, y así tiene por inexcusable, en justicia y en razon, que las mercedes que se han hecho á estos hombres se les cumplan, dando al dicho Sr. D. Juan de Bustamante los 1.500 ducados de renta, como V. M. tiene mandado, en las Cajas más próximas á donde viviere, y los despachos desde luego para entrar, cuando vaque, en el Corregimiento del Cuzco efectivamente, y no en otro igual, como hasta ahora tiene mandado V. M., pues esta alternativa le detiene siguiéndosele tan mala obra como estar á riesgo de no ir con los galeones á su casa, que es lo que parece se pretende; y que al dicho D. Diego de Sotomayor se le ocupe como V. M. tiene mandado, pues en las Indias no puede hacer mala consecuencia en que se pre-

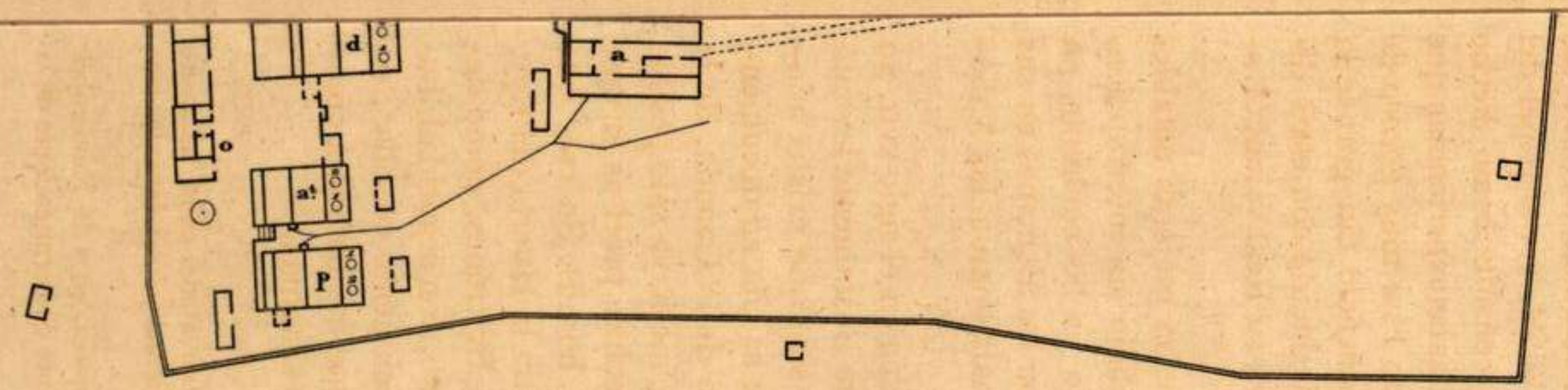
mien servicios tales, ni perjudicar al buen gobierno *cumplirse las palabras Reales*, mayormente habiéndose recibido tan gran beneficio. El Consejo suplica á V. M. ver el papel del Conde de Molina [1] que va con esta consulta como hecho por persona que asistió en la mina á todas las experiencias que le aseguraron, y advirtió á V. M. que está muy gozoso de que en su tiempo haya conseguido beneficio tan grande la Real Hacienda, aunque se pretenda deslucirle con estas diferencias. V. M. mandará lo que fuera su Real voluntad.—Madrid 26 de Setiembre de 1647 [2]."

En los años siguientes no se hicieron mejoras notables en los hornos, pero continuó el beneficio sin interrupcion, quemando exclusivamente monte bajo en las cochuras, en reemplazo de la leña gruesa que usaron los alemanes en sus hornos de reverberacion, desde que abandonaron las Xabebecas.

El azogue se beneficiaba en Almadén en el siglo XVII, no sólo en el cerco de Buitrones, en el que Bustamente levantó los nueve hornos que van nombrados, sino que existia ademas otro cerco con cuatro hornos, que se cita en documentos oficiales, con los nombres de cerco de la Cañada, de la Cañadilla y de la Contramina, sin que me haya sido posible fijar con exactitud su posicion, ni las fechas precisas en que se construyeron y abandonaron estos hornos. Se cree que ocupó el terreno en que hoy se encuentra la Huerta del Rey, que dista sólo 100 metros del cerco de Buitrones, como demuestra la lámina 1.ª, y en cuyo terreno, con seguridad, hubo en épocas anteriores hornos de cocimiento en ollas, no sé si Xabecas ó de reverberacion, aunque me inclino á creer que los hubo sucesivamente de los dos sistemas.

(1) Este papel es la relacion anteriormente extractada, en la cual pondera el Conde el beneficio obtenido por la Hacienda y los relevantes servicios de Bustamante.

(2) El lector recordará que mes y medio despues, en 7 de Noviembre del mismo año, se nombró á D. J. A. Bustamante Superintendente de la mina de azogue de Almadén.

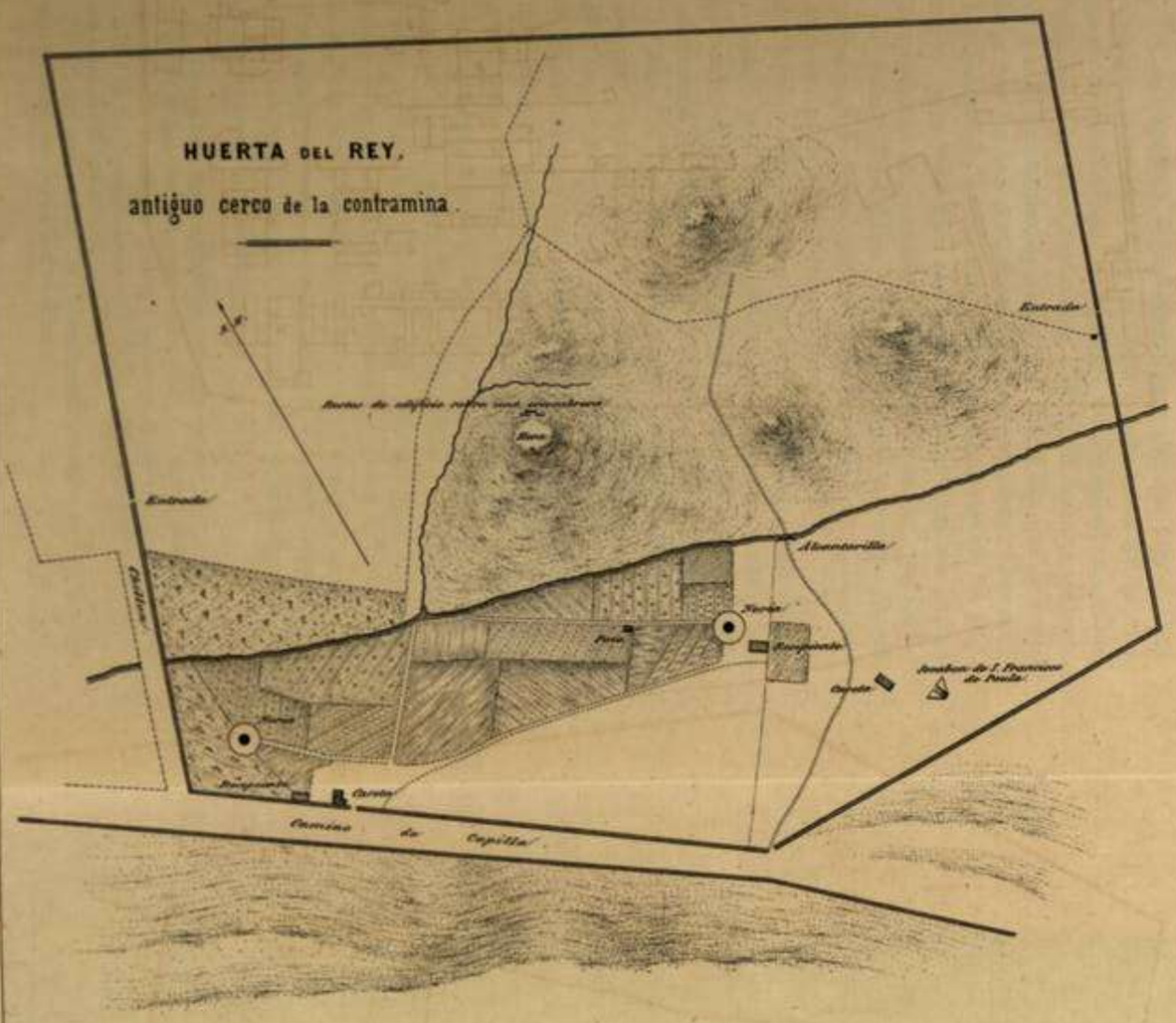


EXPLICACION.

I.	Par de hornos Aludeles.	1. Larrañaga 2. Prado	f.	Par de hornos Aludeles.	1. Sn Fermin 2. Sn Francisco	i.	Par de hornos de Ydria.	1. Sn Carlos 2. Sn Luis.
s.	..... Id. ..... id.	1. Sn Carlos 2. Sn Sebastian	m.	..... Id. ..... id.	1. Sn Miguel 2. Sn Benito			
r.	..... Id. ..... id	1. Sta Cruz 2. Stos Reyes	d.	..... Id ..... id	1. Sn Antonio 2. Sn Domingo	o.	.....	Oficina de los oficiales
c.	..... Id. ..... id	1. Cavanillas 2. Caravantes	a¹.	..... Id ..... id	1. Atocha 2. Almudena	Pu.	.....	Horno sistema Pellet.
e.	..... Id ..... id	1. Sn Eugenio 2. Sn Julian	P.	..... Id ..... id	1. Sn Pedro 2. Sn Pablo	rP.	.....	Recipiente de agua
						s¹.	.....	Sentaduria
						a.	.....	Almacen de axogues.

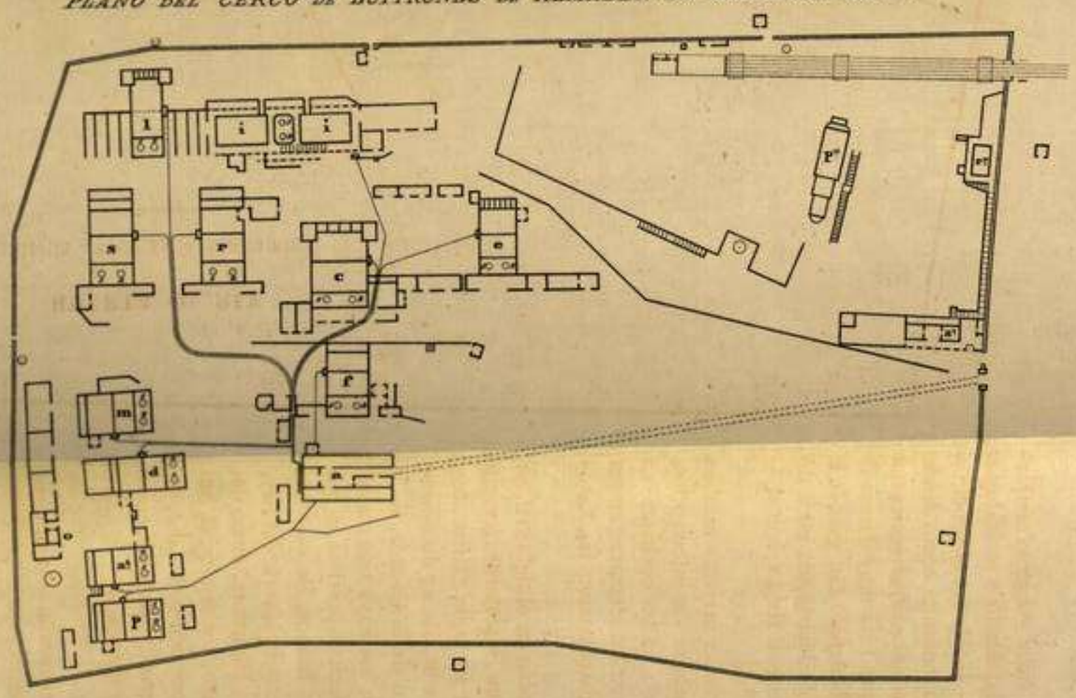
Grabado por G. Pfeifer.

Lit. de G. Pfeifer, Madrid.



Escala de 0,0005.

PLANO DEL CERCO DE BUITRONES DE ALMADEN EN MARZO DE 1877.



EXPLICACION.

I.	Par de hornos Aludeles.	1. Larrañaga 2. Prado	
s.	..... Id. ..... id.	1. Fn Carlos 2. Fn Sebastian	
r.	..... Id. ..... id.	1. Fnd Cruz 2. Fnd Roque	
c.	..... Id. ..... id.	1. Cavanillas 2. Cavanantes	
e.	..... Id. ..... id.	1. Fn Eugenio 2. Fn Julian	
f.	Par de hornos Aludeles.	1. Fn Fermin 2. Fn Francisco	
m.	..... Id. ..... id.	1. Fn Miguel 2. Fn Benito	
d.	..... Id. ..... id.	1. Fn Antonio 2. Fn Domingo	
a¹.	..... Id. ..... id.	1. Atocha 2. Almudena	
P.	..... Id. ..... id.	1. Fn Pedro 2. Fn Pablo	
i.	Par de hornos de Ydria.	1. Fn Carlos 2. Fn Luis	
o.	..... Oficina de los oficiales		
Pn.	..... Horno sistema Pellet.		
rr.	..... Recipiente de agua.		
s¹.	..... Sentadurio.		
a.	..... Almacen de azogues.		

Grabado por A. Pifjor.

Lit. de A. Pifjor, Madrid.

Con respecto á su antigüedad, se sabe que funcionaban en 1654, ocho años despues de la construccion del primer horno de aludeles, por la siguiente certificacion sacada del archivo de las minas: Almadén 6 de Abril de 1654. "Desde el dia 19 de Octubre de 1646, que fué el dia que se cargó la primer fundicion en el nuevo horno de Nuestra Señora de la Concepcion, que se hizo en esta Real fábrica de los Buitrones, y en los demas que despues se han fabricado, así en ella como en la *Cañadilla* de *Contramina*, parece, por los libros de esta Real fábrica, haber procedido sus cargas, hasta hoy dia de la fecha, del metal de desecho..... de las conchas de las calderas y redes[1] de 28 hornos[2].

Los de aludeles del cerco de la Contramina se llamaron Santiago y San Francisco los de un par, y San Jorge y San Julian los del otro. Los últimos se fabricaron de nuevo ó se reformaron, al ménos, de 1660 á 1670, bajo la direccion de D. Antonio Terrices, y trabajaron con una sola cañería, aunque estaban dispuestos para funcionar con dos. Don Bernardino Tirado, que por Real órden de 14 de Octubre de 1671 fué nombrado superintendente de las minas, con facultades para hacer hornos y conceder destinos á personas inteligentes de fuera y dentro del establecimiento, introdujo mejoras importantes en los hornos de la Cañada. Dispuso que los titulados San Jorge y San Miguel se llamaran, en adelante, San Juan y San Lorenzo; que se alargasen sus cañerías y se les agregase la segunda. En el par Santiago y San Francisco dispuso tambien que se alargasen las cañerías, situando, como era consiguiente, á mayor distancia las arcas y chimeneas, y que se les aumentase otra cañería para que los cuatro quedaran iguales.

(1) Por *calderas*, debe entenderse ceniceras, y por redes las parrillas ó enrejados de ladrillos que sostenian las ollas. Las *conchas*, en las primeras, procedian de derrames de prietos ó bermellon de las ollas que se rompian durante los cocimientos. Las *conchas* de las redes eran prietos condensados alrededor del asiento de las ollas.

(2) El número de 28 hornos ¿da á entender que hubo 24 de reverberacion en Buitrones y 4 en la Cañadilla?

En 1677, segun Larruga[1], dispusieron el Padre Joseph de Zaragoza y D. A. Tonces (sic) "que la cerca de todo el sitio de la Cañada, que empezó D. Bernardino Tirado, que era muy precisa y no era más dilatada que lo necesario, se acabase."

De las escasas noticias que acerca de estos hornos he recogido, infiero que durante algunos años sirvieron de modelos para experimentar mejoras importantísimas referentes al beneficio del azogue, alargando las cañerías, ensanchando la capacidad de los vasos y otras por el estilo, mejoras que despues se adoptaban en el cerco de Buitrones. En 1682, por ejemplo, se hicieron, á espaldas de las arcas ó arquetas de estos hornos de la Contramina, unos portales, cubiertos con teja, de 17 varas de largo y 10 de ancho, para poner al abrigo de las lluvias, las bolas de vaciscos, y más tarde se agregaron portales análogos á los hornos de Buitrones, cuyos vasos no se agrandaron, tampoco, sino despues de haber ensayado el aumento de capacidad en la Contramina.

Desde esta época no se vuelve á hablar de los hornos de la Contramina, ni del cerco de la Cañada en los documentos que existen en el archivo de Almadén.

En el par San Pedro y San Pablo de Buitrones no se puso la segunda cañería hasta 1675, y al construirla se alargó tambien la que ya tenian.

En el mismo año se hicieron, en este par, las arcas con chimeneas, y se dispuso que se agrandaran los vasos "haciéndolos de nuevo al estilo de los de San Juan y San Lorenzo de la Contramina ó Cañada," como se lee en el acta de la visita correspondiente al año citado, "y cuyas ventajas quedaban comprobadas por los beneficios que dieron en la fundicion de los metales." Tambien, por entonces, se establecieron, en el mismo par, las Camaretas de cabecera, que son unas pequeñas Cámaras entre el vaso del horno y los condensadores. Los de Atocha y Almudena, San Antonio y

(1) Mem. polit. y econom. Tomo XVII, pág. 189.

Santo Domingo, San Fabian y San Sebastian se reformaron casi al mismo tiempo que los de San Pedro y San Pablo; pero no es posible fijar la época en que se establecieron por primera vez las chimeneas de los cocederos, la terraza con quiebra, las arquetas con chimenea y las camaretas de cabecera, aunque se puede congeturar que todas estas reformas se fueron aplicando de 1660 á 1672.

En el mes de Junio de 1678 se fundió por última vez, en el horno de San Sebastian, y en Julio del mismo año en el de San Fabian, quedando reducido á siete el número de los hornos del cerco de Buitrones. Hasta 1682 se regaban las cañerías continuamente dia y noche, [1] pero en la saca ó campaña que empezó en 7 de Noviembre de 1681 y terminó en 6 de Junio de 1682 se observó que alargando las cañerías podia suprimirse el riego con ventajas para la operacion. Me parece terminante esta noticia, tomada de la visita correspondiente al año de 1682, y dato curiosísimo para los inventores del enfriamiento de los vapores de azogue con agua, dejando para más adelante demostrar que la operacion debió mejorarse con la supresion del agua, como discretamente se advierte en el acta referida.

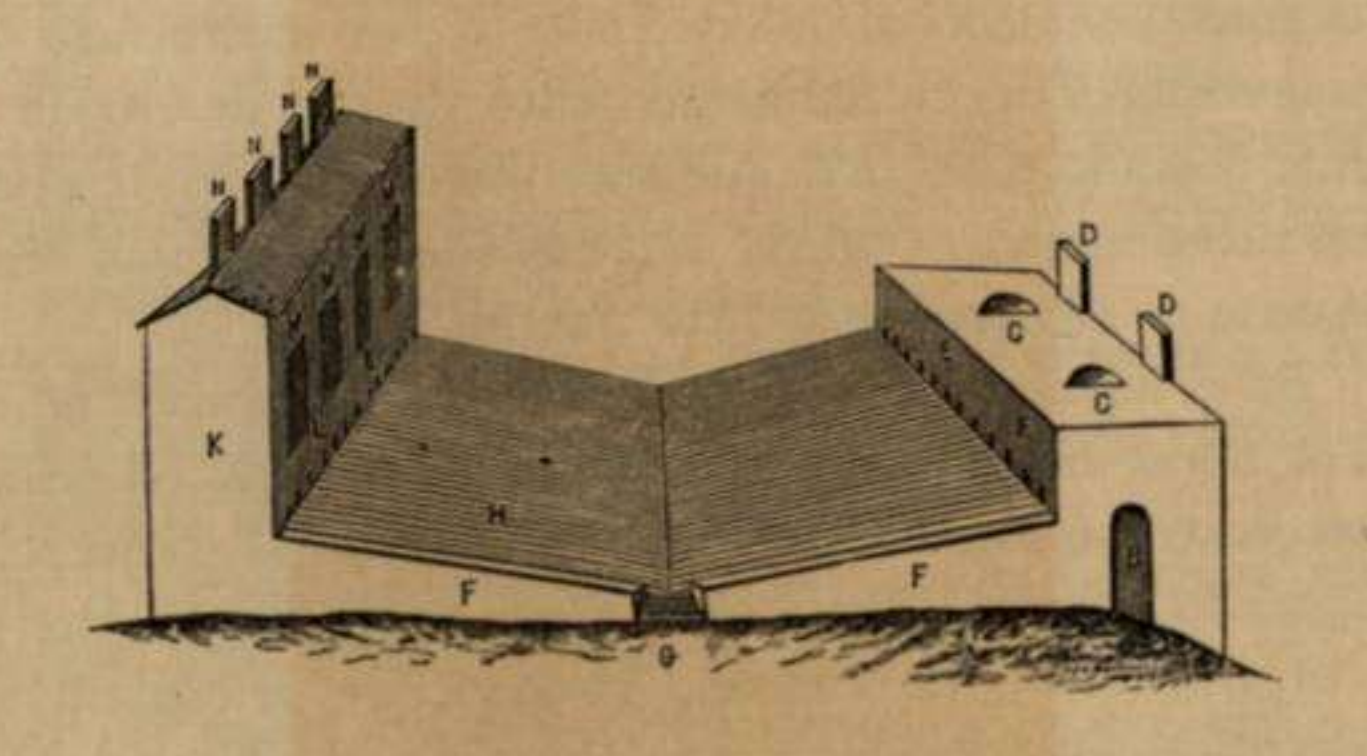
En el siguiente año de 1683 se hizo la última fundicion en el horno titulado Nuestra Señora del Rosario, el primero que construyó Bustamante con el nombre de la Concepcion, quedando reducido á seis el número de los hornos del cerco de Buitrones, hasta el año 1699 en que se construyeron otros dos nuevos, titulados San Fermin y San Francisco, en los sitios que ocuparon San Fabian y San Sebastian, y algunos años despues, en 1707, se hicieron las primeras cochuras en otros dos hornos tambien nuevos, construidos en el sitio que ocupó el Rosario, que se bautizaron con los nombres de San Miguel y San Benito.

(1) En el inventario que formó D. Miguel Sanchez de Mora para hacer entrega del cerco de Buitrones á Alonso Martinez Holias, que le reemplazó en el cargo de mayordomo de dicho cerco en 9 de Abril de 1654, se halla la partida siguiente: «13 botes en los sitios de los hornos que sirven para tener agua para regar las cañerías.»

Estos diez hornos, formando cinco pares, á saber: San Pedro y San Pablo, Atocha y Almudena, San Antonio y Santo Domingo, San Fermin y San Francisco, y San Miguel y San Benito, nombrados por órden de antigüedad, son los que examinó el célebre naturalista francés Mr. de Jussieu al visitar en 1717 las minas de Almadén y, aunque sin nombrarlos, los que describe en la Memoria que dos años despues presentó á la Academia de Ciencias de París, acompañada de dos dibujos que reproducimos en la lámina *II* y en las figuras 13 y 13 bis, y por considerarlos del mayor interés para la historia del cerco de Buitrones.

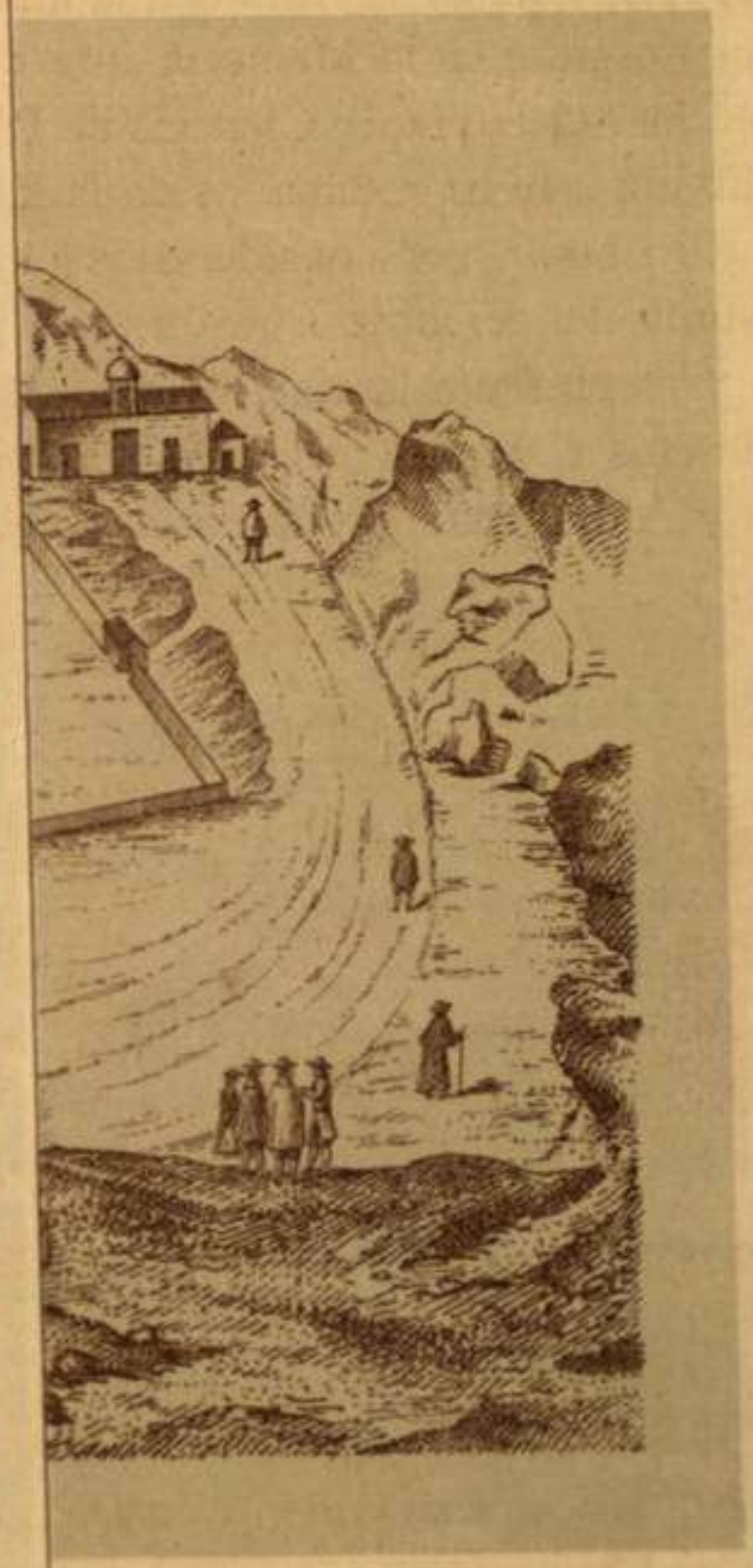
La lámina *II* representa la vista de este cerco en 1717 y en ella los números 1 y 2 el par San Pedro y San Pablo; 3 y 4, Atocha y Almudena; 5 y 6, San Antonio y Santo

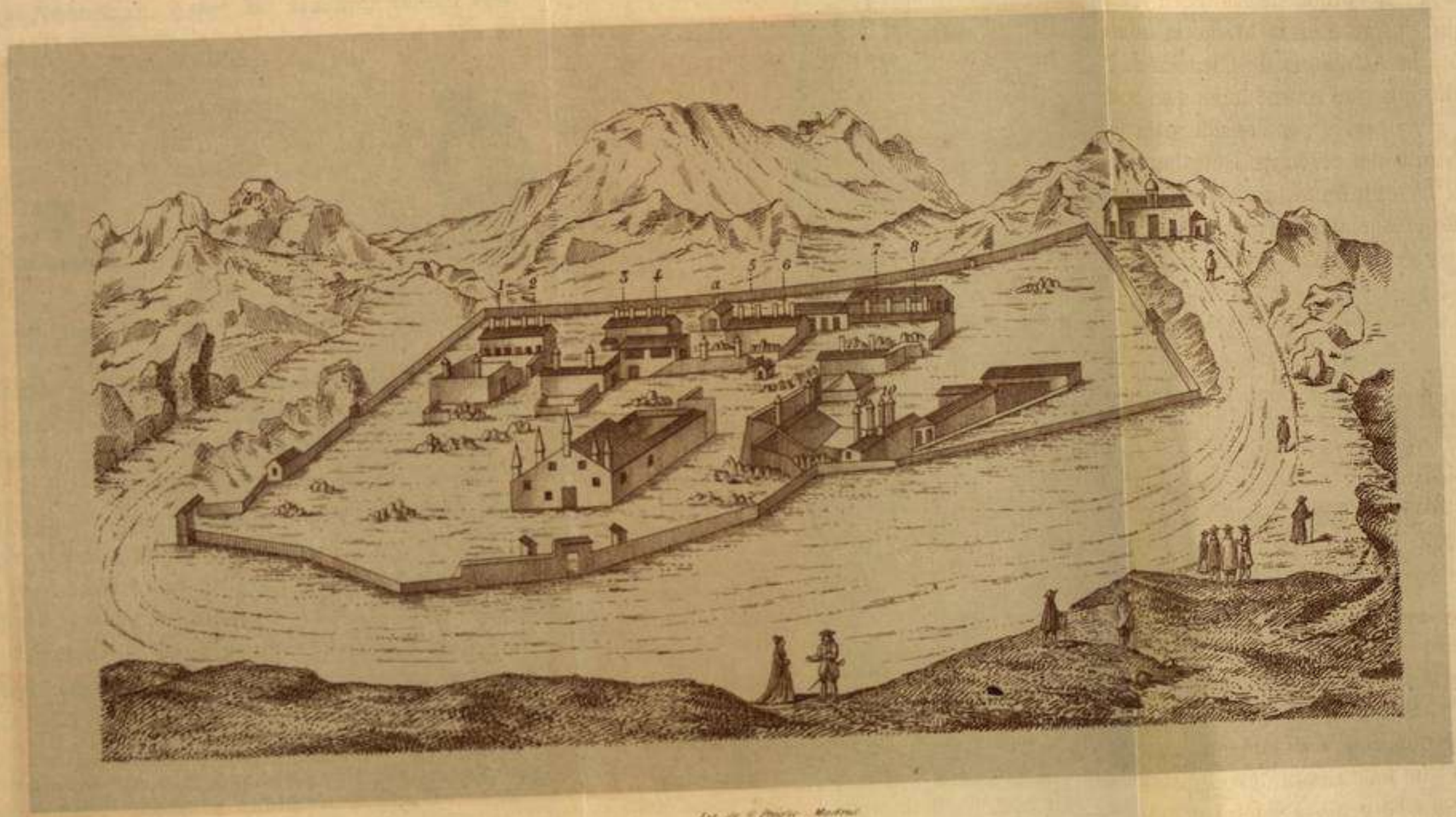
(Figura 13.)



