

251 at 292

1929 IE

at 244, 246, 247, 248, 260





ARTILLERIA.

35003

Sig.: 1929 IE

Tit.: Tratado de la teoria y fabricac

Aut.: Fraxno, Claudio del

Cód.: 51045280







**ARTILLERIA.**





**TRATADO**  
DE LA TEORIA Y FABRICACION  
**DE LA PÓLVORA EN GENERAL,**  
LAS PIEZAS DE ARTILLERIA  
**Y LOS PROYECTILES DE HIERRO:**

FOR LOS CORONELES GRADUADOS, CAPITANES DE ARTILLERIA

Don Claudio del Texaco y Don Joaquin de Bouligny,  
profesor y ayudante de la clase de ciencias naturales de la academia de su arma.

SEGUIDO

del articulo sobre fundicion de artillería de bronce, redactado de orden superior por el Coronel, 1.<sup>er</sup> Comandante del mismo cuerpo

**DON PEDRO LUJAN,**

*fundidor mayor de Sevilla.*

PARA SERVIR DE TESTO EN LA ENSEÑANZA DE LOS CABALLEROS  
CAJETES DE ARTILLERIA.

→→→  TOMO II.  ←←←

**SEGOVIA:**

IMPRESA DE D. EDUARDO BAEZA.

1847.





# TRATADO

DE LA INDUSTRIA Y FABRICACION

## DE LA POLVORA EN GENERAL.

LAS PUNAS DE ARTILLERIA

### Y LOS PROYECTILES DE HIERRO:

POR LOS CORONEL D. FRANCISCO DE CASTELLANOS, CAPITAN DE ARTILLERIA

*Esta obra es propiedad de la Direccion general del cuerpo nacional de Artilleria, cuya incorporacion perseguirá ante la ley al que la reimprima sin su permiso.*

SEGUNDO

del estudio sobre fundicion de artilleria de bronce, redactado de orden superior por el Coronel, 1.º Comandante del mismo cuerpo

DON PEDRO LEIZA,

*fundidor mayor de Sevilla*

PARA SERVIR DE TESTO EN LA ENSEÑANZA DE LOS CABALLEROS  
CAPITES DE ARTILLERIA.

—••••• T. H. 333 •••••

1850 V. 41

IMPRESA DE D. EDUARDO BASTI.

## **TITULO II.**

*De las piezas de artillería.*

TITULO II.

De las piezas de artillería.

## Consideraciones generales.

1. Desde que la invencion de la pólvora verificó un cambio absoluto en el sistema de guerra de los antiguos, se han ocupado los hombres en construir aparatos, propios para aprovechar la fuerza impulsiva de aquel compuesto y lanzar los proyectiles á largas distancias; y la primera cuestion que desde luego se presenta, es la de la eleccion de la materia, que ha de emplearse en la fabricacion de unos instrumentos, cuyo coste debe conciliarse con una dureza suficiente para resistir el choque de los proyectiles; una naturaleza tal que resista á los efectos químicos que pueden ejercer sobre ella la atmósfera, los componentes de la pólvora, el calor que en su inflamacion se desenvuelve, y los compuestos á que dá lugar la accion recíproca de sus elementos; y la elasticidad suficiente para que la continuidad de la materia no sufra alteracion con la vibracion que produce el movimiento en los transportes, ni con el esfuerzo repetido, que el aumento de volúmen de la pólvora

al inflamarse, ejerce sobre las paredes del ánima de la pieza en que se quema.

2. La falta de elasticidad es la que origina accidentes muchas veces observados, y á los que no puede darse otra explicacion satisfactoria; los ejes de los carruages, las poleas de hierro colado, los cilindros de presion, los pilares y otras muchas piezas de las máquinas que han sufrido con frecuencia vibraciones pequeñas, suelen romperse inopinadamente al hacer un esfuerzo mucho menor del que en otras ocasiones se les ha ecsigido, y aun los cañones de hierro, despues de haber sufrido grandes pruebas, estallan á veces en una salva, sin que en su fractura se note síntoma alguno de deterioro, ni defecto de fabricacion.

Con efecto, cada choque que un cuerpo recibe, produce en sus moléculas una alteracion en su cohesion; alteracion que desaparece, si el cuerpo es suficientemente elástico para que aquellas recobren su posicion primitiva; mas si la fuerza de la elasticidad no es suficiente para compensar enteramente la alteracion producida, la cohesion habrá disminuido, y la repeticion de estos efectos vendrá por último á disgregar la materia.

3. No se crea sin embargo, que la elasticidad y la dureza de un cuerpo, serian suficientes á hacerle propio para la fabricacion de las piezas de artillería; pues estas propiedades serian inútiles, y hasta perjudiciales, sino fuesen acompañadas de una tenacidad muy considerable; pues si admitimos la opinion de Preehl de que los gases producidos en la inflamacion de la pólvora ejercen una presion de 18000 atmósferas, la que sufra cada pulgada cuadrada de la superficie de la recámara será de 225000: y si este cálculo pareciese ec-sagerado, y suponemos con Hutton que los gases de la pólvora solo ejerzan la presion de 2000 atmósferas, siempre resulta que cada pulgada superficial de la recámara ha de resistir una presion de 30000 atmósferas, lo cual ecsige de todos modos



una tenacidad difícil de obtener; no solo por sí misma, sino por las otras circunstancias que han de acompañarla: pues la naturaleza no ha querido que en un mismo cuerpo se reúnan en alto grado la elasticidad, la tenacidad y la dureza, y es necesario siempre prescindir de alguna de ellas para obtener las restantes; aumentándose la dificultad de la elección del cuerpo que buscamos, por la acción química que pueden ejercer sobre él los gases de la pólvora, el calor y el aire, según antes hemos indicado.

4. Si examinamos la lista de los cuerpos simples de la naturaleza, el conocimiento de sus propiedades físicas y químicas nos hará ver desde luego que ninguno de ellos es á propósito para llenar por sí cumplidamente las condiciones que se exigen en el servicio á que pretendemos destinarlo; unos por la escasez con que la naturaleza los produce, otros por carecer de dureza, elasticidad ó tenacidad, otros en fin por las reacciones químicas que pueden ejercer con otros cuerpos.

5. Solo el hierro (y no comprendemos bajo esta denominación al hierro fundido, porque según los últimos análisis es siempre un verdadero *carburo de hierro*), es el que se aproxima bastante á llenar las condiciones indicadas, aunque no tanto que pueda ser absolutamente útil según el estado actual de la ciencia. Tal vez no está distante el día en que los adelantos de la metalúrgia y de la mecánica aplicada consigan dar á este metal propiedades de que carece, y quede resuelto el problema de construir de un cuerpo simple una excelente artillería; fabricando del mismo metal los montajes y otros efectos de guerra, idea puesta en práctica, aunque sin grandes resultados, en Inglaterra y propuesta en Francia por Mr. Thiery en una memoria publicada en 1841.

## *Del hierro forjado y de la artillería construida con él.*

6. El hierro, este metal tan conocido de todos, es abundantísimo en la naturaleza y se presenta en diversos estados y en todos los terrenos, observándose que la riqueza de los minerales de hierro decrece á medida que son mas modernos los criaderos en que se hallan. Las minas de hierro de los terrenos primitivos producen hasta un 80 p<sup>o</sup>/<sub>o</sub>, mientras que las últimas beneficiables de los terrenos subsiguientes no rinden á veces mas de un 20 p<sup>o</sup>/<sub>o</sub>.

La Inglaterra, la Rusia, la España, la Suecia, la Italia, la Alemania y la Francia en sus provincias meridionales, presentan con profusion ricas minas de este metal precioso, cuyo uso en las naciones aumenta cada dia en la misma proporcion que su grado de civilizacion y la prosperidad de su industria.

La Inglaterra, la Alemania y la Francia son las que en la actualidad hacen mayor consumo, estando calculado que la primera emplea anualmente, respecto á su poblacion, mas de 43 y 1/2 libras españolas por cabeza, mientras la Francia, sin duda por el mayor precio que alli tiene el hierro, solo consume por cada habitante unas 6 y 1/2 libras. Basta este cálculo para dar á conocer la inmensa importancia de este metal en la economía social y los beneficios que proporciona su uso á la industria y á las artes. Si el oro y la plata son el signo representativo de la riqueza, el hierro es el elemento creador de ella; pues un país será verdaderamente rico cuando posea los recursos necesarios para alimentar una numerosa poblacion proporcionándola los goces de la civilizacion actual; y entre esos recursos hay que conceder al hierro un lugar preferente.

El peso específico del hierro, es de 7,788., no se funde sino á los 130.<sup>o</sup> del pyrómetro de Wedgewood y su tenacidad es

tal, que un alambre de poco mas de una línea de diámetro, no se rompe sino con un peso de 542,633 de libra.

Tambien su dureza es muy considerable, aunque no tanto como seria de apetecer para fabricar cañones, pues siendo los proyectiles que se usan de hierro fundido, (carburo de hierro) que es mucho mas duro, se surca por último el ánima de la pieza. MM. Navier, Rondelet, Turnbul, Tredgold y otros han escrito estensos tratados sobre las propiedades y elaboracion del hierro, pero sobre todo Mr. Duleau en su ensayo teórico y práctico sobre la resistencia del hierro forjado, ha reunido escelentes noticias, cuyo estudio ofrece el mayor interés, pues los resultados que presenta son producto de repetidos esperimentos y de un ecsámen concienzudo de los hechos.

Estas propiedades observadas en los mejores hierros, se modifican ó alteran algun tanto tratándose del hierro absolutamente puro, obtenido por la accion del gas hidrógeno sobre sus óxidos enrojecidos en tubos de porcelana. El mejor hierro contiene siempre  $\frac{1}{200}$  al menos, de carbon y esta corta dosis lo hace algo menos fusible y duro que seria en su estado de pureza; pues obtenido por el medio espesado no se funde hasta los 158 ó 175.º del pyrómetro de Wedgwood. Mr. Brojng obtuvo hierro fundido muy puro mezclando limaduras de hierro comun con óxido del mismo metal y fundiendo la mezcla en crisoles espuestos á un buen fuego de forja. La densidad del hierro resultante era de 7,8 4 3 9 mientras la del hierro ordinario no pasa de 7,788 segun hemos indicado.

El hierro que se espnde en el comercio no solo tiene carbono, sino tambien silicio, fósforo y manganeso. Mas adelante esplicaremos la intervencion que cada uno de estos asociados ejerce en las propiedades físicas del hierro, y mientras tanto presentamos la siguiente tabla, resultado de varios análisis hechos por Mr. Gay-Lussac.

Nombre de los hierros y su procedencia.	Carbono en 1,00000.	Silicio. en 1,00000.	Fósforo en 1,00000.	Manganeso en 1,00000.
Hierro de Suecia, 1. <sup>a</sup> calidad . . . .	0,00293	Indicios.	0,00077	Indicios.
Hierro de Suecia, 1. <sup>a</sup> calidad . . . .	0,00240	0,00025	Indicios.	Indicios.
Hierro de Creuzot . . . . .	0,00159	Indicios.	0,00412	Indicios.
Hierro de Champagne . . . . .	0,00193	0,00412	0,00210	Indicios.
Hierro obtenido de ferralla vieja, de Paris . . . . .	0,00245	0,00210	0,00160	Indicios.
Hierro de Berry.	0,00162	Indicios.	0,00177	Indicios.
Hierro quebradizo del Mosella..	0,00144	0,00070	0,00310	Indicios.

7. Según Rondelet, la resistencia que una pulgada cúbica de hierro forjado opone á la compresion equivale á 35,720 kilogramos.

De los cálculos de MMrs. Navier y Tredgold, resulta que la resistencia que el hierro forjado opone á la estension, debe pasar de 42, kilóg. por milímetro cuadrado de la seccion transversal, pero las últimas esperiencias hechas por la Marina Real en Guerigny solo han dado para dicho milímetro 33 kilóg. de resistencia.

Son tan diversos los resultados obtenidos al tratar de investigar la tenacidad absoluta del hierro, que no es posible

fijarla. Considerándola pues comprendida entre los límites expresados, solo diremos que segun Tredgold una barra de hierro cargada á razon de 12,<sup>k</sup> 48 por milímetro cuadrado de la seccion transversal se dilata 0,000714 de su estension primitiva, conservando íntegra su elasticidad natural, y sin haber experimentado antes alteracion alguna en sus dimensiones; pero Duleau crée que no debe pasar la carga de 6 kilóg. por milímetro cuadrado, si se quiere estar seguro de que las dimensiones de la barra no se han alterado.

Si las cargas se aumentan, la dilatacion crece rápidamente, el hierro pierde poco á poco la facultad de recobrar sus dimensiones primitivas cuando se le quita el peso, y concluye por romperse. Las esperiencias de Mr. Karsten arrojan por término medio el siguiente resultado.

	<u>Carga necesaria para la ruptura.</u>
Hierro en barras cuadradas de	
26 milímetros de lado . . . . .	40 kilóg. por milím. cuadrado.
Id. en barras de 13 milímetros	
de lado . . . . .	50 id.
Id. en id. de 6,5 id. . . . .	60 á 68 id.
Alambre crudo . . . . .	89 id. mácsimum.
Id. recocado . . . . .	44 id. id.

8. Es muy difícil fijar el grado de elasticidad del hierro forjado, porque no bastando el conocimiento de la fuerza absoluta que es necesario emplear para romper una barra determinada de este metal, no es posible marcar el momento en que la fuerza de elasticidad queda vencida, desde cuyo punto la alteracion irremediable de la cohesion molecular interviene en el resultado de la esperiencia. Mr. Thiéry en su tratado de la



aplicacion del hierro á las construcciones de la artillería dice, que el hierro forjado, siendo dulce y nervioso, puede estirarse 0,0005 de su dimension primitiva, mediante un peso de 12 kilóg. por milímetro cuadrado de la seccion transversal, sin perder nada de su elasticidad; pero como no siempre los hierros son tan buenos como seria de apetecer, puede fijarse esta resistencia en 11 kilóg., es decir la tercera parte de la tenacidad absoluta, calculada en 33 kilóg. en las esperiencias de Guerigny.

9. Los ensayos hechos para marcar la resistencia á la flexion de los metales, demuestran que un peso de 1 kilóg. por milímetro cuadrado, produce un aumento de longitud en las fibras del hierro forjado de  $\frac{1}{20000}$ . Esta resistencia, segun Du-

jeau, crece en razon inversa del cubo de la longitud, y directa de la anchura y tambien del cubo del espesor de la barra, entendiendo por espesor la dimension perpendicular á la presion.

10. El mismo autor presenta como resultado de sus esperiencias un hecho que mencionaremos aqui por su inmensa importancia en las aplicaciones del hierro á la arquitectura y á las artes; á saber, la gran resistencia que se obtiene uniendo dos barras de hierro ligadas de un modo invariable y dejando entre ellas un espacio vacío. Llamando 1 la suma de espesores de las dos barras y  $v$  su separacion en valores de dicho espesor, la resistencia del aparato, considerada en el plano que las dos barras determinan, será  $1 + 3(v + v^2)$  relativamente á la resistencia de las barras unidas tomada por unidad. (Duleau pág. 61). Los ensayos de este sistema hechos en las techumbres del Palacio Real de Paris y del teatro de Burdeos han dado el mas satisfactorio resultado.

11. Al calor rojo el hierro se une con el oxígeno del aire y forma un compuesto mas ó menos oxigenado segun el grado de calor; pero que de todos modos se desprende en

casquilla. Este defecto no seria tan considerable si á la temperatura ordinaria no le atacase tambien el aire húmedo, formando un hidrato de sesquióxido mezclado con cantidades variables de carbonato sesqui-básico y algunas veces carbonato neutro de protóxido; y de aqui se origina la destruccion rápida que con frecuencia observamos de gruesas barras de hierro forjado espuestas á la intemperie.

El estado particular del hierro, su grado de pureza, su colocacion y otras circunstancias, hacen que este deterioro no se verifique siempre con igual intensidad, y vemos mas de un ejemplo de piezas de hierro que se conservan sin oxidarse aun en las circunstancias mas desfavorables. Los diques de hierro de Brighton son una demostracion de esta verdad; y Mr. Navier cita igualmente en su apoyo la gran cadena de Moustiers en los Alpes. Es de hierro forjado de cerca de 200 metros de longitud y está colocada cerrando el paso de un desfiladero sin alteracion notable desde el siglo XIII, segun las tradiciones del pais. Tambien en España se encuentran cañones antiquísimos de hierro batido, que se conservan en buen estado no obstante su larga esposicion á la intemperie, y Mr. Thierry cita cuatro de á 18 que existian en la fábrica de la Cabada en 1823. Pero estos ejemplos y otros muchos, que pueden citarse, serán siempre escepciones de la regla general, y las piezas de hierro forjado hallarán perpetuamente en los elementos del aire, y la humedad, enemigos irreconciliables de su existencia.

12. Los adelantos de la química proporcionan diferentes barnices y otros medios de preservar el hierro de la oxidacion, y el armamento ingles recibe en la actualidad un barniz, color de castaña, sobre cuya composicion y aplicacion hemos hecho algunos ensayos; pero su resistencia creemos que seria insuficiente en la tosca superficie de unas piezas, que tan violento servicio y tan rudo manejo han de experimentar. Por otra parte, como el hierro no siempre está bien purificado y como

el azufre y el fósforo, que son comunmente sus asociados, le dán la propiedad de ser quebradizo, no es nuevo el espectáculo de ver reventar las piezas de hierro forjado, pudiendo citarse entre otras una bombardarda (a) turca de esta materia que en el sitio de Constantinopla reventó con grande estrago al verificar el primer disparo.

Jacobo II de Escocia pereció delante de los muros de Roxburgo en 1460 víctima de la esplosion de otra bombardarda, tambien de hierro forjado, como lo eran las de aquella época, formadas de gruesas barras ceñidas por aros reforzados de la misma materia, y de las cuales ecisten buenos ejemplares en el museo del arma, asi como de los proyectiles de piedra, que eran lanzados por ellas.

Esto no obstante, todas las piezas que en dicho siglo se construian, eran de hierro, perfeccionándose despues la manufactura hasta el punto de forjarlas de una sola pieza con grande trabajo por el embarazoso manejo de tan grandes masas en las repetidas caldas que habian de sufrir; de manera que la fabricacion de piezas de hierro forjado abandonada cuasi desde mediados del siglo XV, vino á renovarse en el XVII, merced á los adelantos de la metalúrgia, y de los artefactos. En 1753 se forjó en Paris un cañon con peso de 1600 libras, y seis años despues en España se construyeron dos cañones de á 36, seis de á 24 y otros de menor calibre. Este sistema no ha sido abandonado á pesar del écsito poco favorable de las diversas tentativas que se han practicado.

13. El general Gassendi, en el tomo 2.<sup>o</sup> de su *Aide-memoire* pag. 784, hace mencion de un cañon de á 8 de hierro forja-

---

(a) En la historia de la Artillería publicada en Paris en 1845 por MMrs. Reinaud y Favé, hemos leído curiosos apuntes sobre la etimología de las palabras Baston de fuego, Cañon y Bombardarda. Los aficionados á este género de erudicion, pueden consultar dicha obra, en cuya página 169 y siguientes hallarán las citadas noticias.

do, y trasladaremos íntegros algunos de sus párrafos, tanto por las consideraciones y detalles que espone respecto á la fabricacion de estas piezas, cuanto porque su relato nos dispensará de hacer un resúmen de las numerosas pruebas, hechas con cañones de esta especie, que cita en su excelente memoria Mr. Moritz Meyer.

“En 1813 (dice el general Gasendi) una compañía manufacturera de Lyon, llamada *la compagnie Etienne*, propuso al gobierno francés fabricar todas las piezas de hierro forjado que necesitase; y envió á Paris una pieza de á 8 de batalla fabricada de este modo, ofreciendo construir ocho piezas de á 24 cada dia, tan pronto como su gran establecimiento estuviese concluido. La compañía anunciaba que el precio de cada pieza, entre material y mano de obra, no excederia de lo que cuesta la sola hechura de la pieza de bronce correspondiente.

“Este cañon de á 8 estaba muy bien construido y sin refouerzo; su longitud era próximamente igual á la de las piezas de batalla del mismo calibre; (5 pies 8 pulgadas).

“El ánima tenia una pulgada mas de longitud, y su diámetro variaba de dos á seis puntos de el del calibre de á 8. El espesor de metales era en el fogon de una pulgada y 10 líneas, y en el nacimiento de la tulipa de 9 líneas y 1 punto.

“Los muñones tenian 4 líneas menos de diámetro que los del cañon de á 8. Interior y exteriormente se notaban en la pieza pequeñas hendiduras, y su peso era de 259 kilog.

“La prueba se verificó sobre una cureña pequeña con ruedas de pasteca de 16 pulgadas de diámetro; se hicieron cuatro disparos de á 3 libras con taco sobre la pólvora y sobre la bala, recalcados con cuatro golpes cada uno; y cinco de á cuatro libras con las mismas circunstancias. Los nueve disparos se hicieron en hora y media.