Domingo; 7 y 8, San Miguel y San Benito, y 9 y 10, San Fermin y San Francisco, exactamente en las posiciones que hoy ocupan; lo que basta para demostrar que otros dos hornos, llamados San Eugenio y San Julian, que hoy existen en el cerco, no pudieron construirse á fines del siglo XVII como algunos han supuesto, pues de haber existido en 1717 no hubiera dejado de representarlos en su vista del cerco Mr. de Jussieu. Hay seguridad de que funcionaban en 1735, y en el archivo parece que se han hallado algunos estados de 1718,

Lam.ª 2.



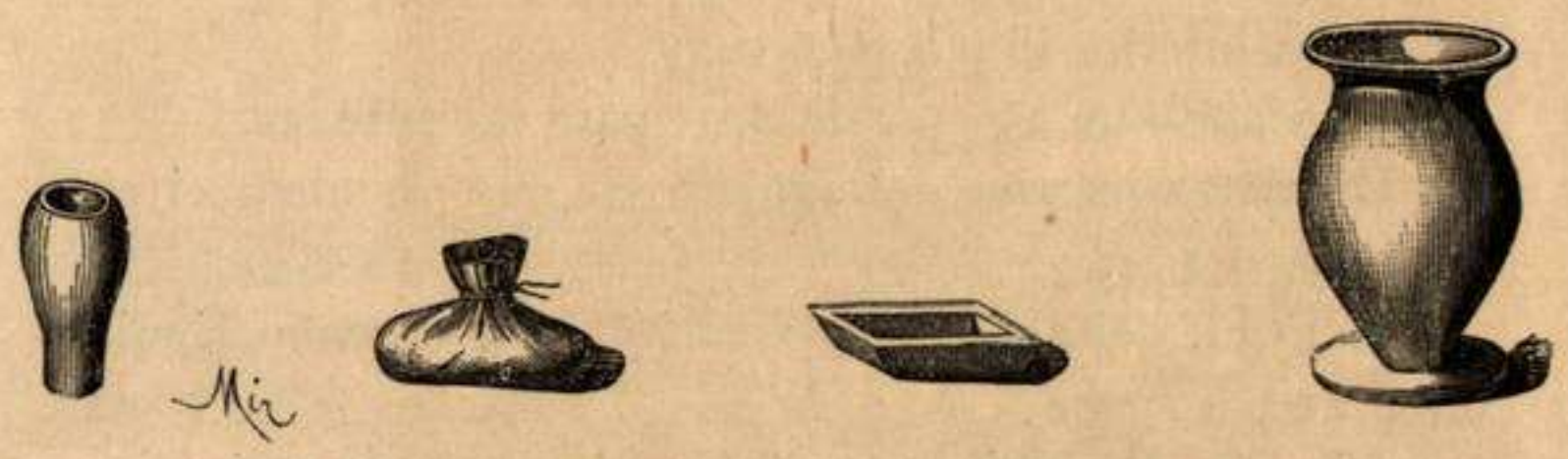


VISTA DEL CERCO DE BUITRONES EN 1717.

en los que figuran los productos de estos hornos, construidos con toda probabilidad en el año últimamente citado [1].

Es digno de notar tambien que cada cañería de las que representa Mr. de Jussieu constaba de cuatro filas, conforme con el diseño de Anderman, y que las actuales tienen seis

(Figura 13 bis.)



Aludel. Atado de azogue. Molde de bolas de vacisco. Vaso en que se guarda el azogue.

hileras de aludeles [2]. Continuaron funcionando en el cerco de Buitrones los doce hornos nombrados hasta el año de 1775 en que se construyeron dos nuevos pares llamados Santa Cruz y Santos Reyes, y San Cárlos y San Sebastian, que tienen algo más largas las cañerías que las anteriores y se consideran como los mejores del cerco.

En 1806 funcionaron por primera vez los hornos llamados San Cárlos y San Luis, del modelo de los de Idria, sin cañerías, con cámaras de condensacion y vasos ú hornos de mayores dimensiones que los de aludeles, construidos por el célebre Director de las minas de Almadén D. Diego de Lar-

(1) En una Memoria inédita sobre las minas y fábrica de los Buitrones de Almadén, escrita por D. Theodoro Anderman, Arquitecto mayor y Pintor de Cámara del Rey D. Felipe V, y fechada en Enero de 1718, se leen las siguientes palabras: «Se comprenden en este cerco (el de Buitrones) cinco hornos, donde se cuece la piedra mineral: en cada horno de estos hay dos, conque aunque son cinco las piezas, son diez los hornos.

(2) Consta en el art. 222 de las Ordenanzas de Almadén de 1735, que se redactaron siendo Superintendente D. José Cornejo, que en esa fecha cada horno tenía dos cañerías de á seis filas. No conozco estas Ordenanzas; pero he leido algunos de sus artículos, y el citado, entre otros, en un manuscrito, de que luego hablaré.

rañaga, que pasó á Carniola, á fines del último siglo, á estudiar expresamente la metalurgia del azogue. Más tarde, en 1822, un hermano suyo, llamado D. José, Director tambien de las minas, hizo aumentar el óvalo ó panza de los aludeles, dándoles las siguientes dimensiones:

Longitud, 0,42.

Diámetro exterior del óvalo, 0,28 á 0,29.

Idem interior id., 0,26 á 0,27.

Quedando un espesor de 0,01 para las paredes.

Diámetro interior del agujero en que se aloja el caño anterior, 0,174.

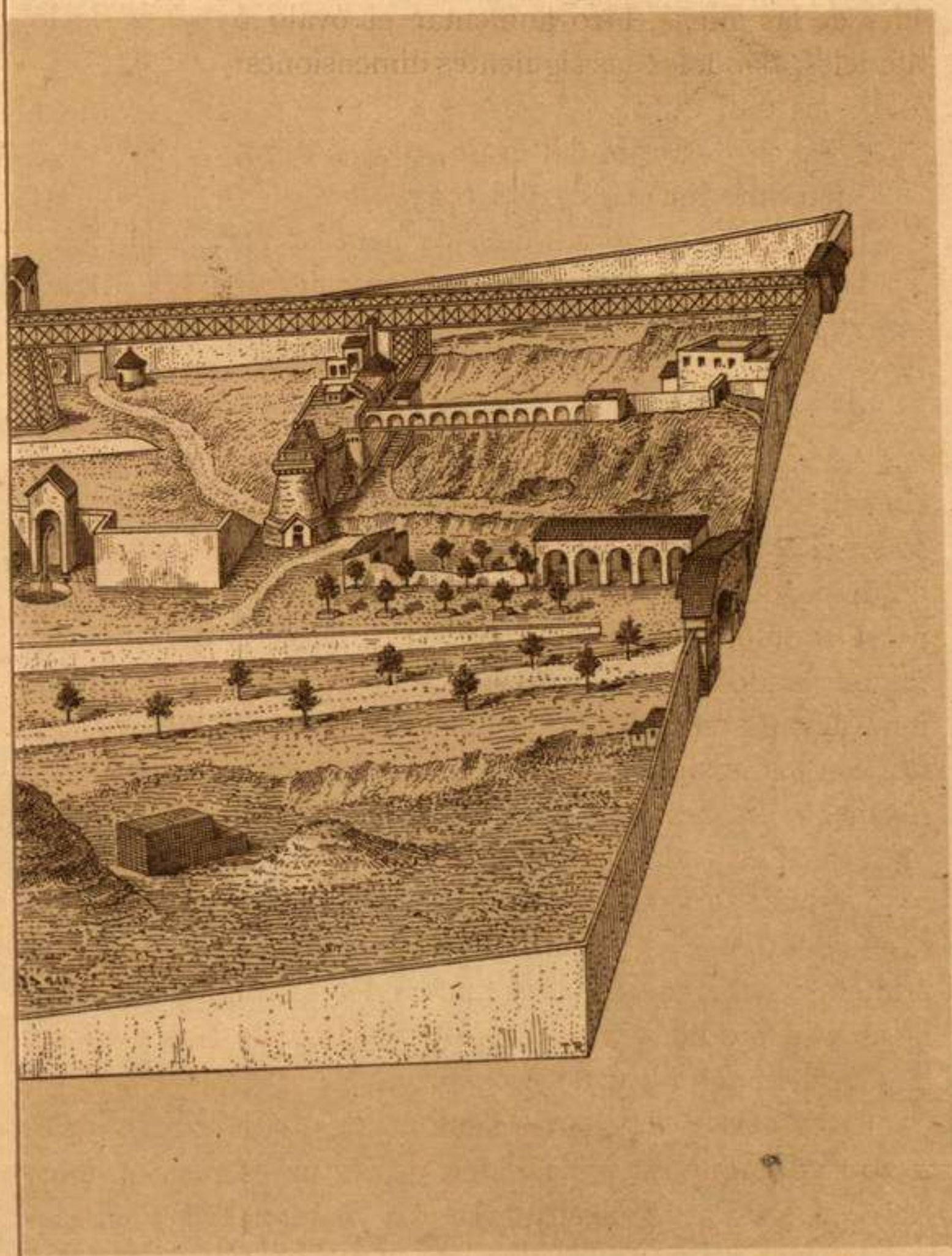
Idem id. del agujero que enchufa en el caño siguiente, 0,110.

Además, D. José de Larrañaga, despues de varios experimentos, propuso en 1823 la adopcion de caños con agujero en el óvalo para los del primer plan de la terraza, llamado descendente ó de cabecera; pero tan provechosa mejora no se adoptó hasta 1834, cuando era Director de las minas D. Fernando Caravantes. Con esta, al parecer insignificante innovacion, se consiguió terminar diez cochuras consecutivas con los mismos caños, sin limpiarlos, mientras que anteriormente era necesario hacer lo que en Almadén se llama un levante en cada operacion.

Despues se han propuesto algunos ensayos y mejoras sin resultado alguno, y por fin, en Abril de 1874, han hecho sus primeras cochuras dos pares nuevos del sistema de aludeles, iguales en medidas y en disposicion á los de San Cárlos y San Sebastian, construidos en 1775.

Estos hornos llevan los nombres de cuatro célebres Directores de aquellas minas: uno de los pares se denomina Larrañaga y Pardo, ilustre minero y metalurgista el primero y geólogo no ménos distinguido el segundo. Los del otro par se llaman Cavanillas y Caravantes. El primero, además de haber prestado importantes servicios en Almadén, fué Director general del ramo, y aquel Establecimiento, la Escuela de minas y el Cuerpo de Ingenieros le son deudores,

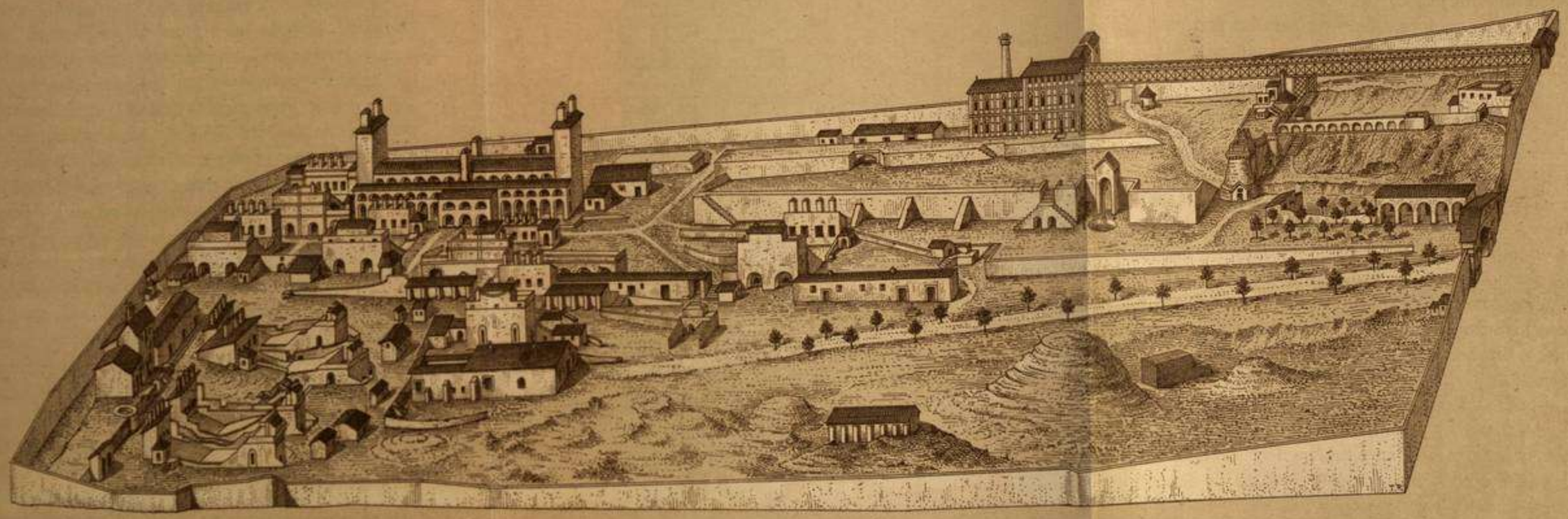
Lam.ª 3.



Lit. de G. Pfäffer - Madrid.

6.

Lam.ª 3.



Lit. de G. Pfeifer Madrid.

Pedro Duro dibujó.

VISTA DEL CERCO DE BUITRONES EN 1876.

en gran parte, del estado de prosperidad en que hoy se encuentran. Caravantes ha dejado en la mina y en el cerco de Buitrones recuerdos de su laboriosidad y aptitud, y su nombre es repetido con veneracion y afecto por los que tuvieron ocasion de tratarle.

La lámina 3.ª representa una vista del cerro de Buitrones (véase tambien la lámina 1.ª) en 1876, sacada por el Ingeniero S. Perez Duro, y en ella aparecen los veinte hornos de aludeles, la posicion de los dos del modelo de Idria y la de otras dependencias pertenecientes á este cerco, notable por su antigüedad, grandioso por el número y solidez de sus hornos, algunos de construccion monumental y célebre, no sólo por las inmensas riquezas que de él han salido, sino por guardar entre sus muros el recinto en donde tantos hombres inteligentes y laboriosos, procedentes de razas distintas y oriundos de naciones diversas, han agotado sus fuerzas y su ingenio para establecer un sistema de beneficio, sin disputa el más sencillo, y casi me atrevo á decir el más perfecto de cuantos se describen en los tratados de metalurgia.

Y no dejaré el cerco de Buitrones sin advertir que la fecha de 1646, que llevan, ostentando su antigüedad, algunos pares de hornos, es inexacta si se refiere al año en que empezaron á funcionar, que fué el de 1647. En 1646 no se destiló en más horno que en el de la Concepcion, despues Rosario, colocado donde están hoy San Miguel y San Benito, como llevo dicho. Habiendo llegado Bustamante á Almadén en Setiembre de 1646, no pudo terminar en aquel año más hornos que el que va citado.

Dignos de conmemoracion y grato recuerdo son, sin duda, los servicios que prestó Bustamante en Almadén, y que el Rey tan justamente premió; pero me parece exagerado el entusiasmo con que miran por su fama algunos Ingenieros.

La gloria es toda de Saavedra Barba. El fué el primero que se aventuró á destilar en hornos abiertos un metal tan volátil como el azogue, y antes que él nadie habia aplicado, al beneficio de los minerales, el *principio* que los hermanos

Siemens llaman *de la regeneracion del calor*, como á su tiempo procuraré demostrar.

DEL BENEFICIO DEL CINABRIO EN HORNOS DE ALUDELES.

Clasificacion de los minerales.

La clasificacion de los minerales en Almadén ni es sistemática ni fácil de explicar.

Metal llaman al mineral superior ó al más rico. Se compone de cuarcita, generalmente de color oscuro, impregnada de cinabrio cristalino, porque el terroso apenas se conoce en Almadén. Cuando la cuarcita está muy cargada de cinabrio toma el nombre de metal de primera, pero esta denominacion no es de ningun interés para el beneficio.

Solera pobre es la cuarcita, tambien oscura, que sólo presenta á la vista algunas manchas de cinabrio. Suele contener bolsadas de azogue nativo, que se descubre al partirla en pedazos pequeños.

Vaciscos, son las tierras que se sacan de la mina y los pequeños fragmentos, de ménos de 10 centímetros cúbicos, que resultan al partir las dos clases anteriores. Estas tres clases, metal, solera pobre y vaciscos, son las que produce la mina, y al descargar las soleras ó grandes espuertas en que se conduce el mineral al cerco, ya se amontonan, á un lado el metal, á otro la solera pobre y con separacion los vaciscos.

Requiebro y china. Al partir el metal y la solera pobre en pedazos del tamaño de una naranja, y áun algo mayores, para cargarlos en el horno, se forman otras dos clases. Dejan como *metal* los pedazos de cuarcita impregnados de cinabrio, cuyo volúmen pasa de 20 centímetros cúbicos; separan el *requiebro*, que son fragmentos del mismo volúmen, pero de menor riqueza que los de metal, y á todo lo demas, que ni pasa de 20 centímetros cúbicos de volúmen, ni baja de 10 centímetros cúbicos, le llaman *china*. Los trozos que no exce-

den de 10 centímetros cúbicos pasan á los montones de vacisco. De modo que la solera pobre de la mina al partirla pierde su nombre, convirtiéndose en china ó vaciscos, y por eso para la carga de los hornos no resultan más que las cuatro clases siguientes:

Metal. Mineral rico partido en pedazos, cuyo volúmen excede de 20 centímetros cúbicos.

Requiebro. Mineral de mediana riqueza en trozos, cuyo volúmen excede de 20 centímetros cúbicos.

China. Los fragmentos ricos y pobres que resultan de partir el metal y la solera pobre como viene de la mina, cuyo volúmen ni excede de 20 ni baja de 10 centímetros cúbicos.

Vaciscos. Las tierras de la mina y los fragmentos de ménos de 10 centímetros cúbicos que resultan al partir el metal y la solera pobre. Los Ingenieros en Almadén destinan una parte de la solera pobre, en pedazos de gran tamaño, para colocarlos encima de la red del horno como de fondo ó sosten de la carga, pero los prácticos prefieren á esta solera la cuarcita de las canteras. La comision de 1872, en sus ensayos, se atuvo al consejo de los prácticos, y los resultados fueron satisfactorios.

DE LA COMPOSICION DE LOS MINERALES DE ALMADÉN.

Prescindiendo del azogue nativo que, en mayor ó en menor cantidad, contienen los minerales de Almadén, y que con el microscopio se descubre hasta en los cristales de mayor trasparencia, el mineral más abundante es el cinabrio, siempre cristalino y muchas veces cristalizado. No tengo noticia de que se haya encontrado cloruro de mercurio en estas minas, aunque se da por seguro que en las inmediatas de Almadenejos se sacaron, en otro tiempo, ejemplares de esta rarísima sustancia [1].

[1] No he tenido nunca ocasion de examinar ejemplares de cloruro de mercurio de Almadenejos, aunque los he buscado con empeño. Poseo, en

Contienen tambien los minerales de Almadén una cantidad de selenio, corta en verdad, pero suficiente para manchar de negro el azogue del ensayo de estos minerales por electrolisis. Tambien se encuentran piritas de hierro bronceadas y blancas, mezcladas íntimamente con el cinabrio hasta en los trozos más puros y compactos.

La ganga del mineral es cuarcita, algo arcillosa y bituminosa, generalmente de color oscuro y alguna vez completamente blanca, en la que el cinabrio ha penetrado difundiéndose por toda la masa, como el agua penetra en una roca porosa cuando se sumerge en este líquido. Tambien suele encontrarse cinabrio, aunque esto no es muy frecuente, en la pizarra arcillosa y bituminosa, pero este mineral pasa casi siempre á los vaciscos. Otros minerales como la dolomia cristalizada, el sulfato de barita, el espato calizo, etc., que tambien suelen hallarse en las minas de Almadén, son sumamente raros, é innecesario contar con ellos al tratar del beneficio.

He analizado ocho muestras diferentes de minerales comprendiendo en el peso del azufre la corta cantidad de selenio que contienen, y tomando por sulfuro al azogue nativo. La cantidad de este azogue nativo en ninguna de ellas se elevaba á 4 por 100 del total; de manera que áun en el más rico, el error procedente de esta licencia no pasa de 0,15 por 100, y en los pobres es casi inapreciable.

Es muy dificil, en un mineral molido, distribuir con uniformidad el mercurio nativo, para que al pesar un gramo resulte el verdadero término medio del azogue metálico.

Afortunadamente el error, como se ha dicho, es insignificante.

cambio, algunos trozos de este mineral, de aspecto metálico y de color oscuro, procedentes de unas minas de azogue descubiertas hace pocos años en la provincia de Almería.

Composicion de ocho muestras de minerales clasificados para el beneficio.

	NÚMEROS DE ÓRDEN.							
	1.°	2.°	3.°	4.°	5.°	6.°	7.°	8.°
Cinabrio ó sulfuro mercúrico.....	0,291	0,212	0,133	0,102	0,051	0,028	0,012	0,0086
Pirita de hierro ó bisulfuro ferroso.	0,022	0,020	0,020	0,019	0,123	0,015	0,021	0,028
Materias bituminosas.....	0,006	0,010	0,010	0,012	0,046	0,007	0,034	0,009
Ganga (sílice con un poco de arcilla.).....	0,675	0,748	0,821	0,765	0,775	0,933	9,020	0,935
	0,994	0,940	0,988	0,989	0,995	0,983	0,987	0,9806
Azogue por 100...	25,05	18,28	11,47	8,64	4,40	2,41	1,03	0,75

El 1.° y el 2.° entran en la categoría de *Metal;* el 3.° y el 4.° en la de *Requiebro;* el 5, con 4 $^1/_2$ por 100 de materia bituminosa y 12 por 100 de piritas y por su tamaño, pertenece á los *Vaciscos*. Los números 6, 7 y 8 á la *China* por ley y tamaño.

RIQUEZA Ó LEY DE LOS MINERALES.

De ensayos hechos por D. Norberto Gallego que, en clase de oficial de destilacion, ha dirigido durante muchos años la clasificacion de los minerales y las operaciones en los hornos del cerco de Buitrones, y que hoy presta sus servicios en el Archivo de Almadén [1] resulta que tres pedazos de *metal* escogidos dieron respectivamente 54-30 y 25 por 100 de azogue. Otros dos pedazos de la misma clase, tomados de las parvas ó montones destinados á los hornos, dieron uno 16 y

[1] La mayor parte de las noticias y documentos del Archivo, que se citan en el curso de esta Memoria, han sido recogidas por este celoso é inteligente funcionario.

otro 12 por 100. En tres muestras de *Requiebros* se obtuvieron 9, 7 y 6 por 100 de azogue. En otras tres muestra de *China*, 6½, 6 y 5 por 100. Un pedazo de *Solera pobre* dió 0,50 por 100, y de tres muestras de *Vaciscos* se sacó un término medio de 4 por 100.

De estos datos es imposible deducir la ley media del metal, porque los resultados difieren mucho entre sí; para el requiebro, resulta de 7 por 100; de 5½ á 6 para la china y 4 por 100 para los vaciscos.

La Comision de 1872 clasificó cerca de 300 toneladas de mineral, dividiéndolas en ocho clases; llevaban, por órden de riqueza, los números 1 al 7, y el 8 se reservó para los vaciscos. Despues, para la carga del horno, con el número 1 y 2 mezclados, se formó el metal; con el 3 y 4 el requiebro; y con el 5, el 6 y el 7 la china.

De todas las clases se tomaron muestras con el mayor cuidado y formalidad, levantando acta separada para cada una de estas operaciones. Las muestras se ensayaron por la vía seca y se analizaron ademas por la via húmeda, y habiendo encontrado perfecta conformidad en los resultados, se admitieron las leyes que se expresan en el adjunto estado:

Clases de mineral.	Números de clasificacion.	Cantidad de mineral clasificado.		Azogue por 100.	Total de azogue.	Ley media de cada clase.
		Kilogramos.			Ks.	
Metal.....	1	81.890	96.860	23,86	19.546,11	24,80 por 100
	2	14.970		22,65	4.488,44	
Requiebro.	3	12.240	29.240	15,20	1.860,48	12,47
	4	17.000		10,50	1.785,00	
China.....	5	31.890	93.210	3,84	1.224,58	1,75
	6	32.360		1,17	378,61	
	7	28.960		0,10	28,96	
Vaciscos..	8	78.320	78.320	9,24	7.236,77	9,24
		297.630			36.548,95	

De aquí se deduce que la ley media de 297.630 kilogramos de mineral, clasificados por la Comision de Ingenieros

de 1872, es de 12,28 por 100 de azogue. Desde luego se advierte que la clasificacion de metal, requiebro, china y vaciscos, es mucho más regular que la de las ocho clases que ensayó la Comision.

Realmente, con las últimas se logró precisar la ley con alguna más exactitud, pues en vez de cuatro se tomaron ocho muestras, pero hubo que deshacer lo hecho, como llevo dicho, volviendo á la clasificacion de Almadén.

Las leyes de 25 por 100 para el metal, 12 por 100 para el requiebro, 2 por 100 para la china y 9 por 100 para los vaciscos son muy diferentes de las obtenidas por el Sr. Gallego. Es en realidad sumamente difícil averiguar la ley media en una clasificacion hecha á ojo simplemente, porque en las minas hay sitios que producen minerales muy ricos, y otros que los dan de baja ley, y sin duda, en las 297 toneladas clasificadas por la Comision, debieron entrar grandes cantidades de los primeros, porque el término medio que de ellos resulta es superior al declarado por otros ingenieros, y el de los vaciscos es tambien más subido que el que generalmente se admite para esta clase de mineral.

D. José de Monasterio, de quien volveré á tener ocasion de hablar, consigna los datos siguientes. Metal (que él llamaba mineral superior) 25,50 por 100, china 7,40 por 100, vaciscos 7 por 100. No es fácil comparar todos estos números con los obtenidos por la Comision, porque el Sr. Monasterio no se atuvo exactamente á la misma clasificacion. Faltando el requiebro no se sabe si se incluyó en el metal ó en la china, pero siendo probable que se agregase á la última, resulta siempre que no hay conformidad con las leyes de las 297 toneladas clasificadas.

La comision, antes de proceder á sus estudios, tomó otras ocho muestras de los minerales preparados en el cerco para las cochuras corrientes, y los resultados de los ensayos de estas segundas muestras son los siguientes:

Metal.	22,53 azogue por 100.
Requiebro.	12,00 » »

China.	2,00	azogue por 100.
Vaciscos..	7,72	» »

En las que se advierte una baja en el metal y en los vaciscos con relacion á las leyes de las 297 toneladas.

D. Tomas Sabau, como resultado de numerosos ensayos que hizo en Almadén con muestras recogidas cuidadosamente en la campaña de 1866 á 1867, siendo Director del establecimiento, apunta, en una Memoria inédita, que elevó á la Superioridad, los números siguientes:

Metal. . . . . , . .	22,23	azogue por 100.
Requiebro y china.	8,74	» »
Vaciscos..	9,10	» »

De estos números, de los del Sr. Monasterio y de los de la Comision se deducen, para leyes medias ó tipos de las clases de mineral, las cifras siguientes:

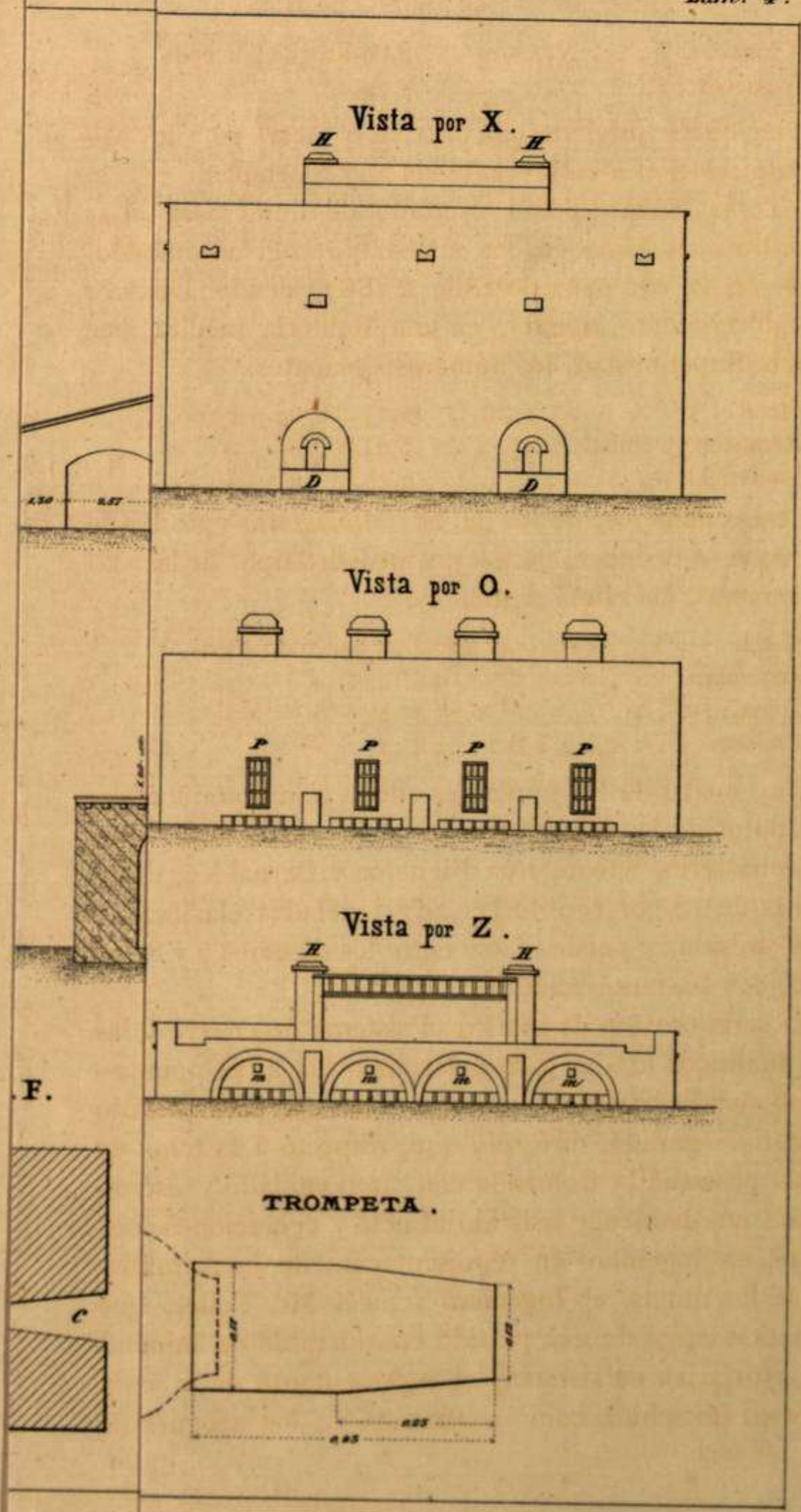
Metal.	de 20 á 25	por 100 azogue.
Requiebro.	de 10 á 12	» »
China..	de 1,75 á 2	» »
Vaciscos.	de 7 á 9	» »

La ley media de los minerales que la mina produce, segun los datos de la Administracion y los resultados de los Sres. Monasterio, Sabau, Rua Figueroa y Bernaldez, es inferior á la de 12 por 100 de las 297 toneladas clasificadas por la Comision, y puede fijarse entre los números 7 y 8, 50 por 100, con bastante exactitud.

Aquí sería ocasion de indicar el sistema de ensayo y los medios analíticos usados para determinar las leyes apuntadas; pero siendo asunto de bastante extension para tratarlo en Memoria separada, diré sólo que, respecto á la toma de muestras, procedió la Comision con tanto cuidado y escrupulosidad, que habiendo asistido al acto y operaciones consiguientes un Ingeniero en representacion de la Administracion de las minas, el Ingeniero francés Mr. Pellet, que iba á hacerse cargo de una partida considerable de mineral para ensayarla por su sistema, el representante de la casa de los Sres. Rotschild, como contratista de los azogues de

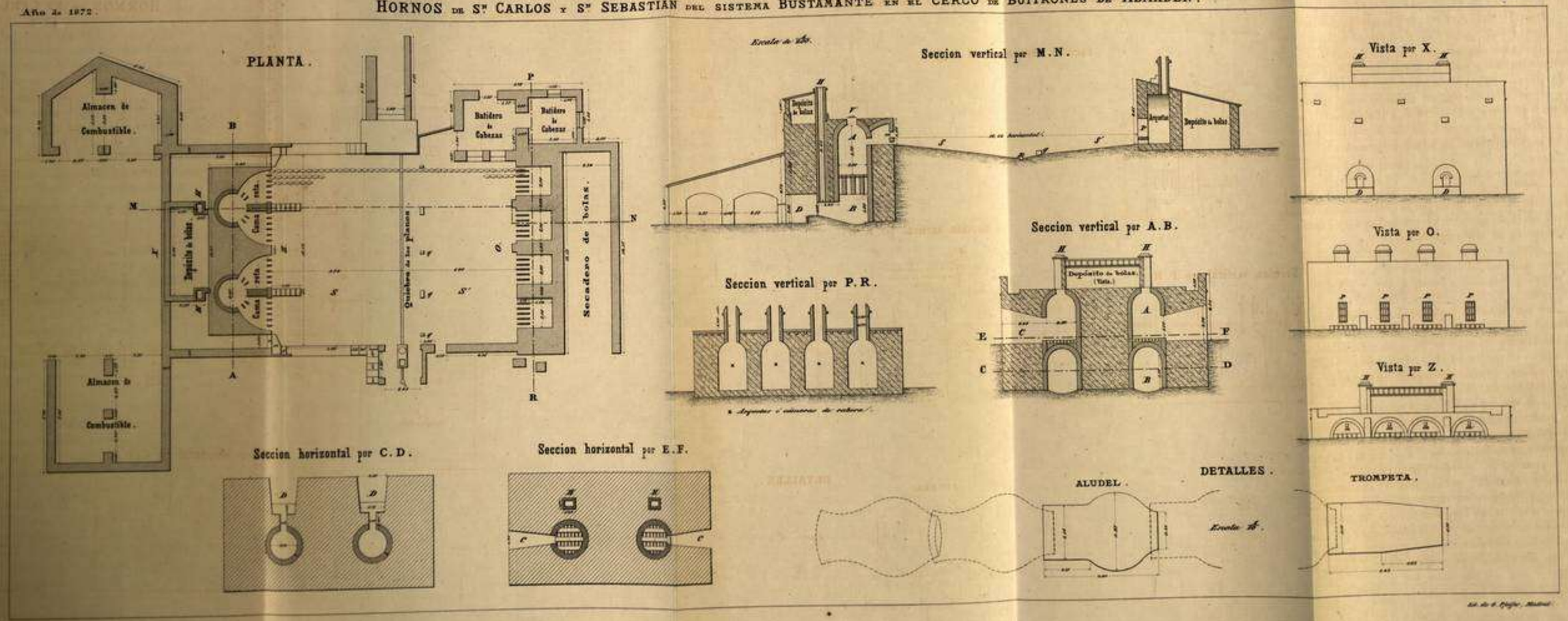
N DEL

Lam. 4.



Lit. de V. Pinfor, Madrid.

HORNOS DE Sn CARLOS Y Sn SEBASTIAN DEL SISTEMA BUSTAMANTE EN EL CERCO DE BUITRONES DE ALMADEN.



Almadén, y los tres Ingenieros de la Comision, hubo la completa y absoluta conformidad que consta en actas firmadas por los nombrados, y para la debida comprobacion, á cada uno de ellos se le entregaron muestras lacradas y selladas de los minerales pulverizados.

Para los ensayos por destilacion se construyó un horno á propósito y tubos encorvados de hierro dulce, suprimiendo las alargaderas; y posteriormente he conseguido tambien ensayar los minerales ricos y pobres con toda exactitud por los procedimientos de Electrolisys, aplicados á los minerales de cobre, primero en Mansfeld, despues en Francia, y hace ya dos años en Cartagena en la fábrica de la Sociedad Metalúrgica de San Juan de Alcaraz.

DESCRIPCION DE LOS HORNOS DE ALUDELES.

En la lámina IV se ha representado el horno San Cárlos, que con su compañero San Sebastian, forman el par que en Almadén se tiene por el más perfecto de los que existen en el cerco de Buitrones. Al construir, últimamente en 1874, los dos nuevos pares, los Ingenieros encargados de este servicio no encontraron razon alguna que les decidiera á modificar las dimensiones y la disposicion del que hemos elegido como tipo.

En el interior tiene el horno la forma de un cilindro cubierto por una semiesfera algo achatada ó rebajada. La parrilla ó red, como se dice en Almadén, sobre la que se carga el mineral, es de ladrillos y está sostenida por tres arcos del mismo material. A la parte *A* del horno, que está encima de la red, se la llama el *vaso*, y *hogar* á la porcion *B* del cilindro que queda debajo de la red. El fondo del hogar es cóncavo y se conoce con el nombre de *caldera*.

En cada horno hay tres puertas y una chimenea. La puerta *C* del cargadero (V. secciones por *AB* y *EF*) sirve, como su nombre indica, para cargar el mineral dentro del horno y está situada en uno de los costados, al nivel de la

red. Sube hasta el arranque de la cúpula y se cierra con dos tabiques durante la operacion, en la forma que luego se dirá. La puerta *D*, delante de la cual hay un escalon ó puente (V. secciones por *CD* y *MN* y vista por *X*) se llama hoy la boca, boquete ó puerta del atizadero, y antiguamente el butron ó buitron, y sirve para la introduccion del combustible en el horno. En la bóveda, que forma el dintel de esta puerta, nace la *chimenea H*. (V. planta, secciones por *EF*, *MN* y *AB* y vistas por *X* y *Z*) por donde encuentran salida los humos que revocan por no haber podido penetrar por la red; es propiamente lo que los franceses llaman *une chéminèe d'appel*. Esta parte del horno fué la que más llamó la atencion del célebre Proust, como oportunamente indicaré. La tercera puerta *V* (V. seccion por *MN*) se llama el *anillo,* y es simplemente un boquete circular abierto en la parte superior de la bóveda ó cúpula del horno. Sirve para acabar la carga desde que los minerales colocados sobre la red llegan al dintel de la puerta *C* y tambien para la salida del cargador, que entra en el horno por la puerta *C*. Durante la operacion, se cierra el anillo con una plancha de palastro, que se llama la *válvula* del horno. Ademas de las tres puertas y de la chimenea nombradas, tiene el horno, al nivel del arranque de la cúpula, seis aberturas radiales llamadas *ventanillos* [1], por los que salen los humos, los gases y el vapor de azogue á las camaretas de cabecera (V. planta y seccion por *MN*); pero como cada camareta está dividida verticalmente por un tabique, resultan dos camaretas, ó si se quiere, dos compartimentos de camareta para cada vaso, y tres ventanillos por compartimento. En cada compartimento, y enfrente de los ya nombrados, hay otros seis ventanillos, doce por vaso, que salen al nivel de la terraza ó plan *S S'* y en ellos se colocan los primeros caños de barro llamados *Muelas*. De suerte que cada vaso tiene doce filas de aludeles ó dos cañerías de á seis filas, correspondiendo una á cada

(1) En el dibujo de Anderman, fechado en Enero de 1718, no se figuran más que cinco ventanillos.

compartimento de camareta. Para los dos hornos de un par resultan cuatro cañerías de á seis filas ó veinticuatro filas, que descansan todas sobre un sólo plan ó terraza. En cada compartimento de camareta hay tambien un boquete *m* (V. seccion *MN* y vista por *Z*) cerrado durante la operacion con una baldosa, que se quita al terminar la operacion para refrescar el horno.

El plan ó terraza consta de dos partes ó planos casi iguales; la primera *S*, en pendiente ó cuesta abajo, que arranca de las camaretas y termina en la reguera ó canal *R* (V. planta y seccion por *MN*) llamada *quiebra*, se distingue con el nombre de *Plan* de *cabecera*, y la segunda *S'* en rampa ó cuesta arriba, que va desde la misma quiebra hasta las arquetas (V. seccion por *MN* y planta) se llama plan de rabera. La inclinacion del plan de cabecera con la horizontal es de unos 11° y uniforme en toda su longitud. En el de rabera tambien es de 11° desde las arquetas hasta $1^m,45$ antes de llegar á la quiebra. En esa longitud es sólo de 9°; *q q* (Véase planta y seccion *MN*) representan postes de obra de fábrica sobre los cuales se colocan tablas para poder cruzar de una parte á otra del plan sin estropear las cañerías.

Los aludeles tienen la forma y dimensiones indicadas en la lámina 4.ª (V. detalles) y los del plan de cabecera llevan un agujero en la parte inferior de la porcion esférica, á que llaman el *ovalo* del caño ó aludel en Almadén. Los del plan de rabera son de la misma forma, pero sin agujero, y los últimos, que entran ya en los ventanillos de las arquetas, se llaman trompetas, y son de forma cónica. De modo que una fila empieza en el aludel llamado muela, empotrado en su ventanillo de camareta, sigue la pendiente y rampa del plan y termina en la trompeta empotrada en un ventanillo de arqueta. En cada fila se colocan 46 á 48 caños; 23 ó 25 en el plan de cabecera, y 22 á 23 en el de rabera: de 1.100 á 1.150 caños en un par de hornos. Las arquetas son cuatro, dos por horno, y cada una de ellas comunica, por seis filas de aludeles, con un compartimento de camareta. En-

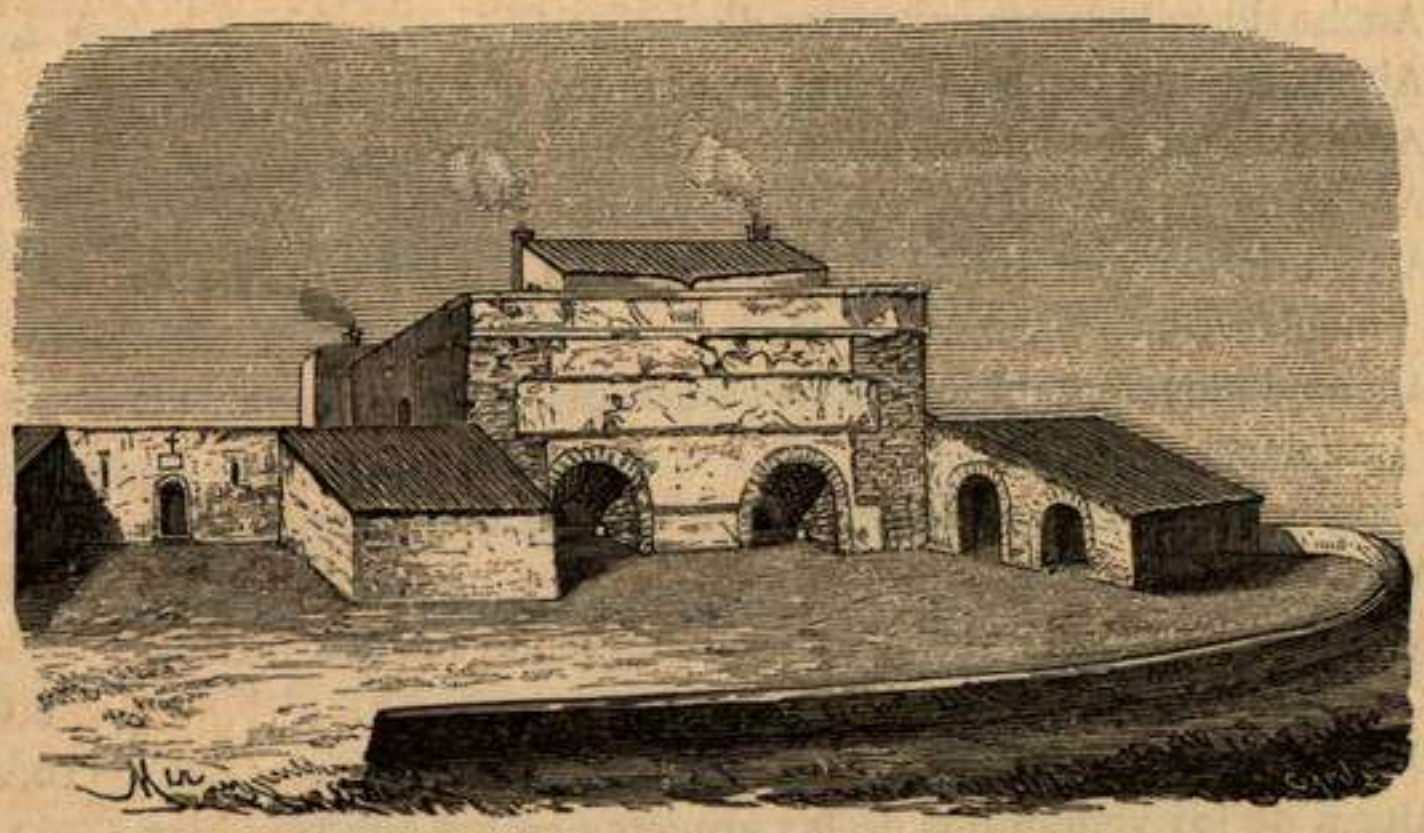
tran, pues, las bocas de seis trompetas en una arqueta y los humos se escapan por la chimenea correspondiente (V. planta, seccion por *M N*; vistas por *P R* y por *O*.) En cada arqueta hay una puerta de madera ¡tan baja es la temperatura conque llegan los humos á esta parte del horno! cerrada durante la operacion y por la cual entran los sirvientes del horno á limpiar y recoger los hollines en los levantes de cañerías.

Anejos á los hornos hay los departamentos siguientes. Dos depósitos ó secaderos de bolas, uno situado á espaldas de las arquetas, y otro sobre el macizo en que están abiertas las chimeneas *H* (V. planta, secciones por *M N* y *A B* y vista por *X*.) Dos almacenes de combustible (V. planta y seccion por *A B*), varias escaleras indicadas en los dibujos de la lámina, dos batideros ó lavaderos, un depósito al final de la quiebra, cerrado con llave y candado hasta hace poco tiempo. Hoy se ha reemplazado con otro depósito lleno de agua, que luego describiré.

El dibujo de la portada representa una vista en perspectiva del par de hornos San Cárlos y San Sebastian al nivel de la red, en el que aparecen las dos chimeneas de los hornos, las dos válvulas *V*, la puerta *C* de carga y el recipiente ó depósito de azogue con su cobertizo en primer término; los cuatro boquetes de las camaretas, las cuatro chimeneas de las arquetas ó cámaras de condensacion y á la derecha, en el suelo, dos balsas para fabricar las bolas que se ponen á secar en el cobertizo situado á espaldas de las arquetas y en el depósito que se figura entre las dos chimeneas del horno. La figura 14 representa otra vista, tambien en perspectiva, de los dos hornos á un nivel más bajo que el de la anterior, al nivel del fondo de los hogares. En primer término aparecen, á derecha é izquierda, los dos almacenes de combustible y una cerca; de frente se ven los boquetes de los atizaderos ó buitrones, abiertos en el muro posterior del horno; á la izquierda se descubre, aunque no por completo, la puerta *C*, y en la parte superior las dos chimeneas de los hornos y el de-

pósito de bolas. En último término se distingue una pequeña parte del edificio de las arquetas y una de las cuatro chimeneas.

(Figura 14.)



Las dimensiones principales de un horno de aludeles son las siguientes:

	m
Diámetro del horno en el vaso *A* y en el hogar *B*.	2,00
Espesor total de la red.	0,76
Altura del hogar, con 0,10 de caldera, hasta la red.	3,00
Idem del vaso desde la red á la cúpula.	3,70
Diámetro del anillo..	0,70
Altura exterior del boquete de atizadero.	2,00
Ancho idem id.	2,00
Altura del escalon ó puente en dicho boquete por la parte interior.	1,44
Ancho.	0,50
Altura del escalon por la parte exterior.	0,59
Idem de la chimenea del horno..	8,55
Seccion de la chimenea..	0,85 × 0,60
Altura de la parte exterior de la puerta de carga *C*.	2,52
Idem de la parte interior.	1,70
Longitud del corredor ó cañon del interior al exterior del horno.	3,48
Ancho de la puerta en la parte exterior.	1,26
Idem id. en la parte interior.	0,50

Altura de los ventanillos del vaso..	0,30
Ancho idem id.	0,38
Distancia de la red á los ventanillos del vaso.	3,13
Ancho de una camareta..	5,11
Espesor del muro de division..	0,50
Ancho de cada compartimento de camareta..	2,30
Altura interior de la camareta en el muro que da al plan. . .	1,13
Altura de un boquete ó registro de compartimento.	0,28
Ancho de un boquete ó registro de compartimento.	0,20
Altura de los ventanillos de las camaretas, en los que van las muelas..	0,30
Ancho de los ventanillos de las camaretas, en los que van las muelas..	0,40
Longitud del plan de cabecera siguiendo la inclinacion. . . .	8,94
Ancho de la reguera ó quiebra.	0,25
Longitud de todo el plan de rabera siguiendo sus dos inclinaciones.	8,60
Distancia horizontal entre el horno y las arquetas.	16,22
Altura de los ventanillos de las arquetas en los que se alojan las trompetas.	0,30
Ancho idem id. id..	0,36
Altura interior de las arquetas.	3,30
Seccion idem id..	1,54 × 2,00
Altura de las chimeneas de las arquetas.	2,85
Seccion idem id.	0,70 × 1,00
Altura de las puertas de madera de las arquetas *PP*.	1,45
Ancho idem id.	0,72

En algunos pares, construidos antes de 1775, no se encuentran exactamente las dimensiones que anteceden; pero las apuntadas son las que se tienen en Almadén como las más seguras para el buen éxito de las operaciones.

41. El costo de un par de hornos de aludeles se valúa en 14.411 pesetas, de las cuales 4.908,50 se cargan por mano de obra, y las 9.502,50 restantes por materiales.

OPERACIONES DEL BENEFICIO EN HORNOS DE ALUDELES.

Carga.—Los minerales se amontonan por clases á la puerta *C* del cargadero. Tres hombres bastan para la opera-

cion, uno dentro colocando la carga, y dos fuera, alargándole las espuertas de mineral. Sobre la red, se coloca primero la solera pobre ó de cantera, es decir, cuarcita completamente estéril. Es preferible á la solera pobre de la mina, que es algo bituminosa, y contiene 2 por 100 de azogue, porque debiendo recibir directamente la accion del fuego, resiste sin desquebrajarse y no ciega los conductos por donde han de pasar las llamas del combustible, y el aire indispensable para la desulfuracion del cinabrio. La solera pobre de la mina, que contiene siempre humedad, salta en pedazos y ciega los conductos, perdiéndose con facilidad su azogue por la chimenea del hogar. La carga normal de un vaso es de unas 170 arrobas ó dos toneladas de solera, y de 900 arrobas á 10.350 kilogramos de mineral; pero puede alterarse esta relacion, entre ciertos límites, sin que se resienta la marcha del horno. La solera se emplea en trozos de tres tamaños diferentes. El volúmen de los más gruesos suele ser de 8 á 12 decímetros cúbicos, y con ellos se forma la *solera* propiamente dicha. Sigue el *chinateado* ó solera mediana en pedazos de 1 á 3 decímetros cúbicos, y por último las *cabezas de solera* en trozos 6 ó 7 veces menores que los de la clase anterior. La solera ocupa en el horno una altura de 0,30 próximamente, y pesa 80 arrobas ó cerca de una tonelada; encima viene el chinateado con un espesor de 0,17, y por último las cabezas ocupando casi la misma altura: entre las dos pesan próximamente lo que la solera. Se coloca la última sobre los macizos de la red, dejando descubiertos los claros para el paso de las llamas. Encima se pone la segunda capa de solera, formando puentes, sobre los trozos de la primera, con el fin de cruzar los fuegos, como se dice en Almadén, y se coloca la tercera y siguientes, si son necesarias, del mismo modo hasta completar la altura de 0,30. Tambien pone á mano el cargador los pedazos del chinateado y luego los de las cabezas, cuidando siempre de dejar libre el paso á los productos de la combustion. Cuando con las tres clases se llega á la altura de 0,60 ó 0,65 á lo sumo, se iguala la capa su-

perior de las cabezas con china de la más menuda, para reducir la abertura de los conductos, por donde han de pasar las llamas, á un diámetro tal, que no puedan caer por ellos los minerales, que se han de cargar despues.

Formado ya sobre la red este suelo artificial de cuarcita, se van extendiendo con espuertas los minerales del siguiente modo:

1.° Los dos tercios de la china de que se recompone la carga; es decir, unas dos toneladas, que ocupan en el horno 0,50 á 0,55 de altura; despues 1.600 á 1.800 kilogramos de metal y otro tanto de requiebro en una altura de 0,55 á 0,70; encima una tonelada, que representa el tercio restante de la china, con 0,25; y por último, se termina la carga por las bolas ó adobes formados con los vaciscos, ocupando de 0,80 á 0,90 de altura.

Alguna vez, encima de la primera capa de china, se coloca el requiebro, luego el metal, despues el resto de la china, y por último las bolas.

Lo esencial de la carga estriba en que no se cieguen los conductos; en que no se coloque el mineral rico muy cerca de la solera ni muy elevado, y en que no figure en la carga en cantidad excesiva. Algun ensayo, acometido, con más temeridad que conocimiento de la operacion y del horno, para aumentar la proporcion de metal en las cargas, ha ocasionado pérdidas considerables, aunque se recogió bastante bermellon sublimado en la camareta y en los primeros aludeles del condensador, segun he oido referir en Almadén.

Por lo demás, las alturas que ocupan los minerales en las cargas son variables, y en prueba de ello citaré los apuntes siguientes, recogidos en un ensayo que hizo la Comision de 1872 en los hornos San Cárlos y San Sebastian, que se cargaron á un tiempo.

La carga de un vaso constaba de las cantidades siguientes de mineral:

			Kilogs.
Solera pobre, chinateado y cabezas (roca estéril)	19	por 100	2.200
China	30 ½	»	3.500
Metal	15 ½	»	1.800
Requiebro	15	»	1.700
Vaciscos en forma de bolas (de 300 á 325)	20	»	2.300
	100		11.500

De ellos, 9.300 kilogramos de mineral, á la ley media de 8,54 por 100 de azogue y 2.200 kilogramos de cuarcita estéril.

He aquí ahora las alturas que ocuparon en el horno y el tiempo que se tardó en la carga.

CLASES DE MINERAL.	HORNO SAN CARLOS.		HORNO SAN SEBASTIAN.	
	Tiempo empleado en la carga.	Altura de la carga.	Tiempo empleado en la carga.	Altura de la carga.
	minutos.	m	minutos.	m
Solera	8	0,46	4	0,32
Chinateado	12	0,14	8	0,10
Cabezas	10	0,08	19	0,06
China	24	0,64	16	0,56
Metal	11	0,32	9	0,28
Requiebro	14	0,29	11	0,41
China	7	0,22	7	0,21
Vaciscos	23	0,80	30	0,90
	1,49	2,95	1,34	2,84

En otro ensayo, ejecutado tambien por la comision, se tomaron los siguientes datos:

	HORNO SAN CARLOS. Altura de la carga.	HORNO SAN SEBASTIAN. Altura de la carga.
	m	m
Solera	0,30	0,32
Chinateado	0,14	0,11
Cabezas	0,13	0,09
China	0,52	0,57
Requiebro	0,31	0,40
Metal	0,33	0,26
China	0,27	0,22
Vaciscos	0,80	0,92
	2,80	2,89

El hueco ó espacio vacío en la parte superior del horno, desde las últimas bolas al anillo de la válvula, es generalmente de $1^m,00$. Hay que advertir, para explicar las diferencias que aparecen en los dos cuadros, que al terminar la carga de una clase de mineral no resulta siempre una superficie horizontal, y que no es posible por esa circunstancia medir las alturas con toda exactitud.

Al tiempo de cargar, van formando con escorias, que así llaman á la cuarcita porosa que resulta de la destilacion del mineral, el tabique con que se ha de cerrar la puerta *C* del cargadero, y cuando llega á una altura tal que por el hueco que queda hasta la clave de la bóveda no pueden pasar las espuertas de mineral, se van introduciendo en el horno por el anillo de la cúpula. Este primer tabique se construye en el fondo del corredor ó boquete de la puerta *C*, es decir, á los haces de la pared interior del horno. Mientras se termina la carga, proceden á formar un segundo tabique de ladrillos, en el mismo corredor del cargadero, á $0^m,25$, contados horizontalmente, del primero, para que la capa de aire que queda entre los dos, impida el enfriamiento del horno por aquella parte. Terminada la carga, cierran tambien el anillo con la válvula, cogen las juntas de los aludeles con cernada, tapan con baldosas los boquetes *m* de las camaretas, retapan con cernada las uniones de los caños, si han servido en operaciones precedentes, y si son nuevos cubren ademas por dentro los agujeros de los óvalos con chinas sueltas de arena gruesa, por las que filtra el azogue al salir al plan para pasar á la reguera, y de esta al depósito comun á los dos hornos.