» «El retroceso en los cuatro primeros tiros fué de 24 pies y en los 5 restantes de 34 y 36.

» «Ecsaminada la pieza despues de estos nueve disparos no se la encontró señal de deterioro.

» «El cañon de á 16, que la compañía queria fabricar, no hubiera pesado mas que 700 kilog., y el de á 24, sobre 900.

» «El procedimiento, que se supone empleado para esta fabricacion, era el siguiente. Sobre un tubo formado como un cañon de fusil, se soldaban sucesivamente bandas de hierro que lo envolvian, y que sobrepuestas en diferentes sentidos daban al cañon el espesor conveniente. Aligerado despues con arreglo al calibre, se cerraba este tubo con una culata puesta á rosca, y soldada despues la juntura con soldadura de plata, como preferible á otra cualquiera.

» «Las diferentes bandas de hierro, se soldaban entre sí, y sobre el tubo á golpe de martillo de mano.

» «El inventor se proponia emplear para hacer el cañon de á 24 barras de hierro de 12 pies por un pie y 8 líneas, de las cuales haria záplas y tubos ó manguitos con enlaces, (amorce) (a) y soldaria despues estos tubos sobre un mandril y un yunque, bajo el golpe de un martinete de 500 kilog. Los muñones debian estar soldados previamente en uno de estos tubos. Retorcía las barras de hierro que empleaba y creía (por analogía con los cañones de hierro retorcido, que pasan por excelentes) aumentar hasta una cuarta parte la tenacidad del hierro que usaba; este era, pues, su secreto.

» «¿Pero estas piezas, y otras semejantes de hierro forjado, son buenas? ¿Deben ser adoptadas? No; porque, 1.º destruyen pronto el cureñage por su rápido y largo retroceso: 2.º can-

---

(a) Queremos significar el medio usado en las forjas de adelgazar las estremidades de las piezas de hierro que han de soldarse, ó mas bien la parte adelgazada de dichas piezas.



»san singularmente á los sirvientes por la longitud de este mismo retroceso: 3.º debilitan el espíritu de los artilleros por el temor de que revienten.

»Y con efecto, estas piezas revientan muchas veces, pues aunque la primera que los inventores presentan á la prueba, casi nunca sufre este accidente, es porque emplean en ella metales escogidos y ponen grande esmero en su fabricacion. Pero cuando se trata ya de fabricar en grande, ¿es lícito esperar que los metales sean escrupulosamente escogidos, y que haya constantemente un ojo observador y experimentado que vigile, á fin de que el metal tenga siempre el grado de calor necesario para que sean sólidas las innumerables soldaduras que han de hacerse al formar la pieza?

»En el servicio, las soldaduras mal hechas, se irán abriendo insensiblemente, la humedad entrará por las hendiduras, que llegarán hasta punto de facilitar el estallido del cañon; se formarán en el ánima exfoliaduras, que retendrán el fuego y producirán accidentes desgraciados. En fin la oxidacion irremediable del ánima, en tiempo de guerra la ensanchará hasta el punto de inutilizarla para el servicio, y en tiempo de paz, será preciso estar pintando continuamente los cañones para impedir esta oxidacion."

14. Mr. Monge, en su descripcion del arte de fabricar los cañones, opina que el único motivo verdadero para renunciar al uso de los cañones de hierro forjado con preferencia á otros cualesquiera, es el de la dificultad de su fabricacion; y se promete por tanto, que el adelanto de las artes vendrá á allanar los obstáculos que se oponen á que el hierro forjado sea el metal que se emplee esclusivamente para la artillería de mar y tierra.

15. Tambien en la Silesia y en Escocia (en Caron) se han construido piezas de esta especie, y no hace mucho tiempo se concedió privilegio de invencion para construir las á un fabricante inglés, sin que sepamos hasta ahora el écsito de sus trabajos.

16. En 1773, Mr. Grignon, maestro forjador, que gozaba en Francia de extraordinario crédito, publicó un grueso volumen que comprende diversas memorias relativas al arte de fabricar el hierro. En una de ellas propone el medio de forjar los cañones de todos calibres de hierro batido, dando minuciosos detalles sobre esta manufactura y sentando importantes teorías, que, aunque han perdido mucho de su importancia por los modernos adelantos de la metalúrgia, son sin embargo dignas de grande aprecio. El Excmo. Sr. D. Tomás de Morla, en su tratado de Artillería inserta extractadas dos de las memorias que forman el indicado volumen que tenemos á la vista. Mr. Grignon, ardiente defensor de la artillería de hierro forjado, al combatir los defectos que otros autores objetaron contra la admission de su proyecto, llevado de su celo, espuso razones á la verdad poco lógicas ni convincentes, y el tiempo que ha transcurrido, sin que se adopte tal artillería, á pesar de las recientes mejoras del arte, es una prueba incontestable de que al querer Mr. Grignon defender en absoluto su sistema, lo hizo con mas fervor que razon ni convencimiento.

17. En España se ha intentado repetidas veces, con écsito mas ó menos favorable, la fabricacion de este género de piezas, y muy recientemente hemos visto un ejemplo que prueba la habilidad de los obreros españoles, y los grandes adelantos, que harían nuestros artefactos, si contásen con los recursos y la proteccion de que disfrutan los fabricantes de otros paises.

En nuestra última guerra civil, el ejército carlista, no obstante que ocupaba cuasi todo el suelo vascongado, no habia tomado ninguna plaza fuerte, de cuyos almacenes pudiese surtirse de la artillería necesaria para cubrir los muchos puntos fortificados que formaban sus líneas de defensa, y se vió obligado á fabricar cañones de diferentes especies, contando solo con sus propios recursos.

Entre las muchas piezas, unas nuevas y otras antiguas, que usaron, llamaron la atencion dos cañones de hierro batido, uno

de á 36 y otro de á 24, estraídos de Orio en 1835, que hicieron en su poder muchos y muy buenos servicios, conservándose en muy buen estado despues de sufrir de 5 á 6000 disparos, y siendo causa el crédito que alcanzaron de que se emprendiese con ardor en aquellas provincias la construccion de piezas de hierro forjado de todos calibres, especialmente de campaña; y en la ferrería de Zubillaga, á media legua de Oñate, plantearon el taller para obtener estos productos, siendo forjador principal José Eizaguirre, conocido por su notoria habilidad.

En 1840, el Escmo. Sr. Director general del Cuerpo comisionó al Coronel Don José Odriozola para que pasando á las provincias vascongadas, recogiese todas las noticias y datos posibles relativamente á la fabricacion de artillería de hierro batido; y las indagaciones de este Gefe produjeron los brillantes resultados que espresó él mismo en una memoria, cuyo extracto ha sido publicado en el número 7 del tomo 1.º del memorial de Artillería, siendo sensible que no hubiese salido íntegra á la luz pública, pues además de la historia de los cañones de hierro batido que los carlistas usaron, y la esplicacion del método seguido en su fabricacion, contiene un ecsámen razonado y comparativo de esta clase de artillería con la de bronce, una demostracion de las contras que acarrea el poco peso de los cañones, y una noticia de la forma y dimensiones que serian convenientes para las piezas de hierro forjado de grueso calibre.

18. De todo lo dicho resulta; 1.º que el hierro es, de todos los cuerpos simples de la naturaleza, el que mas se aprocsima á llenar las condiciones necesarias para construir piezas de artillería. 2.º Que en la actualidad pueden forjaræ buenas piezas de hierro, sin que su coste esceda de  $\frac{2}{3}$  del de las correspondientes de bronce (véase en la memoria citada del Sr. Odriozola la tabla que espresa el coste de los cañones fabricados en Tagollada en la ferrería propia de D. M. de Ancio-la). 3.º Que aunque este artefacto no tenga toda la perfeccion

apetecible, es de presumir la adquiera en vista de los rápidos adelantos que hacen la mecánica y la metalúrgia, como así mismo el que la química facilite el medio de librar á estas piezas de los efectos deletéreos de los agentes exteriores.

19. Mientras estas lisongeras esperanzas no se realicen, es necesario acudir á otros medios para llenar las necesidades del servicio, y puesto que entre los cuerpos simples no hallamos otro capaz de satisfacerlas, ecsaminaremos las diferentes ligas y compuestos que se han usado para este fin.

20. Asunto es este en que, por mas que parezca que la eleccion está circunscrita á muy corto número de cuerpos, creemos que se está muy lejos de haber ensayado todas las combinaciones binarias, ternarias &c. que pudiesen dar lugar á un descubrimiento feliz. Los adelantos de la metalúrgia y la química presentan cada dia con nueva abundancia y pureza, cuerpos antes cuasi desconocidos; y á estas ciencias será tal vez deudora la posteridad de nuevos inventos que modifiquen ó destruyan nuestros métodos de fabricar artillería, y aun acaso nuestro sistema de guerra.

## *Del hierro colado y de su aplicacion á las piezas de artillería.*

21. Inmediatamente despues del hierro forjado, considerado en su aplicacion á la construccion de piezas de artillería, cumple á nuestro propósito tratar del hierro fundido, en cuanto dice relacion al mismo objeto. Este cuerpo, en su mayor grado de pureza, es siempre un carburo de hierro, mas ó menos carburado segun la naturaleza de la fundicion, y como la licuacion del metal se verifica solo á tan alto grado de temperatura, está muy lejos de ser fácil el obtener hierro colado, sin que contenga en su masa materias terrosas y otras substancias que modifican grandemente su naturaleza y propiedades; y la dificultad es tanta, que un mismo mineral, tratado en un mismo horno, con igual combustible y bajo la inspeccion y manejo de unos mismos obreros, produce con frecuencia resultados tan diversos en naturaleza y propiedades, que mientras unas veces se obtiene un hierro suave, compacto, impresionable por el golpe del martillo y dotado de cierta tenacidad, otras resulta una masa frágil y dura, verdadera mata de hierro, impropia para todos los usos, y en quien ni la lima ni el martillo logran hacer impresion. La figura del horno, la naturaleza del combustible, la del mineral, las proporciones en que entren ambos, la potencia de la máquina que inyecta el aire, la oportunidad y acierto con que trabajen los obreros, y hasta la temperatura y desecacion de los moldes, son circunstancias que bastan cada una de por sí para alterar el écsito y propiedades de una fundicion de hierro. De aqui nace la dificultad de dar reglas generales, ni fijar los caracteres especiales de las piezas de hierro colado, pues todas varían entre sí por mas que en su fabricacion se hayan procurado igualar to-



dos los datos. El ya citado Mr. Grignon refiere, que como quiera que al fundir los cañones de grueso calibre, es indispensable á veces la concurrencia de dos ó mas hornos para suministrar el metal necesario, tanto por el gran volúmen de la pieza, cuanto para llenar las marzotas y bebederos; se ha observado, que igualando todas las circunstancias en ambos hornos, hasta el punto de destapar simultaneamente los dos agujeros de la colada, tronzando despues la pieza por varias partes, se han visto clara y distintamente separadas las dos fundiciones, sin mas mezcla ni trabazon que el preciso engranage de las moléculas. En este asunto, pues, queda mucho que adelantarse á la metalúrgia, no obstante los descubrimientos modernos que á tan alto grado de perfeccion han logrado elevar las fundiciones de Lieja, con las cuales rivalizará sin duda nuestra ferreria de Trubia, objeto privilegiado de los incesantes desvelos del gefe superior del cuerpo, que ha encomendado su direccion y manejo á uno de nuestros mas brillantes oficiales. (a)

22. Segun los principios admitidos hasta el dia, la fundicion de hierro, puede calificarse, *de blanca no cristalizada, blanca cristalizada, gris y negra*. La fundicion blanca no cristalizada es la que se obtiene generalmente en las primeras campañas del horno; proviene de la reduccion imperfecta del mineral, y debe su existencia, ó á una marcha muy precipitada, ó á falta del combustible necesario, ó á desproporcion entre el fundente, el carbon, el mineral, y la corriente de aire. Es muy dura y quebradiza, presentando en su fractura el grano roto, cuela mal y se solidifica pronto, despidiendo de su escabrosa superficie chispas vivas y brillantes.