Dia de fuego ó primer período.—Cuando los hornos están en marcha, á las seis de la mañana empieza la descarga de la operacion anterior. Se cargan de siete á ocho ú ocho y media, y á esta hora empieza el fuego. La cochura no ofrece novedad alguna para el que haya visto cocer ladrillos, tejas ú otros objetos de alfarería con leña de monte bajo.

Son muchas las variedades de arbustos que se emplean en

Almadén como combustible, pero las principales son la jara, el brezo, la iñiesta, lentisco, arrayan, chaparro, labiernago, burillo, retama, cornicabra, y otros varios ménos frecuentes. Estos combustibles arden fácilmente, producen mucha llama, y su potencia calorífica no pasa, en término medio, de 2.500 calorías. Para empezar, colocan seis ú ocho haces de leña alrededor de las paredes del hogar, y esto se llama enleñar el horno, les prenden fuego en seguida, renuevan periódicamente las cargas, cada una de á tres haces, y ahuecan la leña de rato en rato ó dan garabateos, como allí se dice. No usan más que dos herramientas en este trabajo; una horquilla larga de hierro, con mango de madera, que es el garabato, y un rastro de dos dientes formando tambien horquilla. Dura la operacion unas doce horas, es decir, hasta las ocho de la noche, aunque en esto como en otras muchas cosas no hay regularidad en el cerco de Buitrones. Las doce primeras horas, despues de cargar, forman el dia de fuego ó de cochura, durante el cual los productos de la combustion, penetrando por la red y por los conductos formados en la solera, circulan, serpenteando, alrededor de los pedazos de mineral; pasan por los ventanillos á las camaretas, despues á las cañerías y, subiendo por las arquetas, salen por las chimeneas á la atmósfera. Al principio se condensan, en los aludeles, hollines y vapor de agua de la humedad del mineral y de la del combustible; á las tres horas de fuego empieza á verse azogue en los primeros aludeles. A las seis horas aumenta la cantidad de hollines y los gases arrastran azogue hasta la arqueta. Durante todo el período de fuego la marcha de los gases por las cañerías es muy irregular, porque al cargar el combustible, que arde instantáneamente, se acumulan tantas llamas en la red, que no pudiendo pasar todas por los huecos y las canales formadas en la solera, retroceden en parte y salen por la chimenea del horno, repitiéndose este retroceso y acumulacion de llamas cuando se dan los garabateos en el hogar. Los gases, que en esos momentos penetran en el vaso, caminan con tanta velocidad por las

cañerías, que no tienen tiempo para enfriarse en los aludeles y llegan á las arquetas con una temperatura que no baja de 40°, y que suele subir á 50, arrastrando siempre una parte del azogue que se encontraba en el horno, principalmente el azogue nativo del mineral. Por eso, durante la segunda mitad del período de cochura, es decir, pasadas las seis primeras horas de fuego, las barras de cobre, colocadas por la Comision en las chimeneas de las arquetas, acusaron siempre la existencia de azogue en los gases procedentes del horno. Al final del período, á las doce horas de fuego, empieza á notarse en las arquetas el olor de ácido sulfuroso y la temperatura sube á 140° en los caños inmediatos á la camareta, es decir, en los que directamente enchufan en las muelas y distan de 0,40 á 0,60 del muro de las camaretas. Los prácticos en Almadén aseguran que el horno adquiere la mayor temperatura al terminar el período de cochura ó cuando cesa el fuego. Esto es muy cierto para la red, las paredes del hogar y la zona que ocupa la solera con su chinateado y cabezas, pero en el vaso y en las cañerías la mayor temperatura se desarrolla en el dia de enfrio, como á su tiempo demostraré.

Consumo de combustible.—En las doce horas de cochura [1] se consumen en cada vaso de 28 á 30 cargas de combustible de á cinco haces, que pesan cada uno arroba y media, y el peso total asciende á 217 arrobas ó 2.500 kilogramos. Siendo el producto de azogue en cada cochura de 600 á 700 kilogramos, tambien por vaso, resulta un consumo de combustible de 4 kilogramos por kilogramo de azogue producido. Los 4 kilogramos valen 0,03 pesetas, y un kilogramo de azogue, á lo ménos, 5 pesetas. De manera que el consumo de combustible es casi insignificante, y no vale la pena de discutir las reformas propuestas con el propósito de utilizar más ó ménos calórico, cambiando la disposicion del va-

[1] En ocasiones este período no dura más que ocho ó nueve horas; se suspende el fuego cuando lo disponen los oficiales encargados de los hornos.

so, el hogar, etc., reformas tanto más inútiles cuanto que nunca se ha notado falta de calor en estas operaciones. El consumo resulta 15 veces menor que en las Xabecas.

Dia de brasa ó segundo período.—El segundo dia, ó mejor dicho el segundo período, llamado de brasa, empieza al terminar el de fuego, es decir, á las ocho de la noche. El boquete del atizadero queda siempre abierto, el hogar sin leña, la caldera con las brasas, y los cochureros, que así se llama á los obreros encargados del fuego, se retiran hasta el dia siguiente. Tan luego como cesan las cargas de combustible, empiezan á regularizarse la corriente de los gases y la condensacion del azogue, y como ya no hay llamas ni humo en el hogar, el aire que entra por el boquete del atizadero, al atravesar sucesivamente los 0,76 de red y los 0,60 de solera, una y otra enrojecidas, adquiere una temperatura de 200 á 300 grados y enciende al cinabrio, oxidando al azufre; enciende tambien, poco á poco, á la pirita de hierro del mineral y el gas ácido sulfuroso, el vapor de agua, si alguno le queda al mineral, el nitrógeno libre perteneciente al aire, el aire atmosférico sobrante y el vapor de azogue se elevan mezclados á la cúpula del horno y por los ventanillos del vaso entran en las camaretas, salen despues á las cañerías, en las que el azogue se condensa, y ganando las arquetas se desprenden finalmente por las chimeneas. El azogue condensado se infiltra por la arena y por los agujeros de los aludeles, y corriendo por el plan de cabecera á la canal de quiebra, entra por fin en el depósito comun á los dos hornos del par.

En los dias de brasa y de enfrio, el horno marcha sólo y en las cuarenta ó cuarenta y dos horas que duran los dos períodos, circulan los gases y se condensa el azogue con pasmosa regularidad; ¡tan ingeniosamente combinadas se encuentran en el aparato, la red con los conductos formados en la solera, la riqueza y colocacion de los minerales, la forma y dimensiones del condensador y la altura de las chimeneas de las arquetas! La temperatura, desde que se suspen-

de el fuego, al terminar el primer período, va constantemente subiendo en el vaso y en las cañerías, porque con la corriente de aire se propaga la combustion al azufre del cinabrio y al de la pirita, y á las doce horas de brasa el termómetro, en los caños inmediatos á la camareta, señala 212 grados.

El dia de brasa dura diez y ocho horas, que es lo que suelen durar las brasas del combustible en la caldera del hogar, es decir, que empieza á las ocho de la noche del dia primero y termina á las dos de la tarde del segundo, en que el cochurero retira las cenizas de la caldera, las criba y las entrega en el almacén. En las diez y ocho horas se dan ocho ó diez garabateos á las brasas con el fin de sostener el calor en las paredes del hogar y en la red, pero, en mi opinion, la presencia de las brasas tienen el inconveniente de producir nuevos hollines.

Tercer período ó dia de enfrio.—Empieza el tercer período ó de enfrio á las dos de la tarde del dia segundo y dura de veinticuatro á veintiseis horas, es decir, hasta las dos ó las cuatro de la tarde del dia tercero, á cuya hora se da por terminada la operacion y se procede á enfriar el horno, derribando, primero, los dos tabiques de la puerta del cargadero y abriendo luego los boquetes *m* de las camaretas y la válvula del horno. En el período de enfrio ó, lo que es lo mismo, en las últimas veintiseis horas, sigue desprendiéndose, como en el anterior, ácido sulfuroso y vapor de azogue, y en el interior del horno y en las cañerías no se advierte más que el aumento regular y constante de temperatura hasta la hora décimaoctava del período ó á las cuarenta y ocho horas de haber empezado la operacion, en que llega á su máximo, marcando el termómetro en los primeros aludeles 245 á 260°. Desde esta hora empieza á descender con regularidad, y la práctica, de acuerdo con las indicaciones del termómetro, ha elegido el momento más oportuno para suspender la operacion y proceder al enfrio. En los ensayos que hizo la Comision en 1872, se abrieron los hornos marcando el termó-

metro siempre, en los caños próximos á las camaretas, 240°. En el interior del horno no fué posible medir la temperatura con termómetro; pero hay seguridad de que en la camareta, en el hueco de la cúpula, encima de la carga, en el centro de las bolas, en el requiebro, en el metal y en la china, no se funde el plomo metido en pedazos en un crisolito de porcelana, de donde se deduce que en la carga no llega la temperatura á 360°, que es el punto de fusion de aquel metal. Puesto el crisol en el centro de las cabezas de la solera, el plomo se funde sin dificultad.

Levantes.—Cada diez operaciones de tres dias completos, ó lo que se llama en Almadén una vuelta de un par de hornos, á saber: doce horas de cochura, diez y ocho de brasa, veintiseis de enfrio, y luego diez y seis horas con el horno abierto para enfriar la carga, la puerta del cargadero, la cúpula, etc., se hace un levante de cañerías con el fin de recoger el azogue que haya quedado retenido en los caños y para apurar los hollines de estos mismos caños y los que quedan adheridos á las paredes, bóvedas y suelos de las arquetas ó cámaras de condensacion.

La operacion del levante, aunque sencilla, es arriesgada para los obreros, porque el polvo de los hollines contiene mucho azogue dividido que inficiona el aire haciéndole irrespirable. Los caños del plan de cabecera se levantan cada diez vueltas ó cada treinta dias; los de rabera, como contienen ménos azogue y ménos hollines, no se levantan más que de dos en dos meses. Para el levante se emplean ocho chicos á las órdenes de un ayudante de fundicion. Empiezan por levantar los aludeles inmediatos á la quiebra de los dos planos y continúan subiendo hasta terminar en los que enchufan con las muelas empotradas en las camaretas. Los colocan de pié sobre la terraza para que el azogue escurra á la quiebra, les quitan la ceniza de la junta con rodillos y los limpian interiormente con escobas de esparto. Durante estas operaciones corre algun azogue por el plan. Juntan los hollines todos cerca de la reguera, formando montones pequeños,

los riegan para evitar los efectos del polvo, y entonces empieza lo que se llama en Almadén el batido de los hollines ó cabezas, que se reduce á esprimirlos con rastros de chapa de hierro agujereados, y á moverlos hácia todos lados con el fin de facilitar el desprendimiento del azogue. Cuando el ayudante considera que están bien batidos, se llevan en espuertas, forradas de baldés, á lo que se llama un lavadero, y con más propiedad, un batidero de hollines ó cabezas. En los batideros hay un pozo pequeño en el centro de la habitacion, y de los cuatro muros salen planos inclinados hácia los cuatro costados del pozo. Sobre estos cuatro planos inclinados, que forman un suelo á manera de embudo, baten segunda vez los hollines, humedeciéndolos de nuevo, esprimiéndolos con los rastros y moviéndolos en diferentes sentidos hasta que se advierte en el pozo que ya no rinden más azogue. En 1872 todavía los resíduos de estos batidos se mezclaban con los vaciscos para formar bolas. En el año siguiente se ensayó la destilacion de los hollines en retortas de hierro colado, y aunque en las operaciones se sacó el azogue por completo, no se continuaron las pruebas por falta de combustible adecuado para la operacion y por la dificultad de reemplazar las retortas inutilizadas.

En el dia estos hollines batidos, por sugestion del activo é inteligente Director del Establecimiento de Almadén don Eusebio Oyarzabal, se echan en calderas de hierro dulce de 0,08 á 0,10 de profundidad, que se colocan sobre la carga dentro del horno, y de este modo rinden completamente todo el azogue que hayan podido retener despues del último batido.

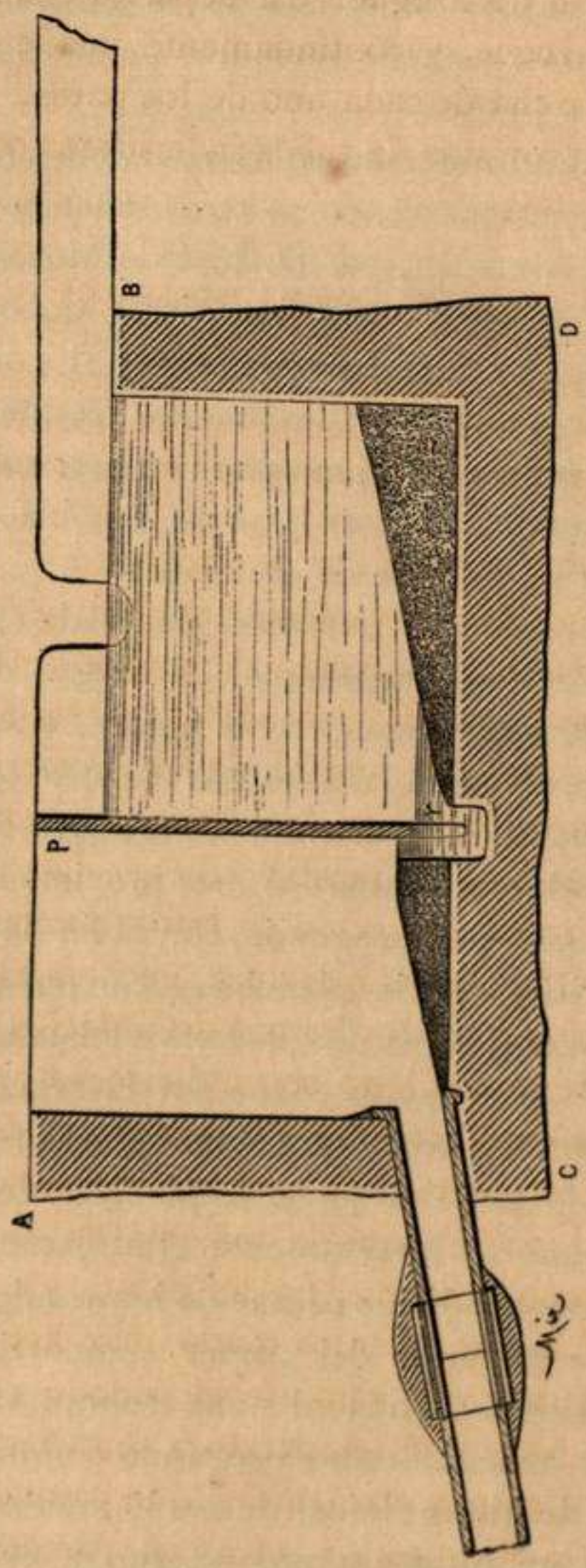
Al final de la reguera de la quiebra hemos figurado, en la lámina 4.ª, una pileta ó depósito debajo de un cobertizo en que se recoge el azogue que sale de las cañerías. Hasta el año de 1874 se sacaba de estos depósitos con un vaso de hierro, se echaba en baldeses, con los que se formaban atados y cargados estos en un carro, forrado tambien de pieles, se conducian al almacén general, en donde se vaciaban en

pilas de granito. En 1717 se usaba ya este procedimiento, para descargar los depósitos, y el metal se exportaba en atados, pues los frascos no se han usado hasta el siglo presente. En la figura 13 puede verse uno de estos atados dibujado por Mr. de Jussieu.

Hoy se ha introducido en este servicio una reforma importantísima, propuesta, como otras muchas establecidas en las minas he Almadén, por D. José de Monasterio, y planteada por D. Isidro Buceta, ingenieros ambos del cuerpo de Minas, bárbara y cruelmente asesinados el 4 de Julio de 1874 por una turba de obreros desalmados. Sentenciados cuatro de ellos á la última pena, expiaron su horrendo crímen en un cadalso levantado en las afueras de la poblacion, á la vista de las minas y del cerco de Buitrones.

He aquí ahora la reforma planteada por tan dignos como infortunados compañeros. El azogue de cada par de hornos se recoge en una pila de piedra, situada al final de la reguera de la quiebra, dividida en dos compartimientos por una plancha de palastro como se representa en la figura 15. El suelo del primero ó más próximo á los hornos está más bajo que el del segundo, con el fin de que haya siempre azogue debajo de la plancha y no pueda pasar al otro compatimiento el agua de que está constantemente lleno el primero. El azogue, que viene por la reguera, cae en este compartimiento, y atravesando el agua gana el fondo y pasa al segundo por debajo de la plancha, corriendo despues por el tubo que va directamente al almacén para caer en el depósito correspondiente al par de hornos de donde procede. En la parte superior del primer compartimiento, hay un *tropplein* para dar salida al agua sobrante. Los tubos que conducen el azogue desde el segundo compartimiento al almacén son de hierro dulce, de los llamados de gas, ajustados á rosca en un manguito exterior y están colocados en una galería por la que pueden circular muchachos para revisar los ajustes. Cada par de hornos de aludeles tiene su cañería y su depósito especial en el almacén y para los de

Idria se ha establecido una cañería y un depósito por vaso; de manera que en el cerco hay 14 cañerías que vienen al al-



(Figura 15.)

macen, y en éste 14 depósitos ó cajas de hierro independientes, que llevan los nombres de los pares respectivos. La

seccion horizontal de una caja es de $1^{m},00 \times 0,667$ ó de $0,^{m.c.}667$ y un centímetro de altura representa dos quintales (92 kilogramos) de azogue. Un depósito contiene hasta 80 quintales de azogue, y contínuamente puede saberse en el almacén la marcha de cada uno de los pares, porque los depósitos están provistos de tubos indicadores colocados en los frentes de las cajas.

DE LA TEMPERATURA EN EL VASO Y CONDENSADOR DE LOS HORNOS DE ALUDELES; DEL OFICIO DE LA SOLERA QUE SE CARGA SOBRE LA RED; DEL ENFRIAMIENTO DE LOS GASES Y CONDENSACION DE LOS VAPORES EN LAS CAÑERÍAS; ALUDELES Y CAÑOS RECTOS; DEL AGUJERO EN LOS ALUDELES; DE LA FORMACION DE LOS HOLLINES.

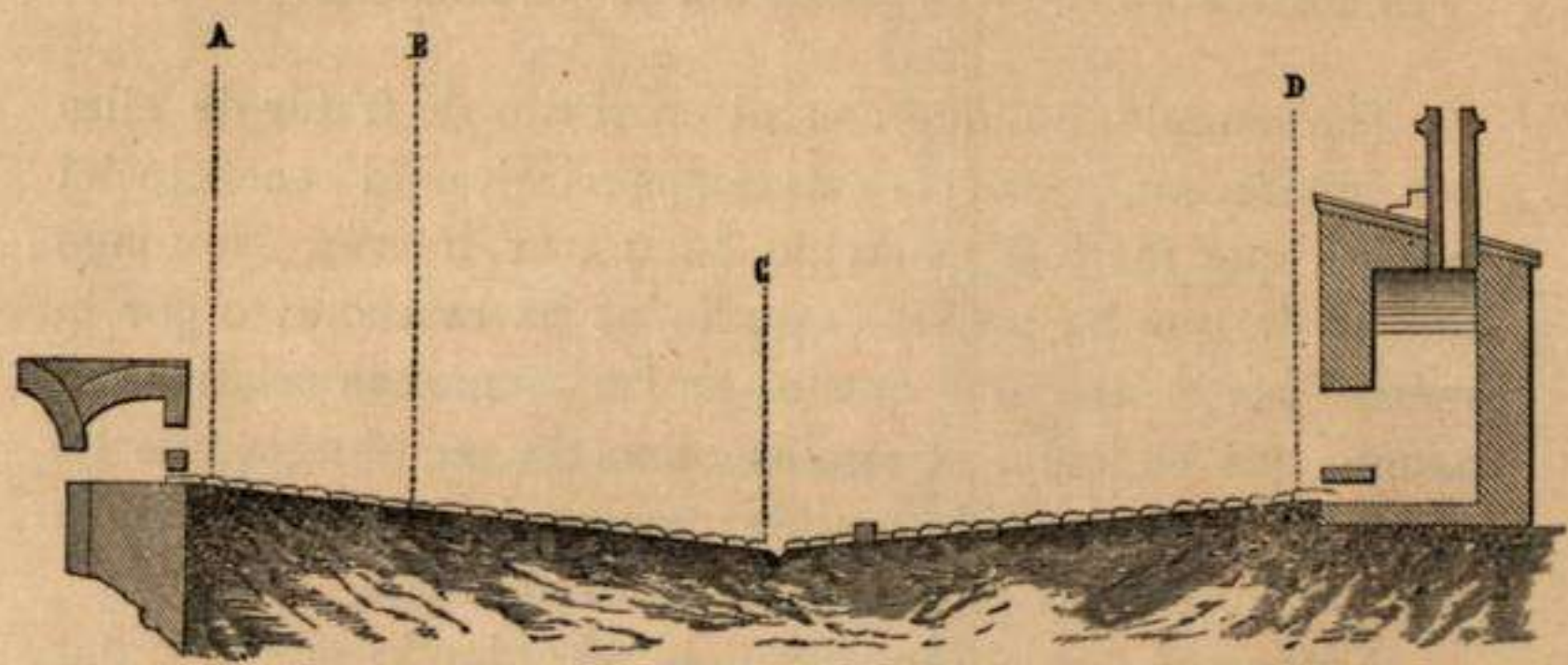
He reunido, aunque con el propósito de tratar de ellas con separacion, todas las cuestiones relativas al beneficio del azogue que me han parecido de mayor interés. No tengo noticia de que hayan sido estudiadas hasta ahora, ó por lo ménos puedo asegurar que ni en las memorias relativas al asunto que he leido, ni en las obras de metalurgia que he consultado, me ha sido posible recoger datos ni noticias de algun valor para la redaccion de estos apuntes.

Empezaré por la temperatura, recordando que al tratar de las operaciones en los hornos de aludeles, he dicho que en la carga de mineral no se fundieron los pedazos de plomo colocados en un crisolito de porcelana, de lo que se dedujo que la temperatura en esta region del horno no llegaba nunca á 360 grados; que la máxima en el primer aludel, que enchufa con la muela, no ha pasado de 265 grados en ninguno de los experimentos que se han hecho en pares de hornos diferentes; que durante el período de fuego la corriente de los gases y la temperatura son irregulares, aunque la última es siempre creciente y que pasado el período de fuego se normalizan una y otra con pasmosa regularidad. La tabla siguiente comprende las temperaturas de una fila de caños del horno titulado San Cárlos, en una vuelta completa de 55 horas, contadas desde las nueve y media de la

mañana del dia 18 de Marzo de 1872 á las cuatro y media de la tarde del dia 20, en cuya hora se destapó el horno en la forma ya descrita. Desde las seis de la mañana á las ocho y media se descargaron y volvieron á cargar los hornos: á esta hora empezó el fuego, y las observaciones á las nueve horas y treinta minutos.

La figura 16 representa un perfil de los dos planes de cabecera y rabera del horno San Cárlos, y los puntos *A*, *B*, *C* y *D*, en las cañerías, los de observacion situados á las distancias siguientes:

(Figura 16.)



Del muro exterior de la camareta al punto *A* (centro ó punto más alto del óvalo del primer aludel) 0,46.

De *A* á *B* 3,96.

De *B* á *C* (centro de la canal de quiebra) 4,42.

De *C* á *D* (situado en el último caño ó trompeta) 8,58.

Se usaron termómetros centígrados de mercurio con graduacion en el tubo, y en todos los experimentos la bola ó receptáculo se colocó en el eje del aludel, habiendo observado que poniéndole más alto, á $^1/_3$ por ejemplo del diámetro del círculo máximo del óvalo, marcaban de 6 á 8° ménos en las temperaturas que pasaban de 100° y de 2 á 5 en las inferiores.

TABLA *de las temperaturas en grados centígrados de una fila de caños del horno de aludeles San Cárlos, en la vuelta correspondiente á los dias* 18, 19 *y* 20 *de Marzo de* 1872 [1].

PUNTOS DE OBSERVACION.

Dias.	Horas.	Minutos.	*A.*	*B.*	*C.*	*D.*	Arqueta.	Chimenea de la arqueta.	TEMPERATURA EXTERIOR	
									Sombra.	Sol.
18	9^m	30^m	34	16 aq	10	10	10		18	21
	10	30	48	44 aq	40 aq	35	35		21	
	11	30	61	57 aq	53 aq	47 aq	33	32	22	
	12	30	73 aq	61 aq	56	51			20	
	1	30^t	73 aq Hl	60	56	51			20	23
	2	30	82	60 Hg	54	51 Hg	40	Hl Hg		
	3	30	87 Hg	61	55	47	37			
	4	30	91 Hg	63	55	46 Hg	37	Hg		20
	5	30	105	67	54	43	37			17
	6	30	103	71	52	41	34			17
	7^n	30	120	73	54	44	35	33		

Dia ó periodo de fuego de diez horas.

(1) aq, presencia del agua en el punto de observacion; Hg, del azogue; SO^2, del ácido sulfuroso; Hl, de hollines; m, mañana; t, tarde; n, noche; +, en abundancia.

Dias.	Horas.	Minutos.	A.	B.	C.	D.	Arqueta.	Chimenea de la arqueta.	TEMPERATURA EXTERIOR Sombra.	TEMPERATURA EXTERIOR Sol.
19 Dia ó periodo de brasa de diez y ocho horas.	8n	30n	129	64	40	33	29		14	
	9	30	140 SO^2	64 SO^2	36 SO^2	25 SO^2	23 SO^2	SO^2	15	
	10	30	156 +	69	32	23	21		13	
	11	30	163 SO^2	74	31	21	19		12	
	12	30	165	78 +	36	20	18	+	11	
	1	30	168 +	82 SO^2	33	19	18	SO^2	11	
	2	30	182 Hg	82	35	19	18	16, SO^2	11	
	3	30	185	96	36	19	17		11	
	4	30	187	92	37	15	14		10	
	5	30	198	96	35	18	17	+	9	
	6	30m	203	97	35	18	19	Hl	11	
	7m	30	207	99	42	25	21	17	11	14
	9		212	103	47	32 Hl	26	Hl aq	15	20
	11		222	104	48	36 Hl	34	Hl aq	15	
	1t		232	105	51	39 Hl	32	Hl aq	15	24
20 Dia de enfrio de veintiseis horas.	3		233	106	48	36 Hl	32	31 Hl	23	
	5		237	93	43	29	26		20	
	7n		238	91	37	20	20		15	
	9n		238	96	36	19	19		15	
	11		236 Hg	97	35	17	18		13	
	1		240 Hg	97	36	15	18		12	
	3		248 Hg	95	34	14	18		11	
	5		249	95	34	13	16		10	
	7m		248 Hg	98	35	19	18		11	16
	9		245	105	48	31	24		14	21
	11		239	103	50	35	28		15	24
	1t		223	91	50	39	29		15	24
	3		222	93	47	39	29		17	26
	4	30	217	86	42	32	27		15	24

Examinando con detenimiento la tabla es fácil advertir:

1.° Que en el punto *A*, donde empieza la cañería, la temperatura asciende constantemente durante el dia y la noche en los tres períodos de fuego, brasa y enfrio; que la máxima llegó á 249 grados á las cinco de la mañana del dia 20 en el período de enfrio ó á las cuarenta y cuatro horas de haber empezado la operacion.

2.° Que en el punto *B* no pasó la máxima de 105 grados, y tuvo lugar á las nueve de la mañana del mismo dia 20, en el período de enfrio, á las cuarenta y ocho horas de observacion.

3.° Que en el *C*, prescindiendo del período de fuego, la máxima llegó á 50 grados á las once del dia 20 (enfrio) ó á las cincuenta horas de haber empezado el fuego.

4.° Que en *D*, punto en que termina la cañería, la máxima, haciendo abstraccion del dia de fuego, no pasó de 39 grados, y que tuvo lugar el dia 20 (enfrio) á la una de la tarde ó á las cincuenta y dos horas de empezada la cochura.

5.° Que en la arqueta se halla la máxima en el período de brasa, á las once de la mañana del dia 19. Yo atribuyo esta irregularidad á los garabateos, porque se advierte á esa hora, no sólo en la arqueta, sino en *B*, en *C* y en *D* una subida repentina que es una verdadera anomalía, pues á las cinco de la tarde baja de nuevo el termómetro en todos los puntos indicados. Creo, por lo tanto, que debe tomarse por máxima, en la arqueta, la temperatura de 29 grados á la una de la tarde del dia 20, en el período de enfrio, á las cincuenta y dos horas de marcha.

6.° Que la temperatura exterior subió á 26 grados al sol á las tres de la tarde del dia 20, y que la mínima tuvo lugar en las madrugadas de los dias 19 y 20 entre cinco y seis de la mañana, en las que el termómetro bajó á 9 y 10 grados sobre cero.

Es digno de notar, tambien, que la práctica haya elegido con tal acierto el momento de dar por terminada la operacion, á las pocas horas de haber llegado las cañerías á la máxima temperatura.

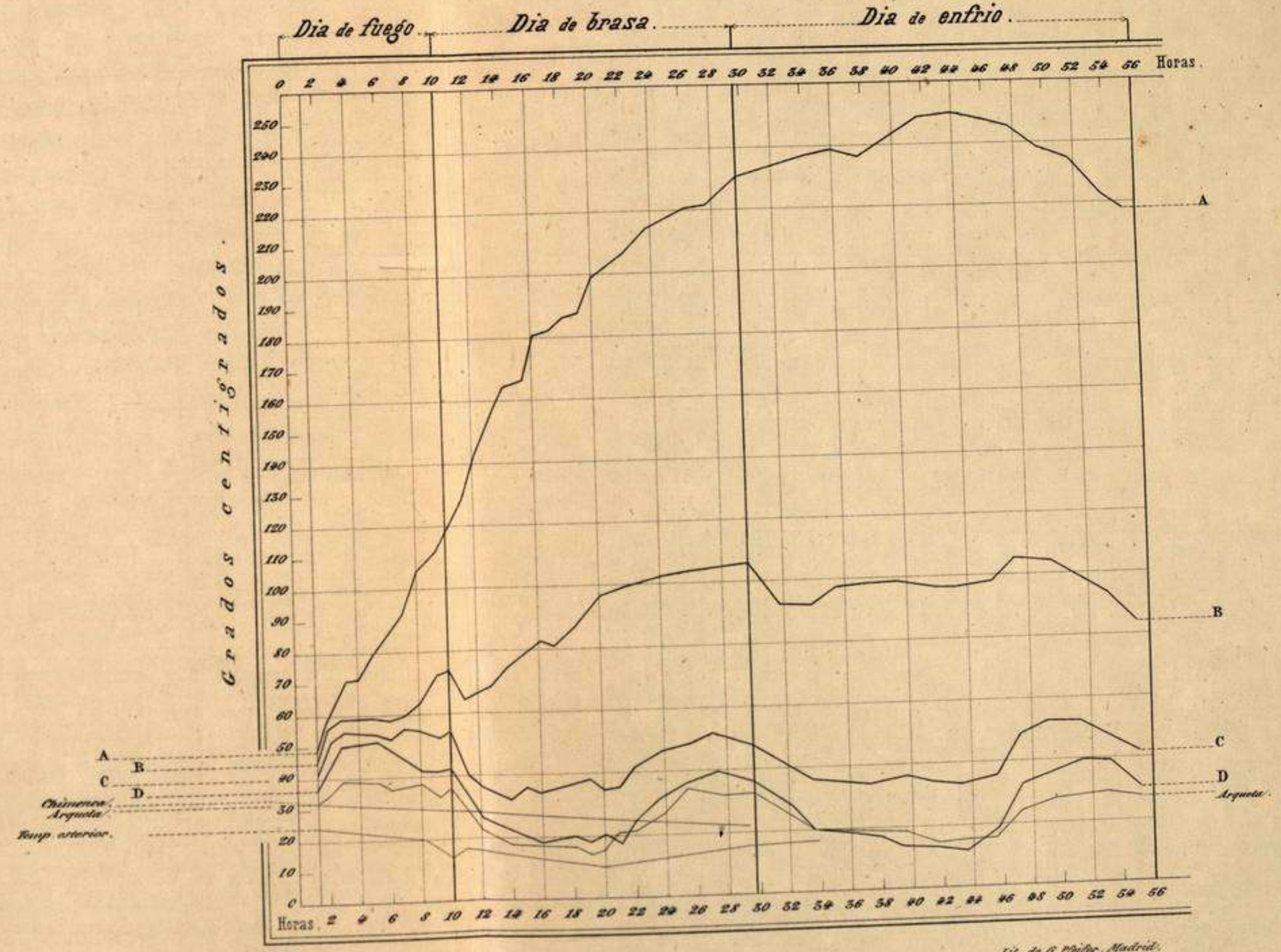
Para facilitar la inteligencia de la tabla y poder de un golpe de vista darse cuenta de la marcha de las temperaturas en los puntos de observacion señalados, se han trazado las curvas de estas temperaturas en la lámina 5.ª tomando las horas en que se han ejecutado las observaciones por abcisas y por ordenadas los grados centígrados, que en cada una de ellas marcaban los termómetros. La curva correspondiente al punto *A* sube constantemente hasta la máxima, y desciende con la misma regularidad. Esta curva da una idea clara de lo que pasa en el interior del vaso. El cero, en las horas, corresponde á las nueve y treinta minutos de la mañana del dia 18; el 10 á las siete y treinta minutos de la noche, y así sucesivamente. En los otros puntos de observacion, sobre todo en el período de fuego, las curvas son sinuosas y en los de brasa y de enfrio se advierten subidas y bajadas producidas por el descenso de temperatura durante las noches y por los golpes de viento que, renovando la capa de aire que rodea á los aludeles, perturban la regularidad del enfriamiento.

Del oficio de la solera.—La manera de utilizar en Almadén el calor producido por la combustion del monte bajo y de alcanzar la regularidad de temperatura que reina en el horno en los períodos de brasa y de fuego, es sumamente ingeniosa y digna de explicacion, siquiera sea por el desdén con que la han mirado los autores de memorias y folletos relativos á la metalurgia del azogue. En Almadén, por mas que la noticia sorprenda á los metalurgistas contemporáneos, está puesto en práctica, desde hace más de dos siglos, el método de calefaccion descrito en las obras modernas con el nombre de sus inventores, los hermanos F. y W. Siemens, y al que Mr. Gruner, en su reciente tratado de metalurgia, califica de sistema metódico de calefaccion en todo el rigor de la palabra. [1] En efecto, las llamas y demas productos de

[1] Traité de Metalurgie, par M. L. Gruner. Tomo 1, pág. 378. Paris, 1875.

Representacion gráfica de las temperaturas en cuatro puntos diferentes de una fila de Aludeles, en la arqueta de condensacion y en la chimenea del horno

SAN CARLOS.



Grabado por G. Pfeifer.

Lit. de G. Pfeifer, Madrid.

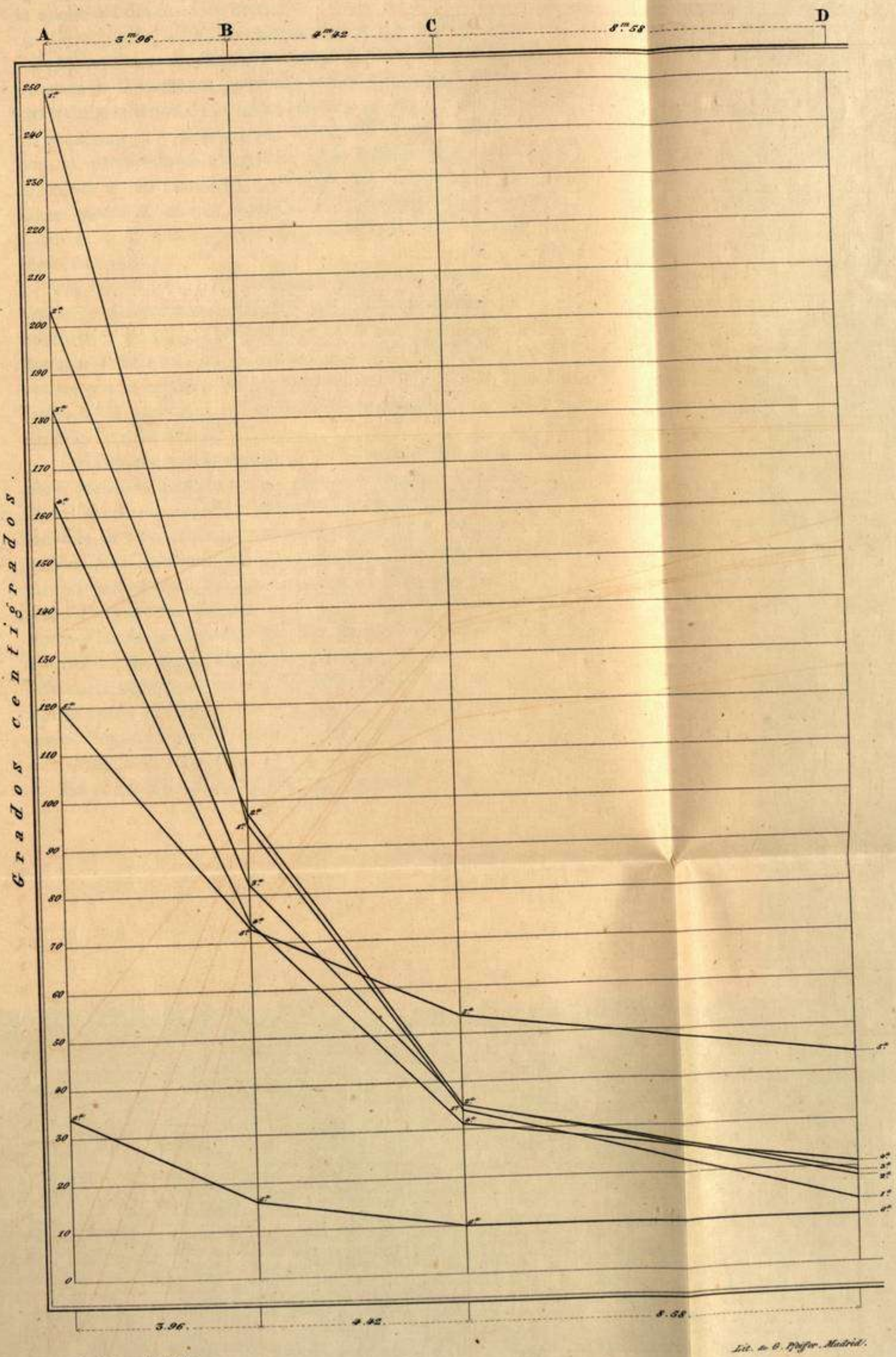
la combustion de los arbustos que se queman en Almadén enrojecen, en el período de fuego, los ladrillos de las paredes del hogar, los de la red y la cuarcita de la solera, abandonando la mayor parte de su calórico á estos materiales y penetrando en la zona de mineral á una temperatura relativamente baja, comparada con la que el combustible produce en el hogar. Cuando termina el período de fuego, el aire atmosférico, reemplazando á las llamas, entra en el horno por el boquete del atizadero, absorbe de los ladrillos del hogar, de los de la red y de la cuarcita, el calor que ellos habian tomado de las llamas, y sin perder nada de su oxígeno sube á la zona del mineral con 200 ó más grados de temperatura y oxida al azufre del cinabrio y de la pirita. Esta oxidacion ó combustion produce nuevo calórico, que se reparte entre los gases del vaso del horno, y por eso se observa con sorpresa, que al suspender el fuego, sube la temperatura en el primer aludel y continúa en progresion creciente durante treinta y cuatro ó treinta y seis horas, sin adicion de combustible en el hogar, hasta que adquiere la máxima y empieza á descender cuando la red y la solera han cedido al aire atmosférico la mayor parte del calórico que tomaron de las llamas en el período de fuego, y cuando ya no queda azufre, que, al quemarse, levante la temperatura del recinto. M.M. Siemens construyen dos cámaras, próximas una á otra, las llenan de ladrillos refractarios formando conductos y puentes por los que circulan las llamas procedentes de la combustion de gases ó de materias sólidas; cuando se enrojecen los ladrillos de la primera cámara, despojando de su calor á las llamas, se las hace pasar á la segunda. Por la primera circula entonces aire atmosférico, á la presion ordinaria ó empujado por un fuelle ó máquina soplante, que se apodera á su vez del calórico que absorbieron los ladrillos, y este aire caliente penetra por uno ó varios conductos en los hornos en que se ha de utilizar. De esta sucinta descripcion, se deduce que entre lo que se hace en Almadén desde 1646 y se hacia ya en Guancavelica en 1633, y la invencion de los hermanos

Siemens hay absoluta identidad, siendo digno de notar que la cuarcita, como material poroso é infusible, puede reemplazar á los ladrillos, y que el uso de materiales de arcilla refractaria, para absorber y almacenar el calor de las llamas, es muy antiguo en Almadén, pues en el siglo XVII solian ponerse *ollas* antiguas de los vaciaderos sobre la red, en vez de la cuarcita de cantera ó solera pobre.

De lo dicho puede inferirse, que si en vez de cargar la cuarcita sobre la red, se la colocara en cámaras separadas del vaso, en la misma forma en que se coloca en los hornos, y se calentaran estas cámaras con las llamas de monte bajo, hoy usado en Almadén, y una vez enrojecida la cuarcita, se suspendiera el fuego y se hiciera entrar aire en la cámara para que, absorbiendo el calor retenido por la cuarcita, pasara despues al horno á descomponer el mineral, se evitarian las irregularidades advertidas en el período de fuego y los inconvenientes, pérdidas y enfermedades que ocasionan los hollines, sin que el mayor consumo de combustible, tal vez inevitable, pudiera nunca compararse con las ventajas que produciria esta variacion, de la que no hablaré más por no aumentar el número, ya crecido, de proyectistas de reformas, deseando únicamente que algun dia se ensaye en Almadén.

Del enfriamiento.—Nada puede dar idea tan cabal del enfriamiento en el condensador de los hornos de aludeles, como la inspeccion de la lámina 6.ª, en que se representa el descenso de temperatura en una fila de caños, en períodos distintos de la operacion, por medio de curvas trazadas con los datos reunidos en la tabla que precede. Todas las curvas nacen en el punto *A* y pasando por *B*, *C* y *D* terminan en la arqueta. La 1.ª corresponde á la observacion de mayor temperatura (enfrio) á las cinco de la mañana del dia 20, ó á las cuarenta y cuatro horas de haber empezado el fuego. Desde 249 grados, con que llegaron los gases del horno al primer aludel *A*, bajaron á 13 grados en *D*, recorriendo una longitud de 16 metros, en los que perdieron 236 grados. En el aire ambiente el termómetro marcaba 10 grados. En las

Representacion gráfica del enfriamiento de una cañeria del horno Sn. CARLOS.



Grabado por O. Pfeifer.

Lit. de O. Pfeifer. Madrid.

arquetas, por el espesor de los muros, se conserva más el calor que en los aludeles y por eso en su interior señalaba el termómetro mayor temperatura que en *D*, repitiéndose la misma diferencia en todas las observaciones correspondientes á la noche del dia 20 ó de enfrio.

La 2.ª, 3.ª y 4.ª curvas pertenecen al dia de brasa y á las observaciones correspondientes á las seis horas treinta minutos de la mañana, dos horas treinta minutos y once horas treinta minutos de la noche del dia 19. La 2.ª empieza en *A* con 203°, y termina en *D* con 18° y en la arqueta con 19, perdiendo en el trayecto de la cañería 184°. La 3.ª marcó en *A* 182°, en *D* 19° y 18° en la arqueta y perdió 163°. La 4.ª desde *A*, en que señalaba el termómetro 163°, bajó hasta 21 en *D*, y á 19° en la arqueta, y la pérdida se representa por 142°.

Por fin, la 5.ª y la 6.ª marcan la última y la primera observacion del período de fuego á las siete horas treinta minutos de la tarde, y á las nueve horas treinta minutos de la mañana del dia 18. La 5.ª empezó con 120° en *A*; llegó á *D* con 44 y á la arqueta con 33, siendo el enfriamiento de 87°. En la 6.ª *A* marcaba 34°; en *D* y en la arqueta 10°, y la pérdida de calor fué de 24°.

Todo lo que puede esperarse de un enfriamiento al aire libre, haciendo abstraccion del período de fuego, se obtiene en los hornos de aludeles, porque segun la ley del equilibrio movible de temperatura, el enfriamiento teórico consiste en que los cuerpos, encerrados en un recinto, adquieran todos la misma temperatura, ó la del ambiente si están á la intemperie. Sacando las diferencias entre las temperaturas exteriores y las de la arqueta, resulta que en las 16 observaciones del dia de brasa, contenidas en la tabla precedente, la diferencia máxima es de 19°, la mínima 4°, y como término medio puede admitirse que á la arqueta, en el período de brasa, llegan los gases con 10° más de temperatura que la que reina en la atmósfera.

En el dia de enfrio la diferencia máxima es de 14°, la

mínima 4°, y la media 9° más elevada en la arqueta que en la atmósfera.

Para que el aire se renueve en el horno y no falte oxígeno para la combustion del azufre, es indispensable que haya movimiento en las columnas de gases que circulan por las cañerías, y este movimiento se consigue cuando los gases tienen menor densidad ó mayor temperatura que la atmósfera. La velocidad máxima la adquieren en el horno, disminuye al salir á la camareta, y poco á poco va perdiendo de intensidad en cada uno de los aludeles sufriendo la última disminucion en las arquetas. En la práctica, es casi imposible conseguir el mínimum de velocidad en las corrientes, porque es expuesto enfriar demasiado los gases y venir al equilibrio ó tal vez provocar un retroceso. Llegado este caso, es inevitable la pérdida de azogue por la chimenea del horno, que arranca de la bóveda del atizadero, y de aquí nace el peligro de la condensacion con agua, empleando el aire atmosférico como desulfurante, peligro que puede evitarse con una aspiracion artificial bien combinada. La ocasion me parece la más propicia para indicar, siquiera sea en extracto, las observaciones del célebre Proust acerca de los hornos de aludeles de Almadén.

"No se puede comparar mejor, "dice este sabio," el horno "de aludeles que con una retorta abierta por su base y á la "que la atmósfera sirve de fondo. Este fondo, elástico y mo- "vible, se baja hácia la boca del hogar y se levanta hácia la "parrilla, segun que el peso de la atmósfera es más ó ménos "considerable, ó segun es la presion que los vapores experi- "mentan en la parte superior del cilindro que les sirve para "contrabalancear este peso con más ó ménos fuerza. El es- "pacio en que se mueve este fondo se mide por la distancia "que hay entre el hogar y la parrilla, quiero decir, en el es- "pacio de dos varas. Sentado esto, es fácil de concebir lo "que sucederia si la columna de vapores metálicos llegase á "descender, por cualquiera causa que sea, debajo de la par- "rilla, bajándose hasta la boca del hogar; y por esta misma

"razon lo que debia suceder en el caso en que la boca de la "chimenea estuviese colocada, como ya se ha dicho, en lo "interior del horno" [1].

Es de advertir que Proust, examinando una Memoria de Jacobo Ferber sobre la destilacion de los minerales de azogue en Idria, notó que la abertura ó tragante de la chimenea del horno se representaba colocada en el interior del hogar, debajo de la parrilla. Supuso el célebre químico que el haber puesto la tragante en la clave de la bóveda del atizadero, como está en los hornos actuales, era un perfeccionamiento llevado á cabo en Almadén; pero yo creo que en esto anduvo errado. En 1750 se establecieron en Idria los hornos de aludeles usados en Almadén, y en esa fecha tenian la chimenea donde hoy la tienen, sin que nada justifique el supuesto de que, en época alguna, haya estado en la disposicion que refiere Proust. No he leido la Memoria de Jacobo Ferber [2]; pero en el tratado de Metalurgia de Gensanne [3], del que he tomado la figura 17, se ve claramente esta disposicion, repetida en la figura 782 de la lámina XXXVII del atlas de la obra de Karsten (Systeme der Metallurgie) anteriormente citada, y en la lámina V de la de Bruno Kerl [4]. No cabe, pues, error en suponer, como yo lo supongo, que los alemanes, creyendo perfeccionar el horno español, colocaran la chimenea debajo de la parrilla, ni tampoco es de extrañar que Proust creyera que en España se habia corregido el defecto, tan grave en su opinion, que declara terminantemente que el que imaginó hacer esta correccion en los hornos de Almadén se hizo digno de un premio.....; pero yo creo que hubiera sido más exacto decir, que el que ima-

(1) Anales del Real Laboratorio de Química de Segovia. T. I. Segovia, 1791-1795.

(2) La he visto citada en un manuscrito de principios de este siglo que posse D. Felipe Naranjo, Presidente de la Junta superior Consultiva de Minería, con el título siguiente: Descripcion de las minas de azogue de Idria, por Juan Jacobo Ferber.—Berlin, 1774.

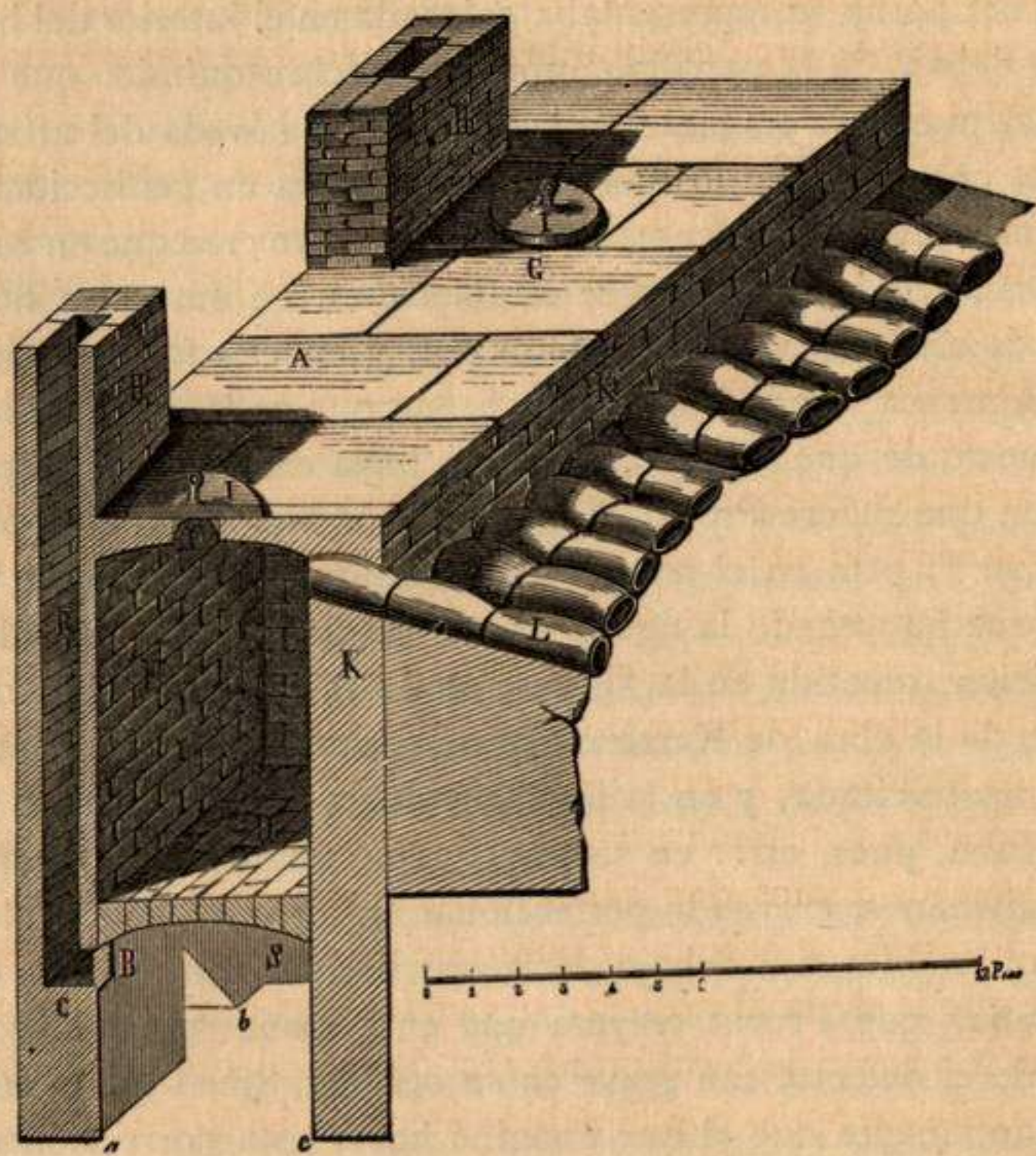
(3) La Fonte de mines.

(4) Handbuch der Metallurgische Hutten-Kunde. Freyberg, 1855.

ginó levantar el tragante hasta cerca de la parrilla, se hizo digno de censura, guardando, al emitir esta opinion, el respeto debido á la memoria del ilustre profesor.

"La pesadez de la atmósfera" añade Proust, "es un ele-

(Figura 17.)



mento de la constitucion del horno y sus funciones están siempre subordinadas á las variaciones del aire."

Yo no encuentro medio de tratar separadamente del condensador sin tratar del horno, ni de lo que en este pasa sin explicar el enfriamiento, porque no son dos operaciones independientes la descomposicion del mineral y la condensacion del azogue, ni tienen lugar en aparatos distintos: lo que hay es que en una parte del aparato reina una temperatura,

relativamente elevada, y una atmósfera oxidante, y en la otra una temperatura decreciente: en la primera se descompone por completo el mineral; en la segunda se condensa el azogue.

Los límites, en lo ideal, serian:

1.° Que los gases llegaran á la arqueta con la temperatura de la atmósfera; á menor grado de calor sería imposible, porque la ley del equilibrio movible de temperatura se opone á ello.

2.° Que esto no fuera un obstáculo para la renovacion del aire en el vaso, ni diera ocasion á pérdidas por retroceso ó lluvias en el hogar, como se dice en Almadén. Y áun consiguiendo estos límites de perfeccionamiento, que rayan en lo quimérico, todavía pudiera evidenciarse con láminas de oro ó de cobre la pérdida de azogue por las chimeneas de las arquetas, porque la tension de los vapores de mercurio, no sólo es evidente á las temperaturas de la atmósfera, sino que hace poco tiempo, se ha demostrado, con reactivos bien sensibles, que la emision de vapores se puede evidenciar tambien á temperaturas próximas á su punto de congelacion, ó á 40 grados bajo cero. De lo que concluyo, que juzgar de la bondad del sistema porque se desprendan vapores de azogue con los humos que salen por las chimeneas y pretender que los gases se enfrien al punto de marcar menor temperatura que la de la atmósfera, sirviéndose del aire á la presion ordinaria como de desulfurante, es, ó pretender un imposible, ó no haberse fijado con la debida atencion en lo que pasa en los hornos de aludeles. Las cargas, la marcha de las operaciones, la velocidad de las corrientes, y por consecuencia la temperatura y el tiempo empleado en destilar los minerales, están en armonía perfecta con la estructura y dimensiones del aparato. Así lo explicaba el Conde de Molina, en su relacion al Consejo; así lo dicen los prácticos, y así lo enseña Proust con la autoridad del saber y la experiencia.

Si se aumenta, por ejemplo, la cantidad de sulfuro de mercurio en la carga, será preciso aumentar tambien la can-

tidad de oxígeno, y esto, á no variar la seccion del vaso y las de las cañerías, sólo puede conseguirse aumentando la velocidad de los gases con el riesgo consiguiente de que arrastren porciones crecidas de azogue en vapor.

Por otra parte, cuando se aumenta la riqueza de la carga y el sulfuro de mercurio se encuentra en exceso con relacion al oxígeno del aire que puede entrar en el vaso, se forma una atmósfera de nitrógeno, en la que una porcion del cinabrio se sublima, como se advirtió en las últimas pruebas de enriquecimiento en las cargas que se hicieron en Almadén.

La diferencia entre el peso de la columna de aire que gravita al nivel de la boca del atizadero y el de la columna de gases en circulacion, cuya altura es el desnivel entre dicha boca y el remate ó boca de las chimeneas de las arquetas, es la que determina el movimiento de los gases y vapores. Esto es elemental, y lo es tambien, que si las dos columnas tuvieran la misma densidad, los gases permanecerian en equilibrio, siendo, ademas, de todos sabido, que cuanto mayor es la temperatura de los gases tanto menor es su densidad.

El nitrógeno del aire, el ácido sulfuroso y el vapor de azogue, reunidos en el vaso, han de buscar una salida y pueden escapar hácia abajo por los conductos formados en la solera, por los que el aire penetró en el horno, ó por los ventanillos de la camareta. Si las cañerías y la chimenea estuvieran llenas de gases á la presion de la atmósfera, no hay razon alguna para que subieran á los ventanillos, ni tampoco para que bajaran por los conductos de la solera; sucederia lo que pasa en un horno cargado antes de darle fuego, que todo está en reposo; pero siendo ménos densa la columna de gases de las cañerías y de la chimenea, cuando empieza el fuego, por hallarse á mayor temperatura que la de la atmósfera, el movimiento se decide hácia arriba con cierta velocidad. La inicial, en el vaso, depende de la temperatura de los gases y de la diferencia de nivel entre el ati-

zadero y la boca de la chimenea de la arqueta. Respecto á la primera, ya sabemos que no llega á 360os. La última es de 11 á 12 metros en Almadén. En la práctica, se admite que las velocidades de los gases en las chimeneas están, entre temperaturas iguales, en razon directa de las raíces cuadradas de sus alturas, lo que, con un ejemplo, quiere decir que una chimenea de 100 metros produce una velocidad doble de la que provocaria otra chimenea de 25 metros. Con la velocidad inicial á que salen los gases del horno, cuyo valor ni es conocido [1] ni necesario para llegar al fin que nos proponemos, penetran los gases por los ventanillos, y siendo la suma de sus secciones menor que la del vaso, sufren al pasar por ellos una contraccion, aumentando la velocidad y la temperatura de la corriente. Al salir á la camareta, cuya seccion es mayor que la del vaso, los gases se dilatan, disminuye la velocidad y la consecuencia es un descenso en la temperatura, ó un primer enfriamiento. Al dejar la camareta para entrar en las cañerías, sufren los gases nueva contraccion, porque la suma de las secciones de las bocas de los caños es menor que la seccion de la camareta; pero en los óvalos se dilatan, y por consiguiente se enfrian, siendo de advertir que las contracciones son casi instantáneas y las dilataciones duran todo el tiempo que los gases tardan en recorrer el aludel. Al enfriamiento por radiacion superficial ó exterior, provocado por la baja temperatura de la atmósfera y favorecido por la gran superficie y poco espesor de los aludeles, se agrega la disminucion contínua de velocidad ocasionada por la forma del aludel. El área exterior ó superficie de enfriamiento de un aludel, suponiéndole compuesto de una esfera y de un cilindro es igual á 0,^{m}32 y la de 576, que corresponden á un vaso, 184$^{m.c.}$.