En esta, como en las demas fundiciones, el fósforo y el si-

---

(a) Don Francisco Elorza, Coronel de Infanteria y Teniente Coronel de Artilleria.



licio suelen entrar en su composicion, y á veces tambien el manganeso y algo de azufre. Esta fundicion contiene ademas de 2 á 4 p ‰ de carbon íntimamente combinado con ella.

23. Si esta misma cantidad de carbon, estuviera en estado de grafito, de modo que sus partículas fueran perceptibles, y diesen á la fundicion un color ceniciento, entonces tomaria esta el nombre de gris, la cual resulta cuando la marcha del horno se ha conducido con la debida lentitud, y el fuego, el mineral y el fundente han entrado en las justas proporciones.

La fundicion gris, que segun algunos autores, es la que debe emplearse para fabricar las piezas de artillería, es dulce y tenaz, la muerde la lima, el martillo reúne sus moléculas, y la fractura se presenta granulosa.

24. La fundicion blanca cristalizada difiere de las anteriores, ademas de su color, en que es muy dura y ágría, presenta en su fractura láminas largas y contiene 5 p ‰ de carbon.

25. La fundicion negra se forma cuando recibe en el horno un exceso de carbon y de temperatura: es una fundicion gris, en la que aumentándose la cantidad de grafito, el hierro toma hasta un 6 á 7 p ‰ de carbon, y se cubre de un polvo negro que llaman *kis* los fundidores. Esta fundicion presenta en su fractura partículas muy perceptibles de grafito, es poco dura y menos tenaz, se afina y se pule difícilmente, es poco líquida y arroja chispas azules al solidificarse.

26. El peso específico de la fundicion gris, es, por término medio, 7,20 y el de la blanca 7,50. Esta diferencia proviene esencialmente del arreglo particular de sus moléculas, en virtud del diverso grado de fluidez que presentan; observándose que vaciando en moldes absolutamente iguales dos proyectiles, uno de la fundicion gris y otro de la blanca, *el primero presenta su diámetro sensiblemente mayor que el segundo.*

27. Indudablemente la actividad del fuego y la cantidad de carbon, son los dos agentes que con mas poder intervienen

en la formación de una ú otra clase de fundicion, pues se observa, que sometiendo á mayor temperatura la fundicion blanca no cristalizada, se obtiene fundicion gris, mientras que si á esta se la funde á la menor temperatura posible puede convertirse en blanca. Además, si la fundicion blanca cristalizada queda en contacto con su escoria, manteniéndose líquida por algun tiempo, puede trocar parte de su carbon por el silicio de la escoria, y pasar á fundicion gris ó blanca granulosa.

Estas esperiencias confirman la opinion de Mr. Fournel, quien asegura, que el volúmen del carbon necesario para obtener un determinado peso de fundicion blanca, está con el que ha de emplearse para obtener el mismo peso de fundicion gris, á igualdad de las demas circunstancias, en la relacion de

$V$  á  $V + \frac{V}{2,31}$ , ó lo que es lo mismo; que si es  $P$  el peso

del carbon necesario para la fundicion blanca, el que se em-

plée para la gris será  $P + \frac{P}{2,28}$ .

28. Hecha esta ligera reseña de las diversas clases de fundicion de hierro que pueden obtenerse, vamos á tratar de los caractéres generales del hierro colado y de las piezas de artillería fabricadas de esta materia; habiéndonos detenido en esta digresion, porque en nuestro concepto, las pruebas ejecutadas para juzgar de la bondad de esta clase de piezas, no son concluyentes; ni lo serán las que en lo sucesivo se verifiquen, interin no se obtengan en los hornos de fundir el hierro productos constantemente iguales, homogéneos, y menos espuestos á las importantes variaciones que en su naturaleza reciben, por los agentes numerosos que intervienen en su formación.

29. La diversidad de resultados que se obtienen en el trabajo metalúrgico del hierro, es el motivo por el que los au-

tores hallan gran dificultad para fijar en absoluto algunas de las propiedades del hierro colado.

30. Tredgold, con referencia á las esperiencias hechas por Reynold y Rennie, valúa la fuerza necesaria para romper ó hacer saltar un cubo de fundicion en 200 kilóg. por milímetro cuadrado, mientras esta misma fuerza, segun el *Aide-memoire des officiers d'artillerie* no pasa de 100 kilóg. Diferencia muy notable, y que parece argüir ventaja en favor de las fundiciones inglesas. La resistencia á la estension de una barra de fundicion está entre 13 y 14 kilóg. por milímetro cuadrado de la seccion transversal. La fórmula de la resistencia horizontal, será para una barra prismática:

$$P = 18600000 \frac{b h^2}{l} \text{ y si es cilíndrica}$$

$$P = 87900000 \frac{r^3}{l}$$

en las cuales  $b$  es la base,  $h$  la altura,  $r$  el radio,  $l$  la dilatacion ó extendimiento en metros, y  $P$  la resistencia en kilógramos ( $a$ ).

Es muy notable la diferencia de resistencia horizontal de un cilindro ó prisma cuadrangular hueco de fundicion, respecto á otro sólido de igual materia, altura y peso, pues segun Duleau (pág. 63), llamando  $D$  al diámetro mayor ó lado esterior y  $d$  al interior, la resistencia del cilindro ó prisma hueco

será  $1 + \frac{2d^2}{D^2 - d^2}$  tomando por unidad la resistencia del ci-

lindro ó prisma sólido de la misma seccion. Suponiendo  $D=10$  y  $d=9$  la resistencia lateral del cilindro hueco con tales datos sería procsimamente  $9\frac{1}{2}$  veces mayor que la de el sólido de igual altura y del mismo peso. (Thiéry pág. 13)

---

(a) Kilógramo=2 libras, 2 onzas, 12 adarmes y 14 granos. Metro=1 vara, 7 pulgadas y  $\frac{4}{5}$  de línea. Milímetro= $\frac{1}{25}$  de línea.

31. Como cuadro comparativo de la resistencia del hierro forjado respecto al mismo metal fundido, copiamos las siguientes tablas de Duleau.

Resistencia que oponen á romperse las barras de hierro fundido, segun varía su longitud respecto á su base.

Siendo  $l$  la altura y  $b$  la menor de las dimensiones de su espesor ó seccion transversal.

Si  $l < 2b$  . . . . . 100 kilóg. por milímetro cuadrado.

Si  $l = 4b$  . . . . .  $\frac{2}{3}$  } de la resistencia calculada á 100 kilóg.

Si  $l = 6b$  . . . . .  $\frac{1}{2}$  } por milímetro cuadrado.

Si  $l > 20b$ , llamando  $a$  al lado mayor de la seccion transversal ó *esquadria*, y tomando en metros los valores de  $a$ ,  $b$  y  $l$  tendremos para  $Q$  en kilóg.

$$Q = 8800000000 \frac{ab^3}{l^2}$$

Y para una pieza cilíndrica, cuyo radio sea  $r$

$$Q = 8500000000 \frac{r^4}{l^2}$$

El hierro forjado, con iguales datos produce las fórmulas siguientes:

Si  $l < 2b$  . . . . . 40 kilóg. por milímetro cuadrado.

Si  $l = 12b$  . . . . .  $\frac{5}{8}$  } de la resistencia calculada á 40 kilóg. por

Si  $l = 24b$  . . . . .  $\frac{1}{2}$  } milímetro cuadrado.

$$\text{Si } l < 20b \text{ tendremos } Q = 1600000000 \frac{ab^3}{l^2}$$

$$\text{Y para el cilindro, cuyo rádio es } r; Q = 15500000000 \frac{r^4}{l^2} \text{ (a).}$$

---

(a) Véase Thiéry *applications du fer aux constructions de l'artillerie*, págs. 190 y 191, 1.ª parte.

32. En general el hierro colado es menos oxidable que el forjado y la naturaleza de la fundición influye mucho en la acción que la atmósfera ejerce, notándose que la fundición es tanto menos oxidable cuanto mas carburada está, y esta circunstancia unida á la excesiva dureza que posee, harian preferible esta materia al hierro forjado para la fabricacion de las piezas, si su fragilidad no fuera tal, y su elasticidad tan escasa, que la repetición de golpes pequeños ó esfuerzos sucesivos alteran sordamente la materia, trastornan y debilitan la cohesión molecular, disminuyen su resistencia absoluta, y la preparan para dar un estallido al exigirles un servicio muy inferior al que en otras ocasiones hayan prestado; y si, como ya hemos dicho, las piezas de hierro forjado suelen reventar á veces, con mas razon lo harán las de hierro colado cuya tenacidad es de 5 á 6 veces menor.

33. Carecemos de datos suficientes para determinar la época en que comenzaron á usarse cañones de hierro fundido. Sabemos solo que en España se fundian ya piezas de esta clase en la ferrería de Anciola á principios del siglo XV, siendo probable que pocos nos hayan precedido en este género de fabricacion, pues aunque el General Huguenin, asegura haber visto un cañón de hierro fundido en Bois-le-Duc con la fecha de 1411, sin embargo, como es necesario combinar esta época con la de la invención de los altos hornos, nos será lícito suponer con Mr. Meyer, que esta fecha debió ser equivocada con la de 1511.