Caños rectos y aludeles.—Con el fin de demostrar lo que

(1) Teóricamente la velocidad se obtiene por la fórmula $\sqrt{2gx\,(T'-T)\,h}$ en la que g es la gravedad; x el coeficiente de la dilatacion del aire; T la temperatura exterior; T' la temperatura de los gases en la chimenea, y h la altura de la última.

al enfriamiento de los gases contribuye la forma de los aludeles, se hicieron varios ensayos por la Comision de 1872, en los pares titulados San Antonio y Santo Domingo y San Miguel y San Benito, levantando una de las cañerías y reemplazándola con otra de caños rectos (V. Detalles en la lámina 4.ª), de forma cónica, que en Almadén se usan únicamente como trompetas y simultáneamente se tomaron temperaturas en la fila de los rectos y en la inmediata de aludeles, siempre en los cuatro puntos *A*, *B*, *C* y *D* de la figura 16; el primero á 0,^{m}56 del muro de la camareta, *B* á 3,^{m}78 de *A*; *C* á 3,^{m}36 de *B*, y *D* á 8^{m},23 de *C* y á 0,^{m}20 del muro de la arqueta. Se hicieron más de 160 observaciones en los períodos de brasa y de enfrio, sin contar los pertenecientes á los dias de fuego, que dieron resultados anómalos y confusos á causa de la irregularidod de las corrientes en este período. De todos estos resultados se han sacado los términos medios siguientes:

Temperatura en los caños rectos y en los aludeles.

Puntos de observacion.	Caños rectos.	Aludeles.	DIFERENCIAS.	
			Totales.	Por metro.
A	228	216	12	21
B	166	105	61	16
C	112	56	56	16
D	51	52	26	3

Es sumamente notable que en solos 0,^{m}56 de distancia del muro de la camareta, en el termómetro *A*, se advierta en el enfriamiento una diferencia de 12 grados; que á los cuatro primeros metros próximamente de cañería, en *B*, baje en los aludeles la temperatura á 105° y se encuentre todavía en 166° en el caño recto, resultando una diferencia de 61° á favor de los aludeles. Al llegar los gases á la quiebra, en el punto *C*, han corrido 8,^{m}17 desde el muro de la camareta y la temperatura en el caño recto se encuentra á 112°, el duplo exactamente de los 56° á que descendió en los alude-

les, y otro tanto se advierte al llegar á *D*, y siendo 16° la temperatura media de la atmósfera, en las horas elegidas para los experimentos, resulta que los gases llegaron por los aludeles á la arqueta con 9° más de calor que el que habia en la atmósfera y con 35° de exceso por los caños rectos. Como al penetrar los vapores en los caños rectos del plan de rabera llevaban todavía 112°, se encontró en ellos mucho azogue condensado, lo que no es comun en los aludeles. Esta observacion no es nueva, pues ya en 1823 D. José Larrañaga, experimentando á la vez caños rectos y aludeles, notó la presencia del azogue en los rectos inmediatos á las arquetas, á consecuencia de lo cual aumentó los óvalos á las dimensiones que hoy conservan. El proceso de los caños rectos está comprendido en la siguiente advertencia de Proust: "Siempre que en un condensador, tubos, cañerías ó camari-"nes, sea el que fuere, se halle una porcion de azogue en su "extremo, ó última estancia de los vapores, se puede asegu-"rar que es defectuoso." No cabe duda en que la superficie de enfriamiento de un aludel es mayor que la de un caño recto de la misma longitud; pero no puede atribuirse sólo á esa desigualdad la ventaja en el enfriamiento, porque la relacion entre dichas superficies es únicamente de 3 : 2 y de 9 : 1 entre las áreas del círculo máximo correspondiente al óvalo ó esfera del aludel, y la de la seccion media del caño recto, relacion que explica satisfactoriamente la rapidez del enfriamiento de los aludeles por la disminucion de velocidad que ocasiona el aumento en la seccion trasversal.

Del agujero en el óvalo de los aludeles.—No se adoptaron caños con agujero para el plan de cabecera hasta el año de 1834, áun cuando se propuso esta mejora por D. José Larrañaga en 1823. Por los agujeros sale el azogue tan luego como se condensa, sin darle tiempo á que se evapore dentro del cañon. Es indudable que el aire atmosférico entra por dichos agujeros, puesto que la presion de los gases es menor que la de la atmósfera, contribuyendo al enfriamiento y condensacion de los vapores. La Comision de 1872 hizo un

ensayo comparativo en el par de hornos San Cárlos y San Sebastian, empleando en una vuelta caños con agujeros, y en otra caños cerrados, como se llaman en Almadén á los que no le tienen. Con los últimos se perdieron en la vuelta ó cochura del par de hornos kilogramos 81,562[9] que representan 0,52 por 100 del azogue total, y en 60 vueltas que pueden darse al año, la pérdida por par ascenderia á kilogramos 4.893,760, que á cinco pesetas por kilogramo, representan un valor de 24.468 pesetas 80 céntimos. En 10 pares subiria la pérdida anual á 244.668 pesetas.

De la procedencia de los hollines.—Los que han escrito sobre la metalurgia del mercurio suponen, refiriéndose á Almadén, que provienen de la combustion imperfecta del carbono del monte bajo, es decir, que el carbon subdividido, envuelto entre las llamas, es arrastrado por la corriente y se deposita en forma de hollin en los aludeles y en las arquetas, como se deposita en las chimeneas ordinarias en que se quema la misma clase de combustible. Hay que advertir, que empleando cok mezclado con el mineral y solamente en la proporcion de 2 por 100, como lo usó Mr. Pellet en su horno, con exclusion de todo combustible de llama, se obtuvieron hollines abundantes en sus cámaras, y sin embargo en las chimeneas ordinarias en que se emplea exclusivamente cok no se depositan grandes cantidades de hollin.

Es innegable, tambien, que la materia bituminosa de que está impregnada la cuarcita de Almadén, que llega á 3 y 4 por 100 en algunas de las muestras analizadas, segun queda apuntado, y que es aún más abundante en el esquisto arcilloso que entra en las cargas, aunque en corta cantidad, debe contribuir á la formacion de estos hollines, pero todavía hay otra causa que coopera á su produccion y que hubiera yo pasado por alto, como los que me han precedido en estos estudios, á no haber tenido conocimiento de ciertos experimentos hechos en Alemania por el Doctor Stammer [1]

(1) Poggendorff. annal. T. XXXII, pág. 136.

repetidos en Inglaterra por Mr. Bell y ampliados y publicados por Mr. Gruner en el tomo XIX, segunda série del *Boletin de la Sociedad de Fomento* [1], y que sucintamente voy á referir.

El óxido de carbono tiene en la metalurgia aplicaciones numerosas por sus propiedades reductivas, y es el agente principal en el beneficio de los minerales de hierro é indispensable en la preparacion del hierro colado y del acero. Esto es perfectamente conocido de todos los químicos y metalurgistas, como es sabido tambien que á una temperatura elevada reduce los óxidos de hierro á hierro metálico, trasformándose en ácido carbónico, trasformacion que se representa por la siguiente ecuacion:

$Fe^2 o^3 + 3CO = 2Fe + 3CO^2$. Pero lo que se ignoraba, y no es fácil de explicar, es que á una temperatura baja, á 300 ó 400 grados centígrados, la reduccion del óxido del hierro es parcial, y que el óxido de carbono se descompone dejando un resíduo ó depósito considerable de carbon (hollines). Se ha averiguado, además, que si se hace pasar óxido de carbono, no ya sobre un óxido, sino sobre hierro metálico, y el hierro está completamente exento de óxido, y el óxido carbónico de ácido carbónico, en una palabra, que si no intervienen agentes oxidantes, no resulta descomposicion alguna á la temperatura de 300 ó 400 grados, pero que si al hierro se le agrega un poco de óxido ó se introduce algo de aire ó de ácido carbónico en el vaso ó tubo en que se hace el experimento, el hierro se ennegrece y se forma el depósito de carbon. Esta descomposicion misteriosa ha llamado la atencion de los químicos y de los metalurgistas, y se han propuesto explicaciones, que no son ni convincentes ni áun satisfactorias, pero que pueden pasar por más ó ménos ingeniosas. Mr. Bell, yerno del célebre ingeniero Mr. Pattinson, y propietario de un vasto establecimiento metalúrgico en Inglaterra, en el que ha podido plantear experimentos en gran-

(1) Bulletin de la Societé d'Encouragement. Juillet, 1872.

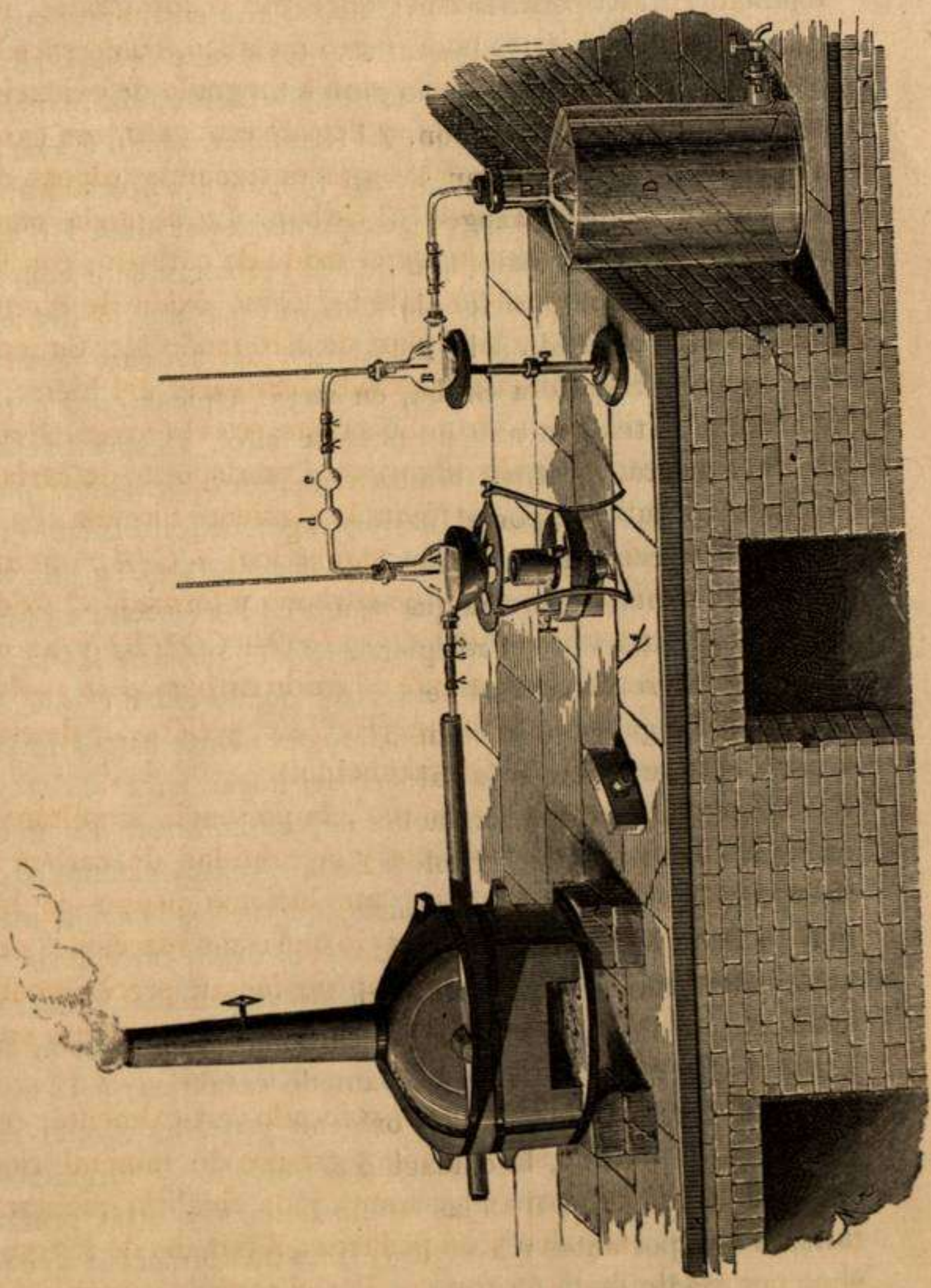
de escala, propone para explicar la primera reaccion entre el óxido de carbono y el mineral (óxido de hierro) la siguiente teoría. El óxido de carbono entre 300 ó 400 grados, reduce al óxido de hierro, no á hierro metálico, como sucederia á una temperatura elevada, sino á un grado de oxidacion inferior, por ejemplo á $Fe^x O$, y llegado este caso, ese óxido volveria á oxidarse á un grado superior tomando oxígeno del óxido de carbono y aislando al carbon. La segunda reaccion, entre el hierro metálico y el óxido de carbono, con intervencion de un agente oxidante, como óxido de hierro, aire ó ácido carbónico, la explica de este modo Mr. Gruner. Supone que primeramente se oxida una parte del hierro, y que luego el óxido formado, que supone sea el ferroso, FeO, es el que reduce al óxido de carbono con depósito de carbon (hollines) en la forma que enseña la siguiente fórmula.

$3FeO + CO = F^3O^4$ (óxido magnético) $+ C$ *(A)*; continuando la corriente del óxido de carbono y formado el óxido magnético resulta: $Fe^3o^4 + CO = 3FeO + CO^2$ *(B)* y ahora si no se interrumpe la corriente de óxido carbónico se vuelve á la ecuacion *(A)* pues se tiene $3FeO$..... y CO.....; de esta se pasa á la *(B)*, y así indefinidamente.

La temperatura de 300 á 400°, la presencia simultánea del óxido y del ácido carbónicos y la cantidad de carbon ú hollines de estos experimentos, me hicieron pensar en los hornos de Almadén, y sospechando que estas reacciones pudieran repetirse con minerales que no fueran precisamente de hierro, emprendí unos experimentos que brevemente voy á referir.

En el recipiente de vidrio *A* colocado verticalmente, como indica la fig. 18, se pusieron 5 gramos de mineral rico de Almadén, compuesto de cuarcita y de cinabrio quebrantado, es decir, en polvo y en pedazos del tamaño de los granos mayores de la arena comun. Por el costado comunicaba con un tubo de porcelana lleno de fragmentos de ladrillo refractario. En la parte superior llevaba un tapon de corcho por el que penetraban en su interior un termómetro y el tubo

de comunicacion, y, así armado, se le colocó en una cápsula de hierro con estaño fundido. En el recipiente *B*, se puso otro



(Figura 18.)

termómetro y un tubo de brazos, y lateralmente por medio de otro tubo se estableció la comunicacion con el frasco as-

pirador *D*. Al marcar el termómetro *A* 130°, el mineral se puso casi negro, y cuando señaló 240° se abrió la llave del aspirador. Al empezar la corriente, el aire enfrió un poco el recipiente *A*, pero á los pocos instantes el tubo de bolas se cubrió interiormente de mercurio puro y brillante, sin manchas ni el menor indicio de carbon. El termómetro bajó á 210°, y enfriando entonces con un lienzo mojado las bolas *c*, *d*, se condensó el vapor de azogue que circulaba por ellas. En este experimento no hay nada que no sea perfectamente conocido, pues la descomposicion del cinabrio por medio del aire caliente está aplicada á la metalurgia del azogue desde la invencion de Saavedra Barba, en 1633. Unicamente notaremos que la temperatura no pasó de 240°. Despues repetí el experimento y obtuve tambien mercurio brillante; pero sacando del tubo de porcelana los fragmentos de ladrillo refractario, y reemplazándolos con unos pedazos de carbon vegetal, del comun de encina que se usa en las cocinas de Madrid, inmediatamente el recipiente *A* y el tubo de las bolas se ennegrecieron completamente, de donde deduje que en Almadén los gases de la combustion del monte bajo y de las ascuas, que se dejan en la caldera del hogar para el dia de brasa, contribuian á la formacion de los hollines. Yo creo, en vista de la necesidad absoluta de un agente oxidante para la separacion del carbon (hollines), que la explicacion más sencilla sería suponer que el ácido y el óxido carbónicos, á una temperatura baja, en presencia de sustancias porosas é infusibles, se trasforman en ácido carbónico y en carbon en virtud de la fuerza á que se ha llamado catalítica, á la que se atribuye la combinacion del oxígeno y del hidrógeno en la esponja de platino, la oxidacion del alcohol y formacion del ácido acético en parecidas circunstancias y otras tantas curiosas é importantes reacciones. Esta trasformacion se explica por medio de la fórmula, conocida,

$$CO^2 + 2\,CO = 2\,CO^2 + C.$$

De aquí se deduce, que los que han pretendido presentar como novedad la desulfuracion del cinabrio por medio de

gases preparados en generadores separados del horno, no han logrado más que complicar el aparato sin haber adelantado un solo paso, porque esos gases, al quemarse, producirán ácido y óxido carbónicos, que entre 300 y 400°, y segun el experimento referido á 210°, darán hollines, procedan de combustibles vegetales ó minerales, de llama ó sin ella, prepárense en un hogar ó en un generador, que todo viene á ser lo mismo. En Almadén, en los períodos de brasa y de enfrio, entra aire puro por el atizadero con suma regularidad y se calienta en la red y en la solera, sin perder nada de su oxígeno; lo que hay que corregir es la irregularidad ó perturbacion que introducen las llamas en el régimen de la destilacion, y el mejor remedio parece ser el de enrojecer aparte la solera y servirse de ella para calentar el aire destinado á descomponer el mineral en la forma ya explicada, con lo cual, además, se evitaria en gran parte la formacion de los hollines. No puedo asegurar que el hollin contribuya á la condensacion del azogue en los caños; pero aunque así fuera, siempre sería ventajoso no enviar por el horno y cañerías los productos de la combustion, aunque hubiera necesidad de enhollinar los aludeles. La irregularidad en el período de fuego es el único defecto que encuentro en los hornos que se llaman en Almadén de Bustamante: manejados con inteligencia y atencion y suprimidos los hollines pueden dar excelentes resultados.

De la pérdida de azogue en los hornos de aludeles.—Ninguna cuestion de las relativas al beneficio del azogue en Almadén ha sido tan debatida como la de las pérdidas en la destilacion. Hay quien la hace subir á 50 y más por 100: otros creen que esta cifra es exagerada y que no pasa de 30 por 100, y respetando ésta y las demas opiniones que sobre el particular han circulado, empezaré por declarar que no me propongo hablar de las pérdidas mayores ó menores que pueda haber en Almadén, sino de la pérdida de azogue en los hornos de aludeles en operaciones conducidas con el posible esmero, despues de haber pesado y ensayado con exactitud los

minerales sometidos á la prueba. No han de entrar en mi cálculo los descuidos, ni la negligencia de los empleados y obreros, ni la mala disposicion de los pavimentos en que se parte el mineral, ni las demas causas que pudiera haber para pérdidas tan inmensas como las que se lamentan. Me basta con averiguar si el sistema de beneficio en hornos de aludeles, tal cual se ejecuta en Almadén, cuando se vigilan las operaciones, ocasiona ó no pérdidas de consideracion. Todo lo demas, con voluntad firme y alguna inteligencia puede fácilmente remediarse, como lo remediará la actividad y el talento del actual Director de las minas de Almadén.

La Comision de 1872 no omitió precaucion alguna de las que pudieran conducirla á la averiguacion exacta de la pérdida en el beneficio, para lo cual no tuvo obstáculos con que luchar, porque, además de hallarse revestida de atribuciones casi ilimitadas, contaba con el auxilio inteligente de todos los ingenieros que estaban en Almadén y con los consejos del representante de la casa de los Sres. Rotschild, conocedor de aquel Establecimiento cual otro alguno, por haber desempeñado durante muchos años puestos elevados en la administracion de las minas.

Se hicieron dos vueltas en el par de hornos San Cárlos y San Sebastian, es decir, que se cargaron cuatro hornos, dos en la primera vuelta y dos en la segunda.

En las cuatro cargas se pusieron las cantidades siguientes de mineral á la ley media de 9,55 por 100 de azogue:

Clases de mineral.	Números de órden.	Cantidad de mineral.	Azogue por 100 ó ley de los minerales.	Azogue contenido en el mineral. — Kilogramos.	
Metal.....	1.°	3.400	23,80	811,240	1.671,940
	2.°	3.800	22,65	860,700	
Requiebro.	3.°	4.800	15,20	729,600	939,600
	4.°	2.000	10,50	210,000	
China. ...	5.°	1.440	3,84	55,300	86,690
	6.°	1.760	1,17	20,590	
	7.°	10.800	0,10	10,800	
Vaciscos...	8.°	8.468	9,24	782,440	782,440
	Totales...	36.428		3.480,670	
Cantidad de azogue obtenida.....				3.337,000	
Pérdida.....				153,670	

La pérdida con relacion al azogue que contenian los minerales se eleva á 4,41 por 100, cantidad que no sólo no me parece exagerada, sino que la creo inevitable en el beneficio de un metal tan volátil como el azogue. Es indudable que, por lo general, ni los hornos se cargan con el cuidado y esmero empleados en estos ensayos, ni se les da el fuego con la atencion que pusieron los oficiales encargados de las operaciones. En una ocasion observé en el último aludel ó punto *D*, de otro horno en marcha ordinaria, que el termómetro señalaba, en el período de fuego, 72°, de lo que puede inferirse, ó que el horno estuvo muy mal cargado, ó que el cochurero conducia el fuego atropelladamente. Puede tambien inferirse de esa temperatura la pérdida de azogue que habria en aquella operacion. En los levantes he presenciado diferencias tan notables en los productos, que en algunos pares se ha recogido á mi presencia el duplo y áun más de azogue que en otros pares inmediatos. Los encargados de las operaciones explican estas diferencias atribuyéndolas á la mayor ó menor riqueza de las cargas, sobre lo cual es imposible argüirles, porque en Almadén no se ensayan los minerales. Como salen de la mina van á las plazas inmedia-

tas á los hornos: allí se parten, y se clasifican, y se cargan inmediatamente sin pesarlos; se contentan con medirlos en un cajon. ¡Así se trata un metal de considerable valor, que se infiltra por el suelo y se volatiliza con tanta facilidad!

No diré una palabra más sobre estos hechos que desearia no verme precisado á denunciar, porque espero que no esté lejano el dia en que se establezca un taller de clasificacion, de donde vayan los minerales á los hornos pesados y ensayados, como se hace hoy hasta en las fábricas más miserables, en las que el valor de los metales obtenidos en un año no iguala al del azogue que diariamente se carga en los hornos de Almadén. No son economías de combustible, ni de jornales, ni de materiales, ni hombres prácticos que sepan del beneficio lo que hay que buscar para Almadén. Lo que importa allí es reducir al mínimo posible las pérdidas de un metal de tanto valor como el azogue, y tomar por medio de ensayo y de una contabilidad metódica y vigilante, las precauciones convenientes para evitar esas diferencias en la produccion y esos descuidos en la marcha de los hornos.

A 4,41 por 100, la pérdida anual se eleva á un millon de reales en números redondos, porque el producto de azogue se valúa hoy en 33.000 frascos que representan más de un millon de kilogramos, y suponen una explotacion de 16.000 toneladas de mineral de á 7 por 100 de azogue.

Tambien en las minas de Almadenejos se usaron, cuando estaban en explotacion, los hornos de aludeles. Se adoptaron en Idria en 1750 y se abandonaron á fines del último siglo, reemplazándolos con los hornos de cámaras, que inmediatamente voy á describir. Se ensayaron, segun tengo entendido, con éxito dudoso, en las minas de Miéres, en las que hoy se usan sólo los de cámaras, y en la provincia de Granada se ha establecido últimamente un horno de aludeles para beneficiar los minerales de cinabrio descubiertos hace pocos años en las inmediaciones de Cástaras.

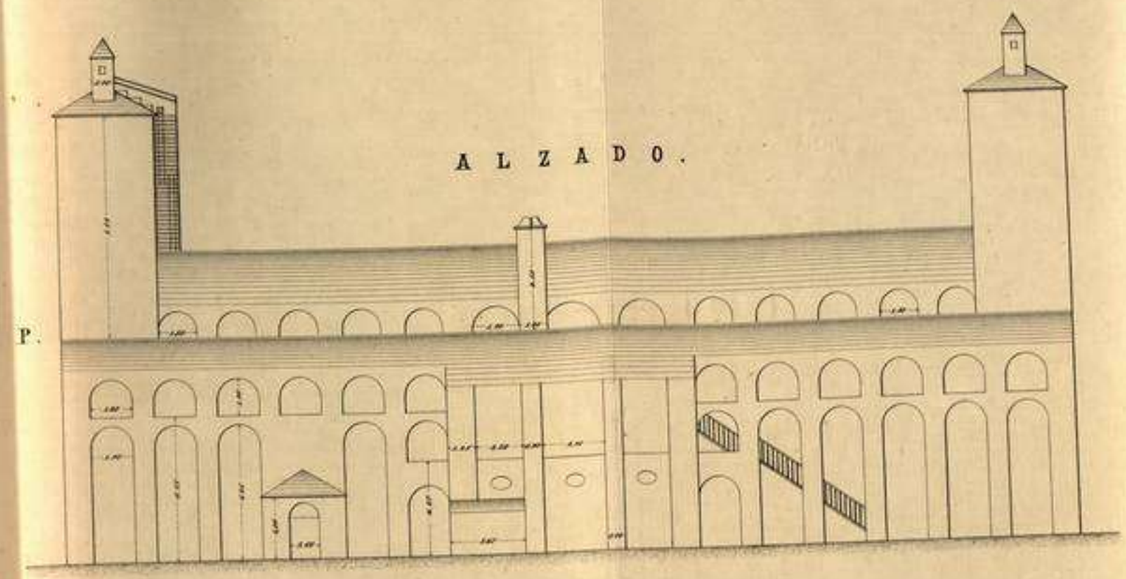
DE YDR

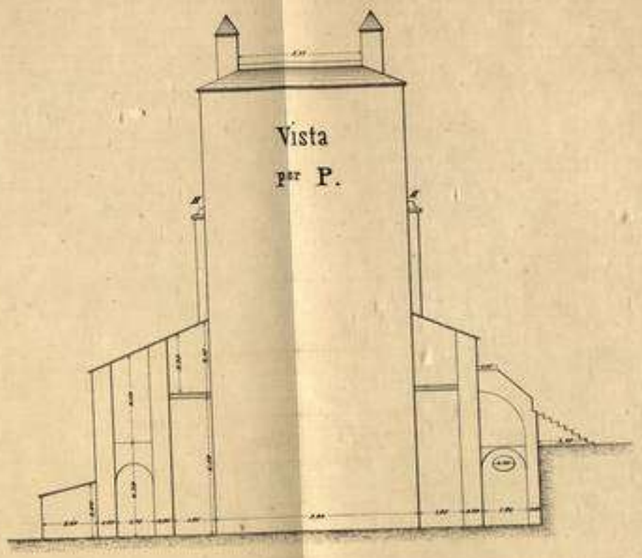
Año de 1872.

HORNOS DE YDRIA EN EL CERCO DE BUITRONES DE ALMADEN.

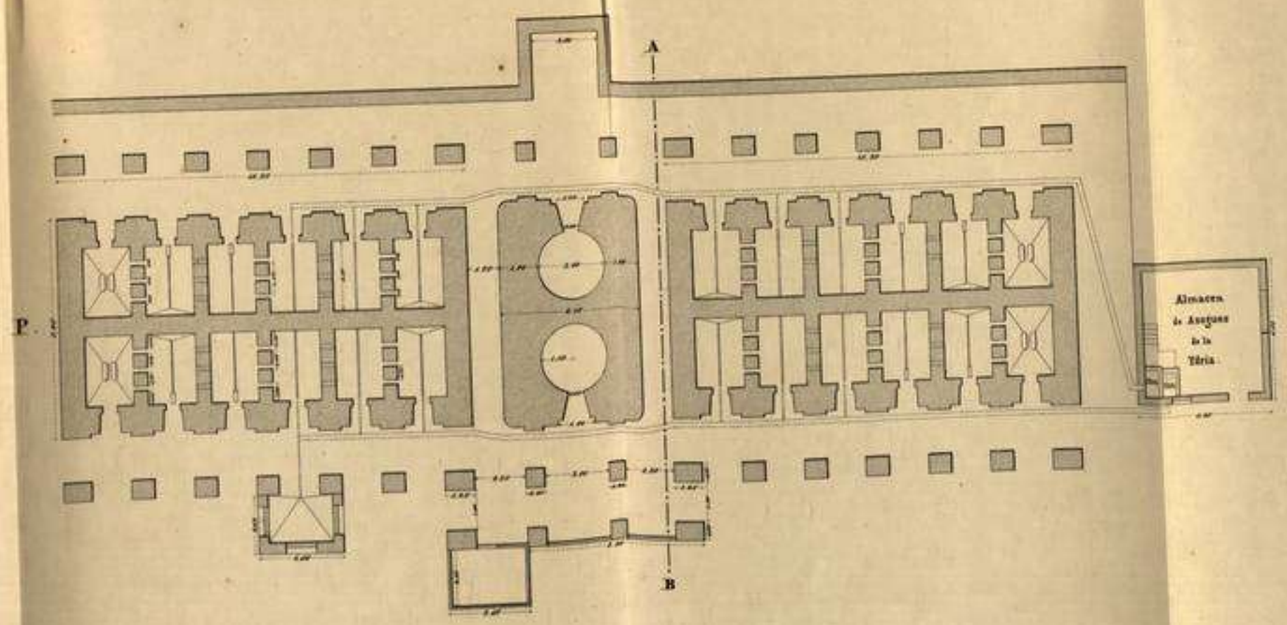
Escala de 1/200.

ALZADO.

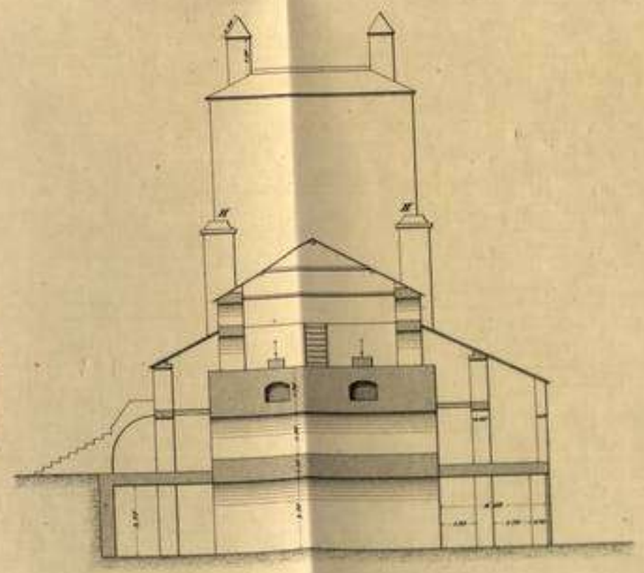




PLANTA.



Seccion vertical por A.B.



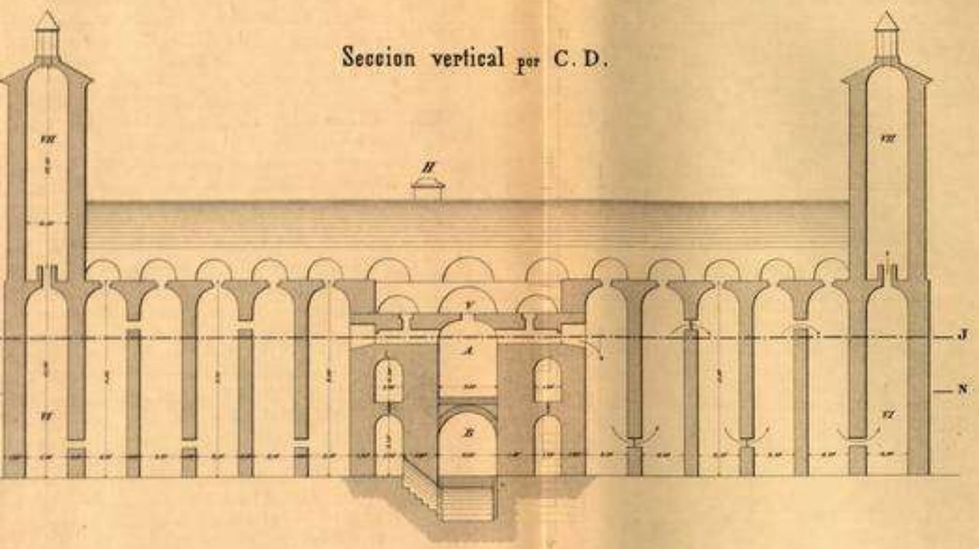
Año de 1872.

HORNOS DE YDRIA EN EL CERCO DE BUITRONES DE ALMADEN.

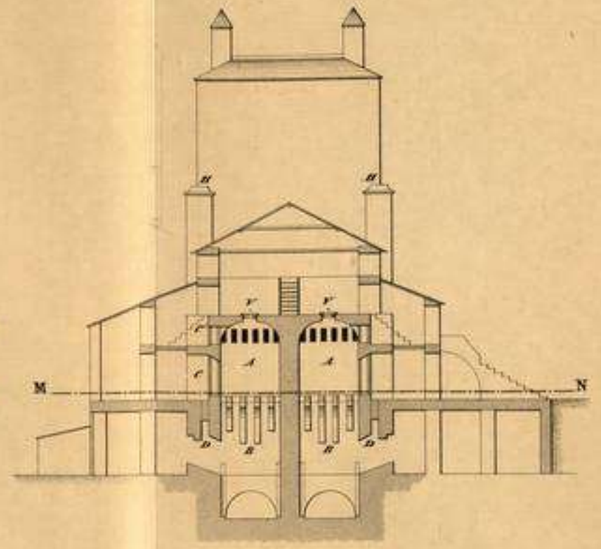
Lam. 7.ª

Escala de 2/5.

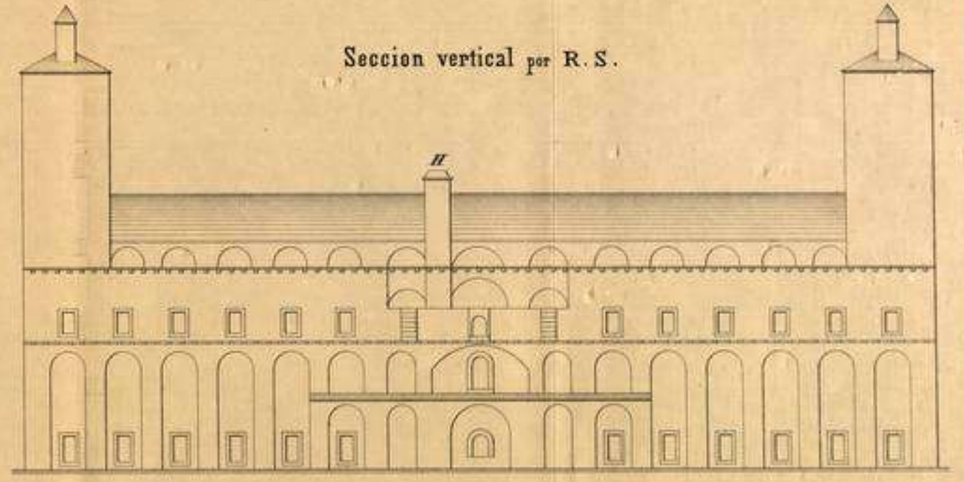
Seccion vertical por C. D.



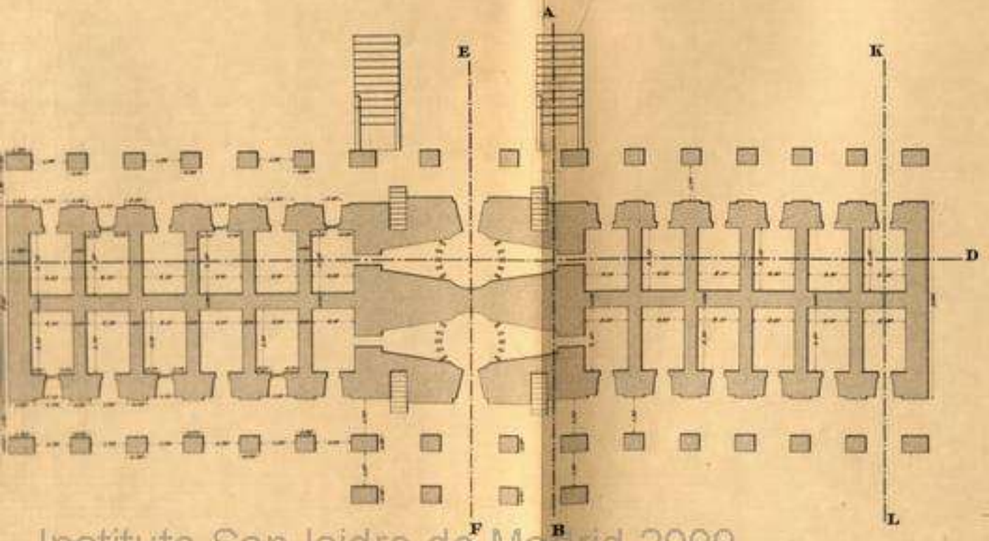
Seccion vertical por E. F.



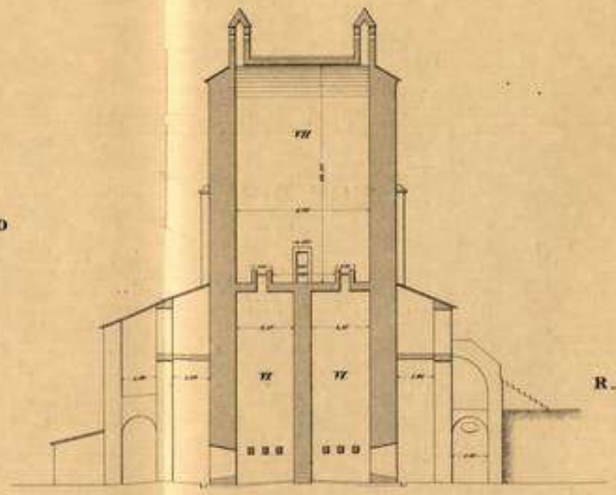
Seccion vertical por R. S.



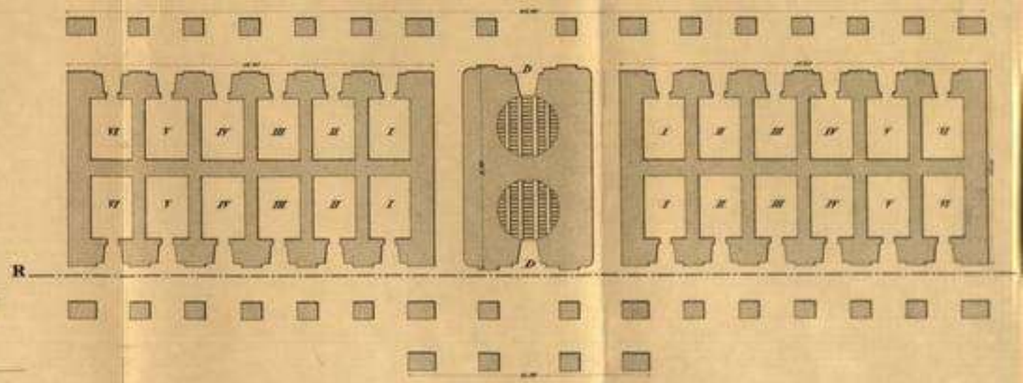
Seccion horizontal por H. J.



Seccion vertical por L. K.

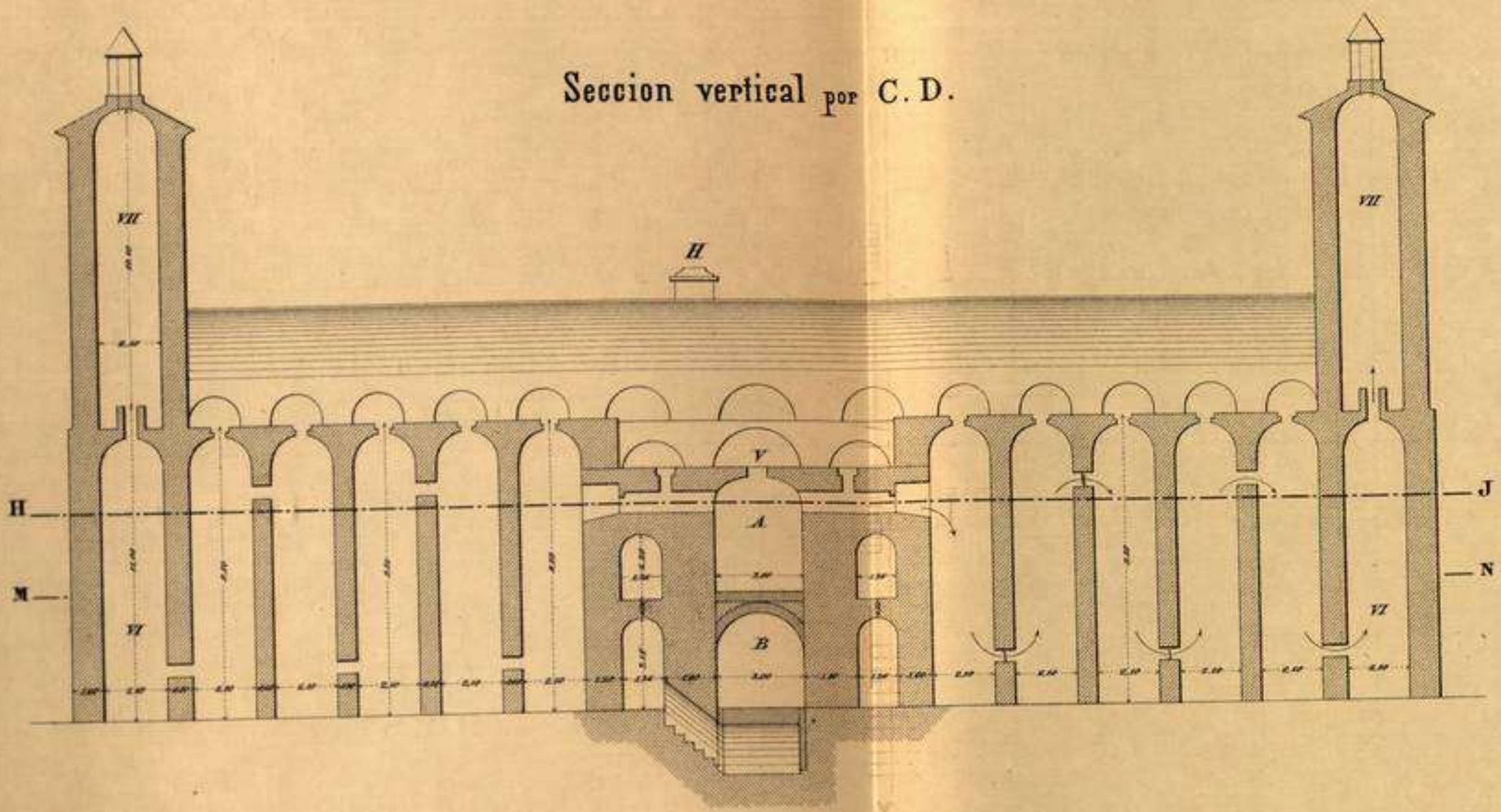


Seccion horizontal por M. N.

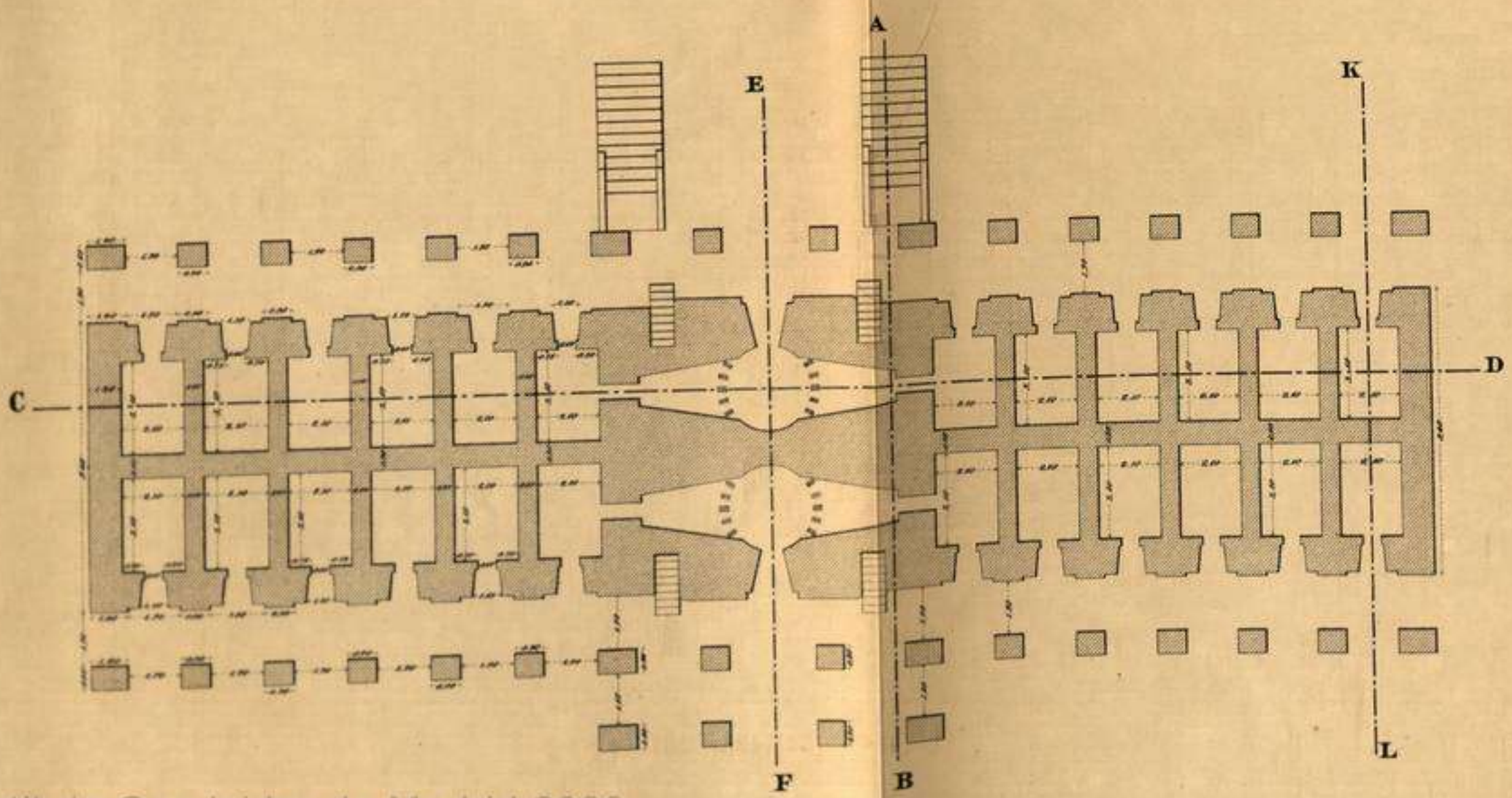


HORNOS DE YE

Seccion vertical por C. D.



Seccion horizontal por H. J.



DEL BENEFICIO DEL CINABRIO EN HORNOS DE CÁMARAS.

En el año de 1750, como llevo dicho, se construyeron en las minas de cinabrio de Idria, pertenecientes al emperador de Austria, hornos de aludeles, con algunas modificaciones, cuya adopcion no parece muy bien justificada. Consistian principalmente en la colocacion del tragante de la chimenea del cocedero cerca de la parrilla ó red, disposicion censurada por Proust, como ya se ha visto; en hacer bajar á los gases y vapores, al salir de los últimos caños, á un pozo de cuatro á cinco metros de profundidad, abierto en el suelo de la arqueta, dividido en dos compartimentos por un muro vertical [1], y en la supresion de las camaretas de cabecera. El descenso de los vapores al pozo de la arqueta, parece excusado dando á los planes la longitud conveniente, la que tienen por ejemplo en Almadén; y la supresion de la camareta, en que los gases se enfrian considerablemente por expansion, con lo cual se evitan las roturas de los caños primeros, no puede calificarse en manera alguna de perfeccionamiento. Pareció ademas en Alemania, al decir de los autores de esta nacion, difícil, complicada y expuesta á pérdidas de azogue, la continua faena de los retapes de caños, y corta á la vez la cantidad de mineral que se beneficiaba en cada operacion; y para corregir estos inconvenientes idearon, á fines del último siglo, los hornos de cámaras con vasos y hogares de grandes dimensiones. Despues, en el año de 1806, se copiaron en Almadén, construyendo el par titulado San Cárlos y San Luis, que se ha representado en las láminas 7 y 7 bis, y que sucintamente paso á describir.

El vaso *A* y el hogar *B* son cilíndricos, como los de los hornos de aludeles, aunque de mayor capacidad. La red se compone de cuatro arcos de fábrica de ladrillo, enlazados

(1) Tambien en el horno dibujado por Anderman en 1718, la arqueta está dividida en dos compartimentos por un tabique vertical, pero sin el pozo de los alemanes.

con grandes baldosas, colocadas á distancias convenientes para formar la parrilla. Tampoco hay diferencia en el anillo superior ni en la válvula con que se cubre durante la cochura. Tiene cada vaso dos puertas de cargadero *C* y *C'*, una encima de la otra, situadas no á un costado, como la única que hay en el horno de aludeles, sino precisamente sobre la bóveda del atizadero *D*, que á su vez difiere poco del descrito en los hornos antiguos. El mineral y la solera se colocan tambien sobre la red, y los gases y vapores salen por doce ventanillos radicales, figurados á derecha é izquierda de los vasos, y pasan por los respectivos conductos á las cámaras de condensacion. Cada vaso tiene doce de estas cámaras, seis á un lado y seis á otro, en línea, y las últimas, es decir, las sextas comunican con otras superiores que son las sétimas (V. secciones verticales por *C D* y *L K*); de modo que hay, á la derecha de cada vaso, una cámara primera, una segunda, etc., hasta la sexta, y otras tantas á la izquierda, y por consiguiente, en el macizo que comprende dos vasos, hay dos cámaras primeras á la derecha y dos á la izquierda, y otras tantas de las demas clases, y sólo una cámara sétima ó torre á la derecha y otra á la izquierda, encima de las sextas de cada lado (V. secciones por *M N* y *L K*). De las sétimas salen los vapores á las cuatro chimeneas de las torres, de las que corresponden dos á cada vaso. Se comunican entre sí las cámaras por tres aberturas situadas al mismo nivel en cada tabique divisorio (V. planta); pero en unos este nivel está próximo al suelo y en otros cerca de la bóveda, alternando (V. seccion vertical por *C D*) con el fin de que los vapores antes de salir de una cámara para entrar en la inmediata recorran la mayor parte de su altura en la forma que indican las flechas, y se enfrien dando lugar á que el azogue se condense. Las chimenas *H* de los hogares no están sobre la bóveda del atizadero, como en los de aludeles, sino al costado izquierdo, en la fábrica ó mampostería del horno.

La descarga, la carga y la cochura, se ejecutan de idéntica manera que en los hornos antiguos, aunque es costum-

bre cargar la víspera del dia en que se da fuego. Empieza este dia á las siete de la mañana y dura doce horas, en las cuales se consumen por vaso cien cargas de monte bajo de á cinco haces y cada haz de arroba y media de peso (unos 17 kilogramos): en total, 8.500 kilos para la cochura de un vaso. En los ensayos que hizo la Comision de 1872 se cargaron por vaso:

Solera chinateado y cabezas. . . .	5.500	kilogramos	19	por 100
China.	8.760	»	30	»
Requiebro.	4.260	»	15	»
Metal.	4.510	»	16	»
Vaciscos..	5.760	»	20	»
Total.	23.290	»	100	»

El dia siguiente al del fuego se llama de brasa, y en él la tarea de los operarios se reduce á dar 15 ó 16 garabateos á las ascuas ó brasas que han quedado en la caldera del horno. El tercero se llama de cenizas, sin duda porque en este dia sacan las que hay en el horno y, una vez frias, las criban para llevarlas al almacén. El cuarto dia es el de enfrio. Por la mañana deshacen los tabiques de los cargaderos *C*, y por la tarde, despues de bajar los corta-fuegos ó *paletones*, como allí se dice, colocados en los conductos que hay entre los vasos y las primeras cámaras, abren las válvulas y derriban los tabiques de los cargaderos *C'*. El quinto dia se llama de descarga. Empiezan por sacar del horno las escorias y luego abren las puertas de madera *r*... *r*... *r*... de las cámaras, excepto las que corresponden á las terceras, que no se abren hasta el sexto dia, mientras se está cargando el horno. En este dia, tambien, baten parte de las cabezas ú hollines de todas las cámaras, dejando el resto para la limpia general, que no tiene lugar más que una vez al año.

En los dias de brasa y ceniza, el azogue que sale de las cámaras corre por las cañerías especiales de cada horno

(V. planta) al depósito correspondiente del almacen general, como ya se ha explicado. En la lámina 7 se figura con el título de "Almacen de azogue de la Idria" (V. planta) otro depósito de azogue anejo á estos hornos, que tenia uso cuando se formaban atados y no existian las cañerías representadas en la lámina 1.ª, que ponen en comunicacion á los hornos con el almacen general.

La limpia de los hollines de las cámaras con escobas y rastros es aún más peligrosa que la de los aludeles; pero si se hiciera con agua, por medio de bombas de mano, parecidas á las que se usan en los jardines, se aprovecharía más el azogue y se evitarian los riesgos á que están hoy expuestos los muchachos destinados á esta operacion. En 1872 se hizo un ensayo de este sencillísimo y usual procedimiento con excelentes resultados.

Aunque las acotaciones marcadas en los dibujos de las láminas 7 y 7 bis, bastan para formar idea de la magnitud de estos hornos, la extraordinaria solidez y proporciones monumentales con que están construidos me parecen dignas de una minuciosa exposicion.

Dimensiones de los hornos de cámaras.

	m
Diámetro del vaso *A*.	3,00
Altura id. desde la red al anillo.	3,76
Diámetro del hogar *B*.	3,00
Altura id. desde la caldera á la red..	3,900
Espesor de la red.	0,90
Idem del anillo *V*.	0,41
Diámetro del anillo *V*.	0,65
Altura del boquete del atizadero *D*, en la parte exterior. . .	1,58
Ancho..	1,28
Idem del escalon..	0,72
Altura del boquete del atizadero (interior).	1,56
Ancho..	0,64
Altura de la chimenea del hogar.	13,00
Seccion inferior dividida en dos ramales	1,19× 1,38
Idem superior.	0,87× 0,60

	m
Altura del boquete *C*, del cargadero en la parte exterior. . .	2,39
Idem, id., id., interior..	1,89
Longitud del cañon del cargadero.	1,58
Ancho del boquete *C*, en la parte exterior.	1,12
Idem, id., id., id., interior..	0,55
Altura del cargadero *C'*.	0,96
Ancho en la parte exterior.	1,12
Idem interior..	0,71
Altura, en el vaso, desde la red á los ventanillos..	2,84
Idem de los ventanillos...	0,34
Ancho.	0,35
Altura de los conductos que del vaso van á las cámaras, en el arranque del vaso..	0,90
Al llegar á la primera cámara.	0,88
Ancho del mismo conducto ó tragante en el arranque del vaso	2,22
Al llegar á la cámara primera.	0,92
Altura de las cámaras (1.ª á 6.ª).	9,50
Longitud..	3,01
Ancho..	2,10
Altura de las sétimas cámaras.	10,10
Longitud..	2,10
Ancho..	6,60
Línea de fachada del par de hornos.	46,00
Fachada de costado.	9,40
Espesor de las paredes..	1,20
Altura de las torres en que están contenidas las cámaras sextas y sétimas.	21
Idem id. con las chimeneas.	23
Desnivel entre el boquete del atizadero y las chimeneas de las cámaras sétimas..	21 (1)

(1) En los hornos de aludeles este desnivel no pasa de 12 metros. Don José de Madariaga, representante hoy en Almadén de la casa de los señores Rotschild, y en otro tiempo empleado en la administracion del establecimiento, me hizo notar que las torres de estos hornos no debieron tener en su orígen tanta altura como la que miden en la actualidad; y en efecto, mirándolas con atencion, se advierte que la parte superior, en una longitud de cinco á seis metros, es de construccion más reciente que el resto de la obra. Los gases, sin duda, se detendrian por la grande expansion que experimentaban en las cámaras, y fué preciso aumentar su velocidad elevando las torres á mayor altura.

DE LA TEMPERATURA Y DEL ENFRIAMIENTO DE LOS GASES Y VAPORES EN LAS CÁMARAS DE LOS HORNOS DE IDRIA.

En la lámina 8 se han representado gráficamente las temperaturas de las cámaras en todos los períodos de la destilacion, tomando, como se hizo para los aludeles, las horas de observacion por abscisas y por ordenadas los grados del termómetro.