34. En 1540 Ralph-Page fundió otro cañón de hierro en Rackstadt, y en 1547 empezó ya á generalizarse el uso de esta artillería, que fué cuasi esclusiva en algunos países por espacio de un siglo, pues en Inglaterra no se fundieron cañones de bronce hasta el año de 1633.

35. Nuestros vecinos del otro lado del Pirineo, los que en la actualidad nos aventajan en cuasi todas las manufacturas, no fundieron cañones ni municiones de hierro hasta el año 1600, cuasi un siglo despues de elaborarse estos artefactos en el suelo



vascongado. ¡Tan cierto es que la preponderancia política es el elemento que asegura á los pueblos el primer puesto en la escala de la civilización!

36. El buen uso que debieron prestar los cañones de hierro en una época en que su servicio se hacia con suma lentitud, en que las balas tenían mucho viento, y en que las pólvoras debían tener menor fuerza, aunque se fabricaban con las mismas dosis é ingredientes que ahora, por la impureza de estas primeras materias, y por la menor escrupulosidad y esmero empleados en su fabricacion; hizo que sucesivamente se fuesen adoptando en todas las naciones, y se usasen, no solo en la marina, donde su menor peso era desde luego una ventaja respecto á las de bronce, sino tambien en las plazas fuertes, y en algunas partes hasta para las baterías de campaña, pues su moderado coste proporcionaba el que se construyesen en gran número. Así que en Suecia en 1640, en Alemania en 1577, en Silesia en 1470, en Sajonia en 1594, en Harz en 1626, y en Prusia en 1667 se fueron estableciendo sucesivamente fundiciones de artillería de hierro, cuyos numerosos productos poblaron en breve las costas y los mares.

37. Los cañones fundidos en S.<sup>nt</sup> Gerbais, en el Delfinado, alcanzaron una gran reputacion, así como tambien los fundidos en el Perigord.

38. En España se fabricaban tambien muchas de estas piezas, superiores en calidad y buenos resultados, á las que producian por aquellos tiempos las fundiciones de Lieja, y era tal la abundancia con que se fabricaban por do quiera cañones de hierro, así para la marina militar, como para la del comercio, que en Suecia una sola fábrica espendió por mucho tiempo anualmente de 400 á 500 cañones.

39. Todas estas piezas se fundian en hueco hasta que en 1729 se planteó en Lyon una máquina horizontal para barrenar, y en 1734 se hicieron los primeros ensayos, cuyos resultados fueron perfeccionándose poco á poco hasta que ya en 1744 y



45 Mr. Maritz desterró el uso de fundir en hueco en Strasburgo y en Douay, estableciendo máquinas de barrenar.

Este Mr. Maritz, nombrado en 1755 inspector general de las fundiciones de Francia, introdujo en ellas considerables mejoras, perfeccionando el arte de fabricar cañones de hierro, fundidos en sólido; pero sin duda por la dificultad de barrenar las piezas, cuando la fundición era muy dura, procuraba obtener un hierro blando, tal como el que proporciona una fundición demasiado gris, pues suponía que un tal hierro, reuniría una tenacidad considerable á la propiedad de dejarse barrenar y tornearse en la máquina de su invención.

40. El marques de Montalembert combatió este sistema, estableciendo luminosas teorías, tanto mas dignas de aprecio, cuanto que á su mérito intrínseco se une la consideración de la época en que escribió este grande hombre, cuyas doctrinas no lograron convencer al obstinado Maritz, resultando de aquí, que el mal éxito de las pruebas ejecutadas con varias piezas de las fundidas bajo su dirección, fue causa de que en 1764 se le excluyese de esta empresa y volviese la marina real á encargarse de la fabricación de sus cañones.

41. No nos detendremos aquí á enumerar las razones en que apoyan sus opiniones respectivas los partidarios de las fundiciones en sólido y en hueco, y solo diremos, que la menor resistencia de los cañones fundidos por Maritz, y los que en seguida se fabricaron por la marina real, dió motivo á que se emprendiese de nuevo la fundición en hueco; sin detenerse á examinar si los resultados obtenidos por Maritz, dependían esencialmente, como afirmaba Montalembert, de la calidad del hierro que empleaba. Las numerosas pruebas ejecutadas con las piezas de hierro colado en diferentes puntos, arrojan datos tan diversos, que ninguna verdad concluyente puede deducirse respecto á la bondad de los cañones de aquella época; pero Saint-Remy, Sarti, Miethen, Ufano y otros convienen en la poca tenacidad de unos cañones espuestos á reventar con frecuencia,

é incapaces de competir con la seguridad que ofrecen los cañones de bronce.

42. En las piezas antiguas de hierro colado, y especialmente en las de grueso calibre, no solo se nota á veces la diferente calidad de la fundicion por haber bebido el molde simultáneamente de dos hornos altos; sino que en algunos se ha encontrado tal falta de homogeneidad en su materia, que hasta pedazos de mineral sin reducir, aparecen implantados en su masa, revelando por decirlo así la infancia de este arte que tan rápidos progresos ha hecho modernamente.

43. Ya en 1770 Wilkinson estableció en Indret el primer horno de reverbero, é introdujo el moldeo en arena, dado á conocer por Monge algunos años despues; y en 1780 empezaron á construirse los hornos de viento para fundir el hierro. Estos tuvieron su origen en Inglaterra, donde convencidos de las ventajas que su uso reporta, han ido abandonando poco á poco el uso directo de los altos hornos para fundir cañones; y este progreso de la industria ha sido importado en Francia, en Silesia, en Alemania, y en los Países Bajos; no sucediendo lo mismo en Suecia, porque la calidad de sus minas de hierro, les permite obtener directamente de los altos hornos metal tan bueno, ó mejor, que el que en otras partes produce la refundicion en hornos de manga ó de reverbero.

44. El trastorno general que produjo en Europa la revolucion de Francia de fines del último siglo, el grito de guerra que hizo volver á las naciones del letargo en que yacían despues de una paz tan duradera, y la necesidad en que todas se vieron de armar numerosos y bien pertrechados ejércitos, fueron motivos todos que dieron un grande impulso á la fabricacion de piezas de hierro, para el material de la numerosa artillería que reclamaba la táctica de la época. En todas partes se fundian piezas de hierro que pasaban, aun á los trenes de sitio y de campaña, á prestar servicios mas ó menos útiles segun su procedencia, y los medios empleados para su

fabricacion; pues al paso que en la guerra de la Península, los cañones de hierro empleados en los sitios, se hicieron acreedores á los elogios que en 1819 les prodigó el Coronel John May; en Kolberg la explosion de muchos cañones de esta especie hizo temer que aquella fortaleza sepultase entre sus ruinas á sus heroicos defensores.

45. Innumerables ejemplos podrian citarse de los que aducen en favor de sus opiniones los partidarios y los enemigos de los cañones de hierro colado, y presentariamos al lado de cañones que han resistido hasta 3000 disparos sin deterioro sensible, remesas enteras de piezas fabricadas en los talleres mas acreditados de Europa; cuya tercera parte, ó mas, han reventado al sufrir pruebas, por cierto nada rigurosas; pero nos abstenemos de hacer de estas una enumeracion prolija, porque no podría sacarse de su comparacion ningun resultado concluyente. Sin embargo, ya que hemos hecho mencion de las piezas de hierro, que los ingleses emplearon en la guerra de la Península, no dejaremos de insertar aquí algunas notas relativas á este asunto que Mr. Thiery ha extractado de una memoria, recientemente presentada en Paris, al Ministro de la guerra.

46. Escarmentados los ingleses de la poca duracion y la degradacion rápida que sufrieron 40 cañones de bronce portugueses, empleados en el primer sitio de Badajóz en 1811, resolvieron traer de su pais piezas de hierro colado de grueso calibre para sus trenes de sitio. Estas piezas comenzaron á hacer su servicio en España, en Enero de 1812, contra Ciudad-Rodrigo. Establecieronse en batería á 500 metros de la escarpa, é hicieron fuego sin descanso; hasta que al cabo de 32 horas y  $\frac{1}{2}$  hubieron abierto dos brechas practicables. El sitio duró, sin embargo, cinco dias, el último de los cuales fue la plaza tomada por asalto. No obstante, pues, un servicio tan violento, ningun cañon de hierro reventó, ni se advirtió en ellos deterioro notable: Procedió en seguida el ejército á sitiar por



segunda vez á Badajóz. El tren de batir de hierro se componía de 16 piezas de á 24, 24 de á 18, y 6 obuses. Las baterías se situaron á 650 metros. Comenzó el ataque el 30 de Marzo, y para el 6 de Abril estan practicables tres enormes brechas de 40, 90 y 150 pies de anchura.

El fuego duró 104 horas y los proyectiles arrojados fueron 35346 sin que se inutilizase pieza alguna, á pesar de haber hecho cada cañon de á 24, 1249 disparos con bala sin salero.

Iguales buenos resultados dieron los cañones ingleses de hierro, empleados en 1813 en el sitio de S. Sebastian. El tren de batir tenia 34 de estas piezas, entre ellas 20 de á 24. Las baterías situadas á 600 metros de la escarpa, abrieron en ella una brecha de 100 pies de larga al tercer dia de fuego.

Estos mismos cañones sufrieron al dia siguiente 15½ horas de servicio para abrir una nueva brecha, haciendo cada una en este espacio de tiempo de 300 á 350 disparos, ascendiendo á mas de 3000 los que hicieron algunos cañones durante todo el sitio; quedando en tan buen estado de servicio, que en el asalto, arrojaron por encima de las columnas de ataque, los sharapnells (a), proyectiles que tanto estrago hicieron en los de-

---

(a) Estos proyectiles han sido por mucho tiempo objeto de estudio para los artilleros ingleses, quienes han logrado darles un grado de perfeccion notable. Son unas verdaderas granadas, en cuyo interior, además de la pólvora necesaria para la explosion, se colocan balas de plomo de las de á 14 en libra (inglesa) y la espoleta correspondiente con sus tiempos graduados, de manera que el sharapnell reviente al concluir su trayectoria. Están construidos de hierro colado, procurando que la fundicion sea tenaz, para que no revienten dentro del ánima por efecto del choque. Podremos considerar á estos sharapnells, como unos botes de metralla esféricos, y bajo este punto de vista presumen muchos que el efecto de las balas de plomo, que ván dentro de ellos, será de muy poca consideracion; pero las esperiencias hechas en Woolwich, demostraron que aun reventando los sharapnells á 1100 metros de la batería, todavia eran mortíferos los efectos de sus balas, no solo

fensores de la brecha, y que cayendo algunos sobre un repuesto de bombas y granadas, originaron una voladura, que aceleró, con el desórden que produjo, la pérdida de la plaza.

47. Estos ejemplos parecen justificar la pretension de los ingleses, que en competencia con los suecos, sostienen ser su artillería de hierro, la mejor que se funde. Asi lo aseguran en la actualidad escritores de nota, atribuyendo esta ventaja á la refundicion que hacen en sus hornos de reverbero, del producto de los altos hornos, que es considerado simplemente como mata de hierro. Esto no obstante; y aunque en el arsenal de Woolwich existen aun cañones de hierro de los empleados en la Península, dispuestos para servir de nuevo cuando fuere necesario, no puede suponerse, como pretenden algunos oficiales ingleses, que jamas piezas fundidas en sus fábricas, puedan dar mal resultado; pues no en una, sino en muchas ocasiones, se han visto estallar cañones ingleses.

48. En el bombardeo de Copenhague por la escuadra del Almirante Nelson, estalló un mortero de á 13, y otro igual al frente de Argel; un cañon de á 12 en España; otro de á 36 en Sicilia; y otros dos, uno de á 24 y otro de á 12 en el sitio de Dantzik en 1813; todo lo cual comprueba, que, aun en Inglaterra, resta bastante que perfeccionar en este interesante artefacto.

49. No obstante lo dicho, la práctica de fundir tanta artillería, y la esperiencia de su servicio, produjo en favor de este arte, durante la revolucion francesa, los mas felices resultados; y los adelantos que este y otros muchos ramos del saber humano han hecho despues, fueron engendrados en el desórden de aquel gran cataclismo social y político.

---

en el calibre de á 24, sino en los menores hasta el de á 4 inclusive; por consiguiente son muy dignos de ecsámen unos proyectiles, que llevan á tan larga distancia los desastrosos efectos de la fusilería.



50. Después que hayamos examinado los minerales mas á propósito para obtener una buena fundicion, y el dictámen de los que, como Mr. Moritz Meyer, prefieren la fundicion blanca á la gris, trazaremos tambien una reseña de los métodos empleados para fundir en Inglaterra y en Suecia, procurando que este asunto no nos desvie demasiado de nuestro propósito de tratar mas teórica, que prácticamente esta materia.

51. Mr. Moritz Meyer, que ha tenido la ocasion de estudiar de cerca esta manufactura en diferentes paises y circunstancias, que ha visto fundir muchos cañones de hierro, y ha hecho por sí mismo numerosas esperiencias; reuniendo asi como datos para la resolucion del problema, los conocimientos de la práctica á los de la teoría, es de parecer de que no solamente pueden obtenerse piezas de hierro colado que satisfagan á todas las escigencias, sino que este objeto puede conseguirse en una fundicion bien dirigida con todos los minerales de hierro, escepto muy pocos de ellos, y en particular los que dán al metal la propiedad de ser quebradizo en frio.

Del mismo modo opina Breithaup, diciendo, que pues el hierro puro es el mismo, cualquiera que sea el mineral de que se estraiga, todas las variedades de sus minas benéficiales pueden considerarse á propósito; pero nosotros solo nos conformaremos con el parecer de este autor, cuando resulte demostrado, que la metalúrgia es igualmente poderosa para estraer hierro puro de cualquiera variedad de sus minas. En todos los paises hay prevencion en favor ó en contra de ciertos minerales, y aun los autores mas acreditados no están de acuerdo sobre este punto. Grignon dá la preferencia á los minerales calcáreos y Selstrone á los silíceos ó cuarzosos.

52. Las propiedades del hierro puro son tan escelentes, que cuasi ninguna de las aligaciones que puede formar con otros metales, tiene uso en las artes; antes al contrario, los cuerpos, asi metálicos como metaloides que en la naturaleza le acompañan, y de los que cuesta mucho trabajo separarlo, le



comunican propiedades mas ó menos perjudiciales para su uso.

53. El azufre, entrando siquiera en la proporcion de  $\frac{1}{2}\%$  p  $\%$  ya le hace desmenuzable y frágil en caliente, y hace que el mineral produzca la fundicion blanca.

54. El fósforo, entrando en la dosis de  $\frac{1}{3}\%$  p  $\%$  le hace blando y fácil de trabajar en caliente, pero quebradizo en frio, haciendo muy fusible y líquido el producto de los altos hornos.

55. El antimonio le vuelve desmenuzable en frio y quebradizo en caliente; y lo mismo el arsénico, si entra en la liga en cantidad considerable.

56. El estaño, en la proporcion de 1 p  $\%$  le hace muy quebradizo en frio, le dá un grano fino y apretado, y al mismo tiempo mayor sonoridad y dureza.

57. El cobre aumenta la dureza y tenacidad del hierro, pero llegando á  $\frac{1}{4}$  p  $\%$ , le hace ágrío y quebradizo en caliente.

58. El manganeso aumenta la dureza del hierro, sin hacerle perder de su tenacidad, pero no está determinado desde qué dosis empieza á ser perjudicial, aunque sí es evidente que impide siempre la formacion de la fundicion gris.

59. El zinc, el cromo, el oro, el bismuto, y el cobalto, entrando en pequeñas dosis, no alteran la calidad del hierro.

60. El titano hace á sus minerales refractarios, y da al metal tenacidad y dureza.

61. El nikel le hace fusible, dulce, y tenaz.

62. La plata y el platino, en corta cantidad, le dan dureza y tenacidad, esta última propiedad la pierde si contiene aluminio.

63. Por último; el silicio, que se une al hierro por cementacion formando verdaderos siliciuros, echa á perder el mejor hierro, haciéndole frágil, aunque no entre en mas proporcion que la de  $\frac{37}{100}$  p  $\%$ .

64. En Suecia, donde las fundiciones de artillería de hierro

gozan de una grande y merecida reputacion, se emplea desde tiempo inmemorial, el mineral de hierro llamado magnético.

Este mineral, segun el General Ravichio de Peretsdorf, está compuesto de protóxido y bióxido de hierro, y se encuentra formando una roca negra, dura y cuarzosa en los terrenos graníticos en masas considerables y rara vez en filones. Es sin embargo bastante fusible despues de reducido á pequeños pedazos.

Los últimos análisis dán para el hierro magnético ó ferrato de hierro (a) 69 partes de peróxido para 31 de protóxido en cada 100 partes.

65. No todos los hierros magnéticos son igualmente apreciables para este fin, y generalmente se dá la preferencia á los que presentan cristales grandes y pronunciados. Estos cristales son siempre octaedros mas ó menos modificados, ó dodecaedros romboidales.

66. Las fábricas suecas, de Finspong, Aker y Stafsjo, que suministran la artillería, no solo para Suecia, sino para Noruega, Dinamarca, Prusia, Piamonte, Nápoles y el Egipto, emplean el hierro magnético; dando la preferencia á una variedad de esta especie llamada *Forola*, habiendo acreditado la esperiencia, que las piezas, para ser buenas, requieren en su composicion  $\frac{7}{15}$  al menos de forola. Entran tambien en la mezcla algunas partes de hierro magnético piritoso y de hierro specular, oligisto. Este último mineral tiene en cada 100 partes 30,66 de oxígeno, y 69,34 de hierro; apenas tiene accion con el iman, cristaliza en romboedros, y solo debe formar  $\frac{1}{10}$  de la fundicion; pues si en esta proporcion, facilita la buena marcha del horno, en mayor cantidad produciria una fundicion muy gris y poco tenaz.

67. El mineral de hierro magnético, tan abundante en Suecia y en Noruega, lo es tambien en España, siendo de esta na-

---

(a) Sexquiascato de hierro.

turaliza el que se emplea en las fundiciones de Málaga, procedente de Marbella, y en el Pedroso. El mineral de Montecilio, que se usaba en la fundicion de la Cabada, formaba por necesidad gran parte del empleado para fundir cañones en aquella fábrica; pues aunque dá por sí un hierro blanco, agrio y quebradizo, por contener tal vez mucho manganeso, sin embargo, habiéndole escludido de la fundicion, los resultados no fueron satisfactorios.

68. En el establecimiento rehabilitado de Trubia, donde deben fundirse, no solo municiones, sino tambien cañones de hierro, se hará probablemente uso del hierro oxidado é hidratado de la especie Limonita, variedad wolítica que ofrecen con abundancia las minas de Castañedo del Monte, donde se presenta en grandes capas ó vetas, y tambien en una arenisca mas ó menos rica. Además, en el monte Lloy, en Berció, en Caldas, en el alto de los Cadavales y otros puntos circunvecinos, se hallan criaderos de hierro oxidado é hidratado, que se presenta bajo diferentes aspectos. Esta clase de minerales de hierro, que son los que mas generalmente se emplean en Francia, contienen segun los análisis hechos por Beudant

Perox. de hierro.....	73,3
Ox. rojo de manganeso.....	4,0
Agua.....	13,7
Silice insoluble.....	2,6

Seria de desear que los ensayos que se hagan en Trubia no se limiten á mezclar en diferentes proporciones los productos de las minas que circundan la fábrica, sino que, puesto que en nuestro pais ecisten minerales de hierro de muchas especies diversas, se hicieran pruebas comparativas entre los minerales magnéticos citados; el hierro oligisto, abundante en nuestras provincias meridionales y tan apreciado en Suecia y en Noruega; el hierro carbonatado ó espático que surte nuestras forjas

catalanas, y que constituye la riqueza ferrifera de la Inglaterra, y el hierro de las minas de Trubia, que pertenece, como hemos dicho, á la variedad Limónita, y que si bien es cierto que es el que cuasi esclusivamente sea emplea en Francia, consiste en que sus minas son de hierro rojo, incapaz de sostener la competencia con los minerales magnético, oligisto y carbonato, que producen siempre un hierro muy superior.

Estos ensayos ocasionarian algunos dispendios, que serian recompensados con usura por el buen resultado de los productos de la fábrica de Trubia; establecimiento que por su situación y circunstancias particulares, está llamado á ser uno de los primeros de su género en Europa, y puede surtir de cañones, no solo á la marina militar, sino á todas las plazas y costas, y aun al ejército, si el écsito de sus trabajos corona los desvelos de su sábio director.

La mezcla oportuna de diversas cantidades de cada uno de los minerales, es la que ha de conducir al acierto en este cesámen, en union con la direccion del trabajo metalúrgico.

69. El mineral llamado en Suecia *de marismas*, produce una fundicion muy gris, que refundida en hornos de reverbero puede emplearse con ventaja para construir cañones. Esta segunda fusion hace útil el producto de la peor mina de hierro magnético.

70. Algunos autores opinan que es conveniente que el hierro colado conserve algo de azufre, y á este fin aconsejan que en el bocarte no se trituren demasiado los minerales. Respetamos su opinion sin que nuestro pobre concepto pueda adherirse á una teoría, tan poco compatible con las propiedades fisicas que el azufre presta á los metales, con quienes se asocia.