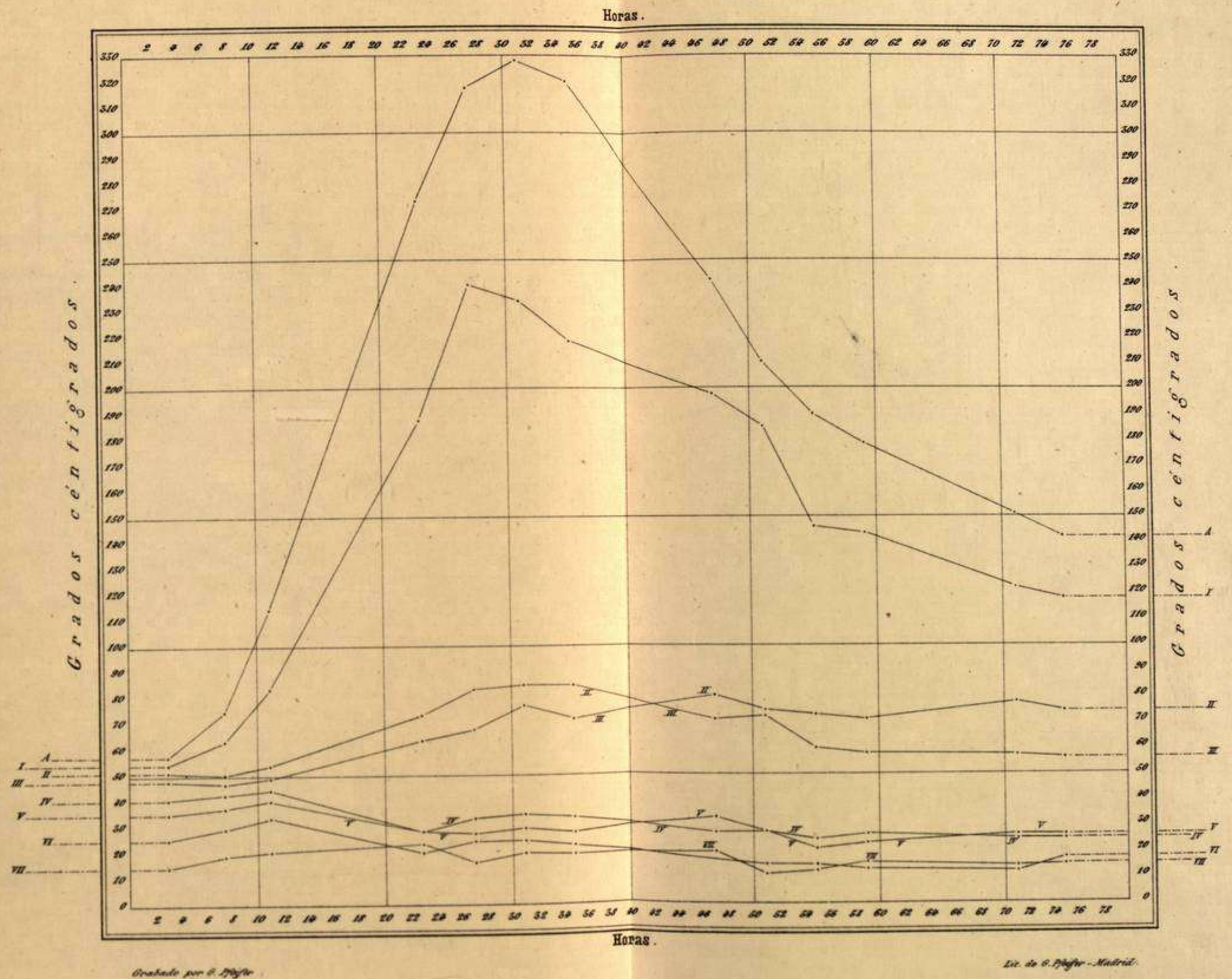
Para el trazado de estas curvas se han tenido á la vista tablas de temperaturas, tomadas de hora en hora, en el paleton y en todas las cámaras, durante dos cochuras completas, en los hornos de Idria San Luis y San Cárlos, tablas que despues de las explicaciones dadas al tratar de la temperatura en los hornos de aludeles, me ha parecido innecesario insertar en el texto. Además, en la lámina 8 se encuentran reunidos todos los datos de interés para el estudio de la marcha de la operacion, y con ellos podrian formarse fácilmente las tablas si fueran de alguna utilidad.

A representa el punto correspondiente al corta-fuegos ó paleton del conducto del vaso á la primera cámara.

I..., *II...*, *VII...*, las siete cámaras ya nombradas y descritas.

La temperatura máxima y la que se observó al terminar la operacion en los puntos mencionados del condensador, se han representado en el cuadro adjunto, en el que las horas se cuentan á partir de las siete de la mañana del dia de fuego: es decir, que 0 horas equivale á las 7 de la mañana, y 10 horas á las 5 de la tarde del mismo dia, y así sucesivamente.

Representacion gráfica de las temperaturas en siete cámaras de condensacion del horno del modélo de YDRIA, TITULADO SAN CARLOS.



Grabado por G. Pfäffer.

Lit. de G. Pfäffer - Madrid.

PUNTOS DE OBSERVACION.	TEMPERATURAS.			
	MÁXIMA.		AL TERMINAR LA OPERACION.	
	Grados.	Horas.	Grados.	Horas.
A	328	31	140	75
I	240	27	118	»
II	84	27	73	»
III	76	47	56	»
IV	36	11	25	»
V	28	11	24	»
VI	23	11	16	»
VII	19	23	13	»

En cualquiera de las horas de la operacion las temperaturas van disminuyendo del paleton á la sétima, del modo que aparece en el cuadro siguiente, que comprende cuatro observaciones sacadas de una de las tablas que ha servido para el trazado de las curvas representadas en la lámina.

Las horas se cuentan como antes, á partir de las siete de la mañana del dia de fuego.

Cuadro de temperaturas en el condensador del horno de Idria titulado San Cárlos, en horas diferentes.

PUNTOS DE OBSERVACION.	Grados á las 7 horas.	Grados á las 11 horas.	Grados á las 23 horas.	Grados. á las 31 horas.
A	74	115	276	328
I	63	83	188	240
II	50	54	73	84
III	46	48	63	76
IV	42	45	28	36
V	38	40	28	28
VI	29	33	21	23
VII	19	22	19	18

Las cámaras *III* y *V* pudieran suprimirse por lo que del cuadro anterior resulta, puesto que los gases en ellas alcan-

zaron respectivamente casi las mismas temperaturas que en las *II* y *IV*.

Para comparar los resultados de estos hornos con los obtenidos en los de aludeles, podremos considerar al paleton como camareta, á la cámara *I* como primer caño y á la *VII* como arqueta de los hornos antiguos, y no contando con las cámaras *III* y *V* por lo que se acaba de decir, y prescindiendo tambien del paleton, porque no tenemos en los experimentos correspondientes á los hornos de aludeles, las temperaturas de la camareta, podrá observarse en el cuadro adjunto formado con datos contenidos en los que preceden, que las diferencias entre cámaras y aludeles, medidas en grados del termómetro, son casi insignificantes, sobre todo si se advierte que las observaciones no se hicieron en el mismo dia, ni á la misma hora, en ambos condensadores.

Puntos de observacion en los hornos de Idria.	Temperaturas.	Puntos de observacion en los hornos de aludeles.	Temperaturas.
I.....	240°	*A* (primer caño).....	249°
II (*A* 2,m80 de *I*)....	84	*B* (*A* 3,m96 de *A*)....	95
IV (*A* 8,m40 de *I*)....	36	*C* (*A* 8,m40 de *A*).....	34
VI (*A* 16,m00 de *I*)...	23	*D* (*A* 16, de *A*).....	13
VII (En la torre).....	19	Arqueta.....	16

Las diferencias en los dos últimos, es decir, entre *VI* y *D* entre *VII* y la arqueta, son debidas á que la observacion en los aludeles tuvo lugar durante la noche y la de los hornos de Idria á las dos de la tarde.

Las temperaturas del cuadro que precede demuestran que los hornos de cámaras, en lo relativo al decremento del calor, en nada aventajan á los de aludeles; y siendo esto cierto, ¿valía la pena de abandonar los hornos antiguos para no adelantar ni un solo paso en la condensacion? ¿Cómo podrán los encomiadores del horno de Idria justificar el crecidísimo valor de tan formidable construccion?

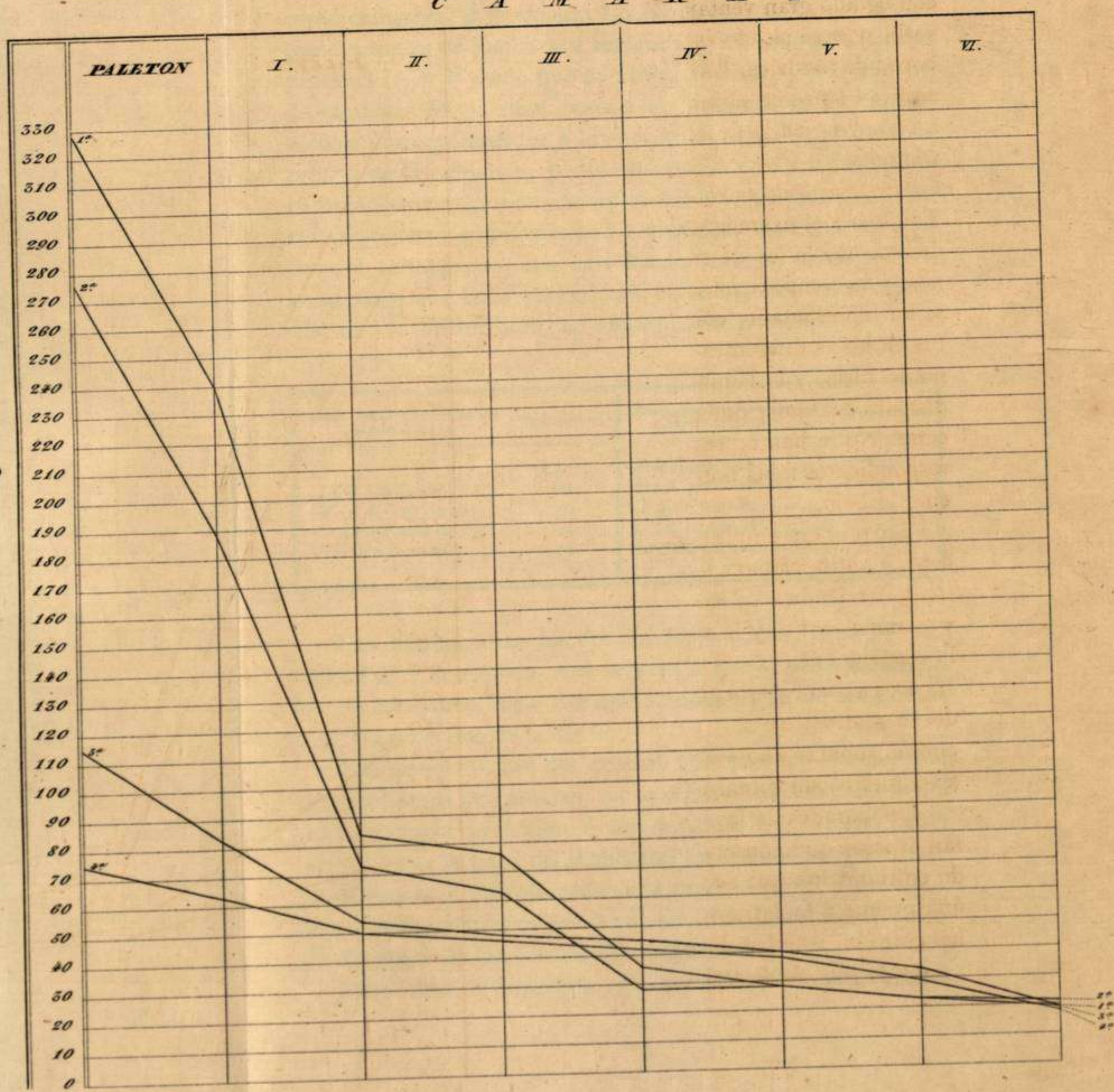
Cinco dias, á lo ménos, son necesarios en estos hornos

Representacion gráfica

del enfriamiento de los gases y vapores, en las cámaras del horno de YDRIA,

TITULADO

Sn. LUIS



para destilar 23 toneladas de mineral, y áun así todavía quedan las cámaras primeras á una temperatura muy elevada. En tres dias se destilan nueve y en cinco se destilarian quince toneladas en los aludeles; de manera que tampoco se ha conseguido gran ventaja con el aumento de capacidad del vaso, porque siendo ésta dos veces y media mayor que la del horno de aludeles, las cantidades de mineral destiladas en ambos hornos en el mismo tiempo, están en la relacion de 1 á 1 $^1/_2$, y no en la de 1 á 2 $^1/_2$ como tal vez creyeron sus inventores.

Enfriamiento en el condensador de los hornos de Idria.—Tambien del exámen del último cuadro de temperaturas se deduce que la ley de enfriamiento es igual en los dos hornos, y la comparacion de la lámina 9.ª, en que gráficamente se ha representado, con los datos del cuadro de temperaturas en horas diferentes (pág. 127), el correspondiente al horno de Idria, y la lámina 6.ª, en que se figura el de aludeles, disipará cualquier duda que sobre el particular pudiera ofrecerse. No se han representado más que cuatro curvas correspondientes á las horas 31, 23, 11 y 7 por evitar confusion en el dibujo.

La primera empieza con 370° en el paleton, y termina con 18° en la cámara *VII*. La segunda con 276° en el paleton y desciende á 19° en la *VII*. La tercera empieza con 115° y termina en 22, y la cuarta desde 75° desciende á 19° en la cámara *VII*.

Los vapores, en el horno de Idria, recorren una distancia de 32 metros, 16 á cada lado, pero siguiendo el trayecto por las subidas y bajadas en las cámaras, la longitud se eleva á 84 metros sin contar las alturas de las sétimas.

Las paredes de las cámaras de los hornos de Idria son tan espesas que conservan mucho tiempo el calor, y el rápido enfriamiento que se nota en las dos primeras, es debido únicamente á la extraordinaria expansion que experimentan los gases en recintos de tan gran capacidad.

De la pérdida de azogue en los hornos de Idria.—La Comi-

sion de 1872, ateniéndose á los principios que ya he manifestado al hablar de la pérdida en los hornos de aludeles, procedió á calcular la de los de Idria en esta forma: se destilaron, en tres vueltas, 139.740 kilogramos tomados de las 297 toneladas clasificadas para ensayos. En cada carga se pusieron por vaso 5 ½ toneladas de solera y 23.290 kilogramos de mineral; y en las seis cargas que componen las tres vueltas, se consumieron las siguientes cantidades:

China.	52.560	kilogs.	39	por ciento.
Requiebro.	25.560	»	18	»
Metal.	27.060	»	19	»
Vaciscos.	34.560	»	24	»
Total.	139.740	»	100	»

La pérdida subió á 6,20 por 100 de azogue, es decir, 2 por 100 más que la que resultó con los mismos minerales en los hornos de aludeles.

Muchos ingenieros están conformes en que la pérdida es mayor en los de cámaras que en los antiguos; pero se citan algunos ensayos en los que se obtuvieron mayores cantidades de azogue en los de Idria.

COMPARACION DE LOS HORNOS DE IDRIA CON LOS DE ALUDELES, Y COSTE DEL AZOGUE PRODUCIDO POR AMBOS SISTEMAS.

Un par de hornos de Idria cuesta 210.000 pesetas y uno de aludeles, en números redondos 16.000 pesetas. Las cantidades de mineral destiladas, en un tiempo dado, están en la relacion de uno y medio á uno, es decir, que en el par de Idria se puede cocer una mitad más de mineral que en otro par de aludeles.

Tengo á la vista varios documentos en que se trata de la comparacion de los dos sistemas de hornos, y entre todos doy la preferencia, para deducir el costo del azogue, al in-

forme que en 7 de Julio de 1845 elevó á la superintendencia de Almadén D. José de Arciniega, á la sazon director de aquel establecimiento y hoy inspector general de primera clase y decano del cuerpo de Ingenieros de Minas. El acierto, rectitud y experiencia que ha demostrado en cuantas comisiones le han sido confiadas en su larga carrera, son garantía segura de los números que voy á presentar seguidamente.

Costo anual de la destilacion del azogue en Almadén.

(Término medio de un quinquenio.)

	En un par de Idria.	En ocho pares de aludeles.
	Pesetas.	Pesetas.
Por carga y descarga	1.914,10	8.245,50
Por cochura y retapes	205,20	2.158,45
Por monte bajo (combustible)	1.942,25	20.988,40
Conduccion de la solera pobre	31,45	466,45
Varas y astiles para herramientas	25,25	90,85
Por extraccion de escorias	458,55	3.490,80
Por preparacion de bolas de vaciscos	277,60	922,85
Por aludeles (caños)	»	4.250
Intereses anuales del valor de los hornos	10.000,00	6.500
	14.855,40	47.116,30
Azogue producido kilogs.	120.000	843.000
Sale el kilo de azogue á	0,121	0,056

Me parece tan terminante el resultado respecto á este punto, que sólo añadiré una observacion tomada tambien del informe del Sr. Arciniega, y que viene á confirmar la superioridad de los hornos antiguos. Para reemplazar ocho pares de hornos de aludeles que valen 130.000 pesetas, sería preciso construir siete pares de Idria que costarian 1.470.000, siendo respectivamente los intereses anuales de ambas partidas 6.500 y 73.500 pesetas.

Los hornos de aludeles, en conclusion, cuestan mucho ménos que los modernos. Es cierto que los gases se enfrian y el azogue se condensa lo mismo en unos que en otros, pero

en los primeros resulta más económica la destilacion; son más fáciles de manejar y se pierde en ellos ménos azogue que en los últimos. Por todo lo cual, juzgo que los antiguos son preferibles á los de Idria, cuya solidez y estructura, más propias de una fortaleza que de un aparato industrial, son causa de que el calor se conserve en las paredes de las cámaras, y sea preciso esperar tantos dias para que adquieran la temperatura del ambiente.

Si los inconvenientes señalados para el período de fuego pudieran evitarse en la forma que llevo propuesta, los hornos de aludeles, manejados con inteligencia, resultarian los aparatos más sencillos y perfectos de cuantos se conocen para el beneficio de los metales.

DEL BENEFICIO DEL CINABRIO EN LA FÁBBICA LA UNION DE MIÉRES.

El mineral que se extrae de las minas de Miéres, en la provincia de Oviedo, es tan desmoronadizo que para beneficiarle hay necesidad de reducir la mayor parte á bolas, semejantes á las que se fabrican en Almadén con los vaciscos. La ganga del cinabrio es de cuarcita, pero no tan dura ni cristalina como la del último punto; y entre las tierras que salen de la mina he visto pedazos de esquisto ó pizarra arcillosa de color verde-oscuro y amarillento. Ademas del sulfuro de mercurio, contienen los minerales que se benefician en la fábrica de la Union, sulfuro rojo de arsénico ó rejalgar.

En 1873, cuando visité esta fábrica, tenia dos pares de hornos semejantes á los llamados de Idria en Almadén, en los que advertí algunas diferencias que, en mi opinion, pudieran tomarse como perfeccionamientos en el beneficio del azogue.

Suele ocurrir en aquel establecimiento, con alguna frecuencia, que, por no disponer de mineral grueso, se ven obli-

gados á cargar completamente los hornos con bolas, sin que el éxito de las operaciones se resienta por ello, al decir de los maestros encargados de la destilacion, oriundos todos de Almadén.

Como usan carbon de piedra en las cochuras, los hornos están provistos de parrillas de hierro colocadas á $1^m,20$ debajo de la red.

El fuego dura cuatro horas, tiempo suficiente para enrojecer la red y la solera, y al terminar este período desarman la parrilla, dejando entrada franca al aire atmosférico.

La solera es de cuarcita procedente de la mina, y ocupa un metro de altura en el vaso, sobre la red, que consta de los tres arcos de ladrillo que hemos visto en los hornos de Almadén. La misma solera sirve para varias operaciones y no la reemplazan con otra nueva sino cuando por haberse desmoronado dejan de cruzarse los fuegos. ¡Algo se ahorraria en Almadén con seguir en este punto el método de la fábrica "La Union!"

El condensador se compone de siete cámaras por vaso, colocadas todas á un costado de los hornos; de modo, que un par consta de dos vasos y de catorce cámaras, en vez de las veinticuatro que tienen los de Idria. ¿No podrian construirse otros dos vasos para las veinticuatro cámaras y dos torres que hay actualmente en Almadén, incomunicando las salidas de los vapores por uno de los costados de los hornos? Creo que nada se arriesgaria en la prueba, porque seis cámaras y una torre deben bastar para la condensacion del azogue producido por un vaso.

Las cámaras de "La Union" son más bajas y de muros más delgados que las de Almadén; pero á pesar de esto, se emplean cinco dias en cada operacion.

Los productos de la destilacion en las cámaras son azogue, hollines y cristales aciculares de ácido arsenioso.

No tengo noticia de la pérdida de azogue en Miéres; pero se sabe que el mineral es pobre, pues por término medio no rinde más de $1\frac{1}{2}$ á 2 por 100 de metal.

La produccion en el año citado de 1873 no pasó de 700 frascos, que representan 24.000 kilogramos de azogue, procedentes de 1.200 á 1.500 toneladas de mineral. En cada vaso debieron hacerse de 12 á 14 cochuras.

DE LA FABRICACION DEL BERMELLON EN ESPAÑA.

Los romanos en el siglo I, como llevo dicho, destinaban los 10.000 pesos anuales de mineral que explotaban en Almadén á la fabricacion de bermellon, que se preparaba en Roma con arreglo al procedimiento descrito por Vitrubio en su obra de Arquitectura. Es evidente, por lo expuesto en otro lugar de esta Memoria, que los árabes siguieron el ejemplo de los romanos durante su dominacion en Almadén, sacando de estas minas el bermellon que hoy admiramos en la decoracion de sus alcázares y mezquitas.

En los contratos con los condes Fuggars se pactaba siempre la cantidad de este color que debia entregar anualmente el arrendatario, y en uno de ellos se advierte que no ha de hacerse con azogue mortificado, lo que quiere decir, en mi opinion, que no se habia de fabricar incorporando primero azufre con mercurio para formar el etiope mineral y sublimar despues la mezcla, sino sublimando desde luego el cinabrio ó sulfuro natural, ó lavando el mineral más puro, como hacian los romanos.

Cuando terminaron estos contratos con los alemanes y se presentó Bustamante, antes de acordar que pasara á Almadén á hacer las pruebas de los hornos de aludeles por cuenta del Estado, se discutieron ciertas condiciones que habia presentado para arrendar las minas por su cuenta, y el Consejo de Hacienda le preguntó si estaria dispuesto á entregar anualmente una cantidad de bermellon.

Bustamante contestó que no conocia esa fabricacion porque no se usaba en América; pero que habiendo en Almadén maestros acostumbrados que la habian aprendido de los

alemanes, no tenia inconveniente en aceptar la condicion propuesta por el Consejo.

Creo que desde 1647, en que Bustamante fué nombrado Superintendente en Almadén, cesó en estas minas la preparacion del bermellon. Mr. de Jussieu, en su Memoria de 1717, nada dice de esta fabricacion.

Tengo noticias, sin embargo, de que se ha preparado con mineral de Almadén en el siglo último, y áun á principios del presente, en Sevilla, por cuenta del Estado. Se enviaba el mineral más puro á un particular de esta ciudad que poseia el secreto de la fabricacion, y la Real Hacienda, abonándole mermas bastante crecidas, le pagaba cinco reales por cada libra de bermellon sublimado. La molienda la hacian otros particulares en Madrid que cobraban á razon de tres reales y medio por libra [1].

A fines del siglo pasado, los puntos principales, y tal vez únicos de Europa en que se fabricaba este color, eran Sevilla y Amsterdam. En 1798 se construyó una oficina para preparar y moler bermellon sublimado en las minas de Idria, guardando tambien el secreto de su fabricacion.

Por último, en Almadén se hicieron con buen éxito algunos ensayos hácia el año de 1810, y se logró preparar bermellon fundiendo azufre y azogue, y sublimando y moliendo despues el sulfuro. A esta fabricacion se agregó la del lacre, y ambas se abandonaron hace más de veinte años.

En el dia se fabrica comunmente bermellon por la via húmeda macerando azogue con un polisulfuro alcalino, disuelto en agua, durante algunos dias, al cabo de los cuales adquiere un precioso color. Conseguido esto, se lava con agua el bermellon varias veces hasta disolver las sales solubles y separar por decantacion el azufre precipitado.

(1) He tomado estas noticias de una Memoria inédita, escrita en 1811 por D. Diego Larrañaga, de la que posee una copia D. Felipe Naranjo y Garza, que ha tenido la generosidad de poner á mi disposicion este precioso documento, de cuya existencia no tenía yo la menor noticia.

DE ALGUNAS REFORMAS É INVENCIONES PROPUESTAS EN ESPAÑA PARA MEJORAR EL BENEFICIO DEL AZOGUE.

En el año de 1728, el Conde D. Juan Bernardino Tetoni ofreció, segun consta en documentos del archivo de Almadén, "sacar más azogue que el regular con un aparato de "su invencion, y habiendo dado muy malos resultados se le "formó expediente y fué encarcelado.

"En 1738 D. Francisco Navarro ofreció fundir con ma-"yores ventajas igual cantidad y calidad de mineral. Cons-"truyó un horno en el sitio que habia ocupado el del Conde "de Tetoni, y no dió tampoco resultado."

En 1802 D. Juan Ortega y Casasola escribió una Memoria dedicada al Príncipe de la Paz, titulada "El mayor Tesoro Español" [1], en la que el autor, despues de un larguísimo é indigesto preámbulo, propone, para beneficiar el cinabrio, lo que él llama un sistema misto "de horno abierto "y de retorta con condensador de Woolf, compuesto de 4, "6, 10, 20 ó más que se quiera tinajas proporcionadas á es-"feras ó medias esferas, cubiertas unas con otras, medio lle-"nas de agua; el gas, por tubos, pasa de unas en otras y de "la última sale á las camaretas, de éstas á los aludeles," y por si todavía quedaban vapores rebeldes, y tal vez con el deliberado propósito de no dejar nada que inventar, en la materia, á las generaciones futuras, aconseja "que se pongan "*paños mojados* ó refrigerantes de agua, que se renueven con "frecuencia, sobre las medias esferas y sobre los aludeles." No diré una sola palabra de tan peregrina invencion.

De modificaciones en la figura de los vasos, manera de quemar el combustible, posicion de los aludeles y otras mil reformas parecidas que se han propuesto, con mejor deseo que conocimiento de la destilacion en hornos de aludeles tampoco trataré, porque no es mi ánimo censurar trabajos aje-

[1] Este manuscrito es el que posee D. Felipe Naranjo y Garza, y el mismo que he citado hablando de las ordenanzas antiguas de Almadén.

nos sino buscar los de utilidad y provecho para el adelantamiento de la metalurgia del azogue.

El Sr. Sabau, en una Memoria inédita, que ya he citado, calcula que la pérdida en los hornos de aludeles no baja de 28 por 100, y que en los de Idria sube á 34 por 100 de azogue, y observa ademas, con mucho juicio, que el espesor de los muros de dichas cámaras, la proximidad de la primera al vaso y la construccion de las restantes con tabiques divisorios que sirven á la vez á dos cámaras, son las causas á que deben atribuirse las pérdidas, comprobadas por numerosos ensayos y repetidos experimentos que refiere en su escrito. Para remediarlas, propone que se aislen las cámaras, de modo que el aire atmosférico circule alrededor de las cuatro paredes de cada una de ellas, y que se construyan con tabiques delgados reforzados con arcos de ladrillo. Si este sistema se adoptara, se aprovecharia con evidencia, para el enfriamiento, la irradiacion del calor, y si no se lograba por completo se obtendria al ménos un rápido descenso de temperatura en las paredes del condensador. Pero ¿á qué invertir tanto dinero en la construccion de un aparato de esta clase, si con los aludeles se consigue el enfriamiento repentino por el efecto combinado de la expansion de los gases y de la irradiacion del calor?

Mr. Emilio Pellet, ingeniero francés, es inventor de un aparato para beneficiar azogue, ensayado en Almadén y descrito y dibujado por D. José de Monasterio en una Memoria publicada en 1870 (Mad. Imp. de Lapuente). El horno es de grandes dimensiones y de carga contínua. La red se forma con barrones de hierro y está más próxima á la caldera ó cenicero que en los hornos usados en Almadén. El mineral, mezclado con 2 ó 3 por 100 de coke, se echa en el horno por una tolba, colocada en la válvula ó parte superior de la cúpula. El condensador, dificil de comprender sin un dibujo á la vista, está fundado en el principio del aparato de Woolf, con la diferencia de que los gases pasan de uno á otro vaso por aspiracion. Yo he visto en Almadén funcionar este condensa-

ERRATAS.

Páginas.	Líneas.	Dice.	Léase.
1	8	á explotarse en	á explotarse los criaderos en
11	31	trasportarlo	trasportarle
12	7	convertirlo	convertirle
12	10	lo usaban	le usaban
12	32	molerlo	molerle
14	12	lo he	le he
17	14	se sacan	sacan
21	14	aludelas	aludeles
23	8	rellenarlo	rellenarle
29	18	aseguran	asegurar
34	5	respiradores	respiraderos
36	26	erudios	crudíos
37	30	Hutterwerken	Huttenwerken
44	1	XVIII	XVI
47	13	ciencia	esencia
52	35	Savay	Savary
56	18	conocimientos	cocimientos
66	10	y por considerarlos	por considerarlos
67	10	que las	que los
105	9	la tragante	el tragante
111	33	del cañon	del caño
114	30	y de cinabrio	y de cinabrio,

ESCOFERA

BENEFICI

DEL

AZOGU

EN

ESPAÑA