71. Los altos hornos en que se benefician los minerales de hierro, y de los que á veces se funde directamente la artillería, han sufrido notables alteraciones en sus dimensiones y figura y aunque aquellas dependen de la naturaleza del mineral que se trabaja, del combustible que se emplea y del po-

der de la corriente de aire que se los suministra, damos sin embargo, en la ( lám. 12 fig. 10) el corte vertical de uno de estos hornos, cuyas dimensiones, arregladas á la escala, son las mas generalmente usadas.

To lo el espacio vacío del horno, comprendido desde *N* hasta *A* se llama la *cuba*, y las diferentes partes que lo constituyen, reciben los nombres siguientes:

La abertura *A* se llama la *bocaza ó gueulard*.

El espacio comprendido desde *A* á *B* la *chimenea* ú hogar superior.

El espacio *BC* el *vientre* del horno.

La union de los dos conos truncados *B* y *C* los *atalages*.

El cono ó pirámide truncada inversa *C* es el *ouvrage* ó *laboratorio* del horno, y la parte *EN*, destinada á recibir el metal fundido, es el *crisol*.

La estension que este tiene hácia *E*, termina en una gran piedra *G*, llamada la *dama*, recubierta de una plancha de hierro colado, en la disposicion que marca la figura, por cima de la cual resbalan las escorias. Esta plancha se llama el *gentil-homme*, segun la nomenclatura francesa.

El revestimiento interior del horno es de ladrillos ó piedras refractarias, se llama la *camisa* y se construye con entera independencia del resto de la fábrica á fin de poderla renovar con la frecuencia que su uso requiere.

Algunos hornos tienen dos ó mas camisas concéntricas y separadas entre sí unos 15 centímetros, cuyo espacio se rellena de ladrillos molidos, arcilla refractaria ú otro cualquiera cuerpo mal conductor del calórico.

En el espesor del horno se practican los huecos ó galerías á bóveda, tales como *M*, que son necesarios para sacar el metal y para inyectar el aire.

La parte *P* se llama la *batalla del horno*, y es un muro que circunda á la bocaza para impedir que el aire, derramando la llama, originase un incendio.



Suele llamarse *rustina* á la cara del crisol que está en frente de la dama. Las otras dos se denominan *costado de la tobera* y *costado del contraviento*. La parte *F* del macizo se llama *el pecho del horno*. La otra plancha de hierro que defiende la parte *F* del macizo, por donde mira al crisol, se llama *el tin ó timpe*.

Entre la dama y el lado del contraviento queda un orificio de 6 á 8 centímetros de diámetro. Llama o el *agujero de la costada*, el cual se tapa con arcilla hasta el momento de desocupar el crisol, dando salida al metal líquido.

El conocimiento de los efectos de la humedad y de la dilatación que el calórico produce, espica, mejor que una relación minuciosa, la idea que debe presidir á la construcción del macizo de estos hornos, y á la armadura de barras de hierro que los reviste.

72. Hemos dicho que las dimensiones del horno están subordinadas en gran parte á la calidad del mineral y del combustible, y con efecto, la experiencia ha demostrado:

1.º Que los *atalages* bajos y anchos solo convienen para minerales muy fusibles.

2.º Que si el mineral es refractario y el carbón de madera, la altura y el ancho del *ouvrage* por abajo, deben estar en la relación de 5 á 6 con respecto á los hornos en que se use el *cooke*.

3.º El ángulo que la generatriz del cañon de los *atalages*, forma con la horizontal, es generalmente de 60.º, pero esta inclinación se modifica según el aire, el mineral y el combustible.

4.º La altura mínima de los hornos, cuando se tiene una máquina poderosa para inyectar el aire, debe ser

Para carbones vegetales ligeros.....	9 <sup>m</sup> ,50
Para idem de maderas duras.....	11,00
Para idem de cooke.....	13,00



73. El tubo cónico de la tobera, penetra algunos centímetros dentro del horno y puede ser de arcilla, de hierro ó de cobre. Su colocacion suele ser 65 centímetros distante del fondo del crisol, en los hornos de cooke, y 12 ó 13 centímetros mas abajo, en los de carbon de madera. La tobera puede estar inclinada hácia arriba ó hácia abajo ú horizontal. Esta última colocacion es la mas ventajosa.

74. En algunos hornos se pone tambien tobera en el lado del contraviento, y aun en Inglaterra suele colocarse otra en la rustina, cuidando siempre de que los ejes de las toberas no estén en la misma línea, para que no se choquen las corrientes de aire y disminuyan, neutralizándose, el poder de la máquina inyectante.

75. La operacion de secar el horno se ha de hacer lentamente y con un fuego moderado alimentado con maderas secas, primero en el crisol solamente, y pasados algunos dias en el laboratorio. Si el horno es nuevo dura este procedimiento á veces hasta quince dias, y si ya ha servido puede reducirse á ocho y aun á dos. Antes de este tiempo se llena la cuba de carbon que se deja consumir lentamente, renovándolo para mantenerla llena, y no inyectando mas aire que el que naturalmente entre por la puerta del trabajo, es decir, la abertura del crisol, estando quitada la dama. Por dicha abertura se introducen tambien unas barras de hierro, que sostenidas por fuera hasta la altura del *time* sirven como de parrilla para sostener el carbon, y permiten sacar las cenizas que obstruyen el crisol.

76. Pasado el tiempo indicado, se empiezan á alternar con las cargas de carbon, lechos delgados de mineral con su peso de fundente. En cuanto se nota que el hierro empieza á aparecer en el crisol, se pone la dama, se tapa el agujero de la colada, y empiezan á andar los fuelles, aunque con muy poca fuerza, aumentado esta progresivamente y tambien las cargas; hasta que pasados quince dias despues de puesto en fuego, en-

tra el horno en su marcha regular. Esta se reduce á observar cuando la carga del horno descendiende; medir su profundidad por medio de unas barras de hierro en forma de escuadras; y cuando haya descendido lo bastante, se echa un nuevo lecho de combustible reducido á pedazos pequeños, aunque no tan menudos que obstruyan la corriente del aire, y sobre este lecho de carbon se echa el mineral revuelto con el fundente en las proporciones que su naturaleza requiera.

Así sucesivamente se alternan las capas de combustible y mineral, siendo preferible emplear para el carbon la medida de volúmen á la de peso que está mas dependiente de la influencia de la humedad; pues conviene igualar todas las circunstancias, á fin de que la marcha del horno resulte constante y uniforme.

En general debe evitarse siempre que el mineral, el combustible ó el fundente vayan húmedos al horno, porque lo enfrían si entran en él en tal estado.

77. A la esperiencia corresponde fijar el número de cargas que se han de hacer cada dia, así como su volúmen y proporción de sus componentes. El volúmen de cada carga, está en razón directa de la altura del horno, de la peor calidad del combustible, y del mayor peso y figura redondeada de los trozos de mineral.

El número de cargas que se hacen al dia depende de la cantidad de aire que suministran los fuelles, y en general del desarrollo de calor en el horno.

El peso de cada carga puede variar desde 188 hasta 800 kilog.

La cantidad de combustible, respecto al mineral, es muy variable, y puede llegar á ser igual ó mayor que aquella segun las circunstancias. Igualmente varía la proporción del fundente. Su límite mayor suele ser  $\frac{1}{4}$  del peso del mineral, y desde ahí decrece hasta una fracción bastante pequeña.

Dicha cantidad y la naturaleza del fundente estan subordi-

nadas á la calidad del mineral, pues como el objeto es formar los silicatos de cal, alúmina y magnesia ó manganeso, si el mineral es muy silíceo se echa un fundente calcáreo, llamado *castina*, y si aquel es calizo el fundente será de materias arcillosas ó cuarzosas, y en este caso se llama *erbué*. Un ensayo ó tanteo bien dirigido marcará la justa proporción de fundente, que será la que proporcione mayor cantidad de fundición y una escoria muy vidriosa.

El número de cargas diarias en los hornos de cooke llega hasta 8 $\frac{1}{2}$ , y en los de carbon vegetal varía desde 14 á 32.

78. Una vez establecida la marcha del horno no tarda en presentarse el metal fundido en el crisol. La altura de este, comprendida entre la dama y el timpe, se tapa con ceniza de cooke ó con arcilla. El crisol se vá llenando sucesivamente de hierro líquido cubierto de una capa de escorias, las que se sacan en el momento que la superficie del baño se acerca á la altura de la tobera.

Si la escoria está muy líquida, lo que sucede pocas veces, se la deja correr por encima de la dama, abriendo un agujero en la pared de cenizas ó arcilla que cierra la boca del crisol; pero sino lo está, hay que destapar la abertura á fin de poder maniobrar libremente en el crisol, arrancar con barras de hierro las escorias que se adhieren á sus paredes y quitar las que esten líquidas, por medio de una especie de batiñera ó garabato plano y rectangular, con el que se las acerca á la dama y se las hace resbalar por encima de la plancha de palastro que la recubre.

Esta maniobra en el crisol, debe hacerse las menos veces posibles, porque para ella hay que parar los fuelles, y el aire que entra por la boca del crisol enfria el baño y la carga del horno. En los hornos de cooke no puede prescindirse de hacer esta operación cada seis horas al menos, pues además de que sus escorias son siempre viscosas, se forma en ellos una ceniza incombustible, que si no se quita pronto, se combina con la es-

coria, y la hace aun mas tenaz y pegajosa. Estas escorias, que antiguamente se despreciaban, en la actualidad se utilizan empleándolas en pequeñas porciones en los hornos de afinó, para lo cual, despues de bien frias, se bocardean y se lavan, dejándolas reducidas á granalla.

79. Cuando ya el crisol está lleno, lo cual sucede una, dos ó tres veces al dia, segun su tamaño, se paran los fuelles; se limpia perfectamente el baño y se destapa con una barra ó bostador el agujero de la colada, para que el metal en su estado de fluidez corra por las canales, preparadas de antemano, á llenar los moldes; aunque en algunas partes suelen recibir el metal en un depósito ó caja de arena, desde donde le dán salida luego a los moldes, evitando así los accidentes que suele originar la manera impetuosa con que el metal se lanza fuera del crisol.

80. Si los objetos moldeados son pequeños, se saca el metal del crisol por medio de cucharas de hierro, revestidas de arcilla.

81. Una vez agotado el hierro fundido, se llena la parte anterior del crisol de carbon encendido, se tapan el agujero de la colada y la entrada del crisol ó boca del trabajo, y se vuelven á hacer andar los fuelles.

82. Inútil parece advertir que cuando se haya de apagar el horno, se disminuya el fuego de una manera progresiva, siguiendo, aunque en sentido inverso, la misma marcha emprendida desde que se le empezó á secar, pues todo cambio repentino de temperatura, origina la destruccion de unos aparatos cuyo coste es muy considerable. Cuando solo se quiera suspender la marcha del horno por unos dias, se cierran herméticamente todos sus orificios, cuidando de rellenarlo de cuando en cuando de carbon.

83. Para el servicio de un alto horno, se emplean constantemente seis operarios, á saber:

    Dos fundidores que se relevan alternando, con los gefes

del taller y dirigen los fuelles; su puesto es abajo para estar á la mira del crisol, que es donde trabajan.

Otros dos operarios alternan igualmente en el servicio del gueulard, y cuidan de echar con oportunidad las cargas correspondientes. En este trabajo les ayuda el quinto obrero, ocupado en llenar los cestos ó seras de carbon, y por último el sexto, que es el *boca copela*, está á las órdenes de los fundidores para sacar la escoria &c.; pero cuando se trata de limpiar el crisol, acuden todos seis para ayudar y relevarse en esta operacion.

84. Los útiles ó herramientas necesarias en el alto horno son:

Una docena de barras cilíndricas de hierro de unas dos pulgadas de diametro, y desde 3 $\frac{1}{2}$ , hasta 7 varas de longitud. Sirven para arrancar las escorias pegadas á las paredes del crisol, y á este fin tienen aplastado uno de sus extremos como las barras comunes.

Cinco ó seis batideras ó garabatos de hierro, muy semejantes á los que usan los albañiles para mezclar bien sus morteros, con la diferencia de que la pala está con el á til formando ángulo recto: sirven para arrastrar las escorias del baño hácia la dama.

Para recoger estas luego, y separarlas del horno, se usan otras batideras semejantes con su mango de madera.

Tambien debe haber dos ó tres garabatos mas pequeños que sirven para desembarazar la tobera, de las escorias y el hierro, que se adhieren á ella, y por último son necesarias dos especies de espátulas de hierro, que sirven para colocar la tierra al rededor de la tobera y arreglar su abertura.

85. Los signos exteriores que el horno presenta, cuando su marcha es regular, y el mineral, el fundente, el combustible y el viento concurren para formar una buena fundicion gris ó *truité* son:

1.º Aparicion en el gueulard de una llama clara, viva, brillante, sin humo, y que produce un ligero ruido.



2.º Que no salga llama alguna por la boca del crisol.

3.º Que se distinga la tobera claramente y sin que se hayan pegado á ella, ni el hierro ni las escorias.

4.º Que estas sean ligeramente pastosas, que puedan correr libremente, que presenten cierta tenacidad, y no se peguen mucho á las herramientas. El color de la escoria depende de la naturaleza del mineral y de su ganga; generalmente son verdes ó azules.

5.º Que la carga del horno descienda tan uniformemente, que en un tiempo determinado se introduzca siempre igual número de cargas.

La práctica sola puede enseñar otra multitud de signos, que indican al fundidor el estado de su trabajo, y le advierten los defectos de la marcha del horno; los cuales muchas veces, pueden enmendarse, acudiendo al remedio con oportunidad y conocimiento.

86. Para alimentar la combustión y desenvolver la gran temperatura que en los trabajos metalúrgicos se requiere, no basta á veces la corriente de aire que naturalmente se acumula sobre el hogar del aparato, ni el tiro de las mayores chimeneas, que son ademas difíciles de construir.

87. En tales casos hay que echar mano de máquinas á propósito para inyectar dentro del aparato una considerable cantidad de aire en un tiempo determinado.

Estas máquinas se construyen mas ó menos poderosas segun su objeto; y se emplean para ponerlas en movimiento, los agentes ordinarios de que dispone la mecánica. Son conocidos estos aparatos, bajo el nombre genérico de *fuelles*, y se los clasifica en tres secciones diferentes.

1.<sup>a</sup> Fuelles piramidales de cuero.

2.<sup>a</sup> Fuelles piramidales de madera.

3.<sup>a</sup> Fuelles de émbolo, que son unas verdaderas bombas, cuyo cuerpo es generalmente de hierro colado, y puede ser de madera.



88. Según la fuerza con que el fuelle comprima al aire, así será la velocidad con que salga por el agujero ó tobera del mismo, y esta velocidad, multiplicada por la superficie de dicho orificio, dá la cantidad de aire que la máquina suministra, respecto á otra, en un tiempo dado.

89. Los fuelles de cuero pueden ser de tres clases, á saber simples, dobles y triples. Estos últimos inventados por Mr. Rabier, llevan su nombre, y su figura la representamos en la (lám. 12. fig. 1) omitiendo la esplicacion y dibujo de los otros, porque deben ser conocidos de cualquiera que haya visto la simple fragua de un herrero. El fuelle Rabier es en realidad la reunion de tres fuelles simples, de los cuales dos se emplean en suministrar aire al de enmedio, que es el que comunica con la tobera, para que la corriente sea continúa.

90. Los fuelles de cuero se van desterrando de los altos hornos por insuficientes para llenar el objeto que se apetece, y además porque, sobre ser muy caros, están sujetos á continuas recomposiciones. Se los reemplaza comunmente con los de madera, y estos á su vez ceden su puesto á los de émbolo, que son preferibles á cualesquiera otros en todos los casos, excepto cuando haya proporcion de establecer las trompas de que hablaremos despues, como del medio más económico, útil y ventajoso que se conoce para alimentar el fuego.

91. Los fuelles piramidales de madera, aspiran y respiran el aire del mismo modo que los fuelles simples de cuero, siendo como ellos de corriente intermitente, cuyo defecto se suple empleando dos fuelles que trabajan alternativamente. Las figuras (2 y 3) de la misma lámina representan estos fuelles con la claridad suficiente para relevarnos del trabajo de una esplicacion minuciosa. La caja de arriba, llamada el volante, es la móvil; al subir deja un vacío que el aire se apresura á llenar, entrando por la sopapa ó bálbula de abajo; y entraria también por la tobera juntamente con los carbones encendidos, si no tuviera á su entrada otra bálbula de inspiracion convenientemente dis-

puesta. Al bajar el volante se abre esta bálbula, la de abajo se cierra, y el aire penetra en el horno, no pudiendo escapar por la union del volante con el tablero inferior, porque se lo impiden unas tablillas ligeras y movibles colocadas todo al rededor de la junta, oprimiéndose contra el volante por medio de unos resortes; de este modo se consigue cerrar el paso al aire, pero es á costa de un rozamiento que absorbe con su resistencia gran parte de la fuerza del motor. Poca ventaja ofrecen estos fuelles comparados con los de cuero, pues su coste, aunque inferior al de aquellos, es considerable todavía; las recomposiciones son tanto ó mas frecuentes que en aquellos, y la cantidad de aire que pueden suministrar, solo es grande cuando se los construye de un tamaño embarazoso y desproporcionado.

92. Los fuelles de émbolo, que pueden suministrar triple corriente de aire que los ya esplicados sin variar la fuerza del motor, pueden ser como aquellos simples ó dobles, con regulador ó sin él. La (fig. 4 de la lám. 12) representa un fuelle simple de émbolo *B*, cuyo cuerpo de bomba es *A*; y las figuras (5 y 6) que la acompañan son la planta, elevacion y corte vertical del émbolo. Prescindamos por ahora del regulador *C* (fig. 4) y concretémonos al fuelle. Su cuerpo de bomba *A* puede ser prismático como en la (fig. 4) ó cilíndrico, y la entrada del émbolo puede estar por abajo, como en este, ó por arriba, segun la disposicion con que se cuente para el movimiento, pero siempre que se pueda, debe preferirse el primero de los dos métodos como menos espuesto á reparaciones. El cuerpo de bomba, en los prismáticos puede ser de madera, piedra ó planchas de palastro. El émbolo suele ser siempre de madera, guarnecido de su herraje correspondiente, y de unos listoncillos, en su perimetro, dispuestos como en los fuelles de madera para impedir la pérdida del aire. Cuando el émbolo baja, se abren las bálbulas *aa* (fig. 5) el aire penetra en la bomba, y cerrándose aquellas en el primer momento de ascension, el fluido comprimido busca su salida por una ó mas bálbulas, practicadas en

la base superior del cuerpo de bomba, y que comunican con los tubos conductores. Desde luego se deja conocer, que un cuerpo de bomba cilíndrico, de hierro colado, bien torneado y pulido interiormente; y un émbolo guarnecido de suela, dado de aceite &c, seria un aparato mas caro, pero de mucho mejor y duradero servicio, y susceptible de moverse con fuerzas mucho menores.

93. Como estos fuelles son todos intermitentes, y es necesario para obtener la corriente continua, servirse de dos, dispuestos de manera que uno empiece á obrar, antes de que el otro concluya, ó mejor de tres, para que uno esté siempre en trabajo; se ha perfeccionado esta máquina construyendo fuelles de bomba de doble efecto, tales como el representado en la (fig. 7); y pues en ella se vé perfectamente el juego de las bálbulas, y el modo como el fuelle sostiene una corriente continua, solo diremos que para impedir que el aire se escape por el sitio donde entra el mango del émbolo, ó bien la superficie interior del orificio se reviste de suela, como la circunferencia del émbolo, ó se practica dicho agujero en una pieza de cobre rojo, haciendo que el mango ó barra entre muy ceñida. En uno y otro caso el rozamiento es muy suave, y la cantidad de aire que puede perderse, es de todo punto despreciable.

94. La perfeccion que la industria del hierro ha llegado á alcanzar es tal, que no contentos los artifices constructores con hacer uniforme la fuerza de los fuelles, é igualar todas las circunstancias á fin de regularizar absolutamente la marcha del horno, reflexionando que al servirse de dos ó tres fuelles, intermitentes ó continuos, se obtiene, sí, una corriente continua, pero no igualmente intensa en todos los momentos de su duracion, han querido que la cantidad de aire que entre en el horno en un tiempo dado, sea siempre la misma, y á este fin se sirven de aparatos llamados *reguladores*.

Estos pueden ser de capacidad constante, de rozamiento y de agua. Los primeros son unos grandes receptáculos, donde

se deposita el aire comprimido, antes de pasar á las toberas; y siendo estos depósitos muy considerables, hacen insensibles dentro del horno los efectos de la intermitencia y diferencia de presiones de los fuelles. Estas cámaras, embarazosas y caras cuando son de mampostería ó de hierro, han sido remplazadas á veces por grandes esferas ó elipsoides de lana ó lienzo embreado, provistas de su bálbula de seguridad, y colocadas al aire libre.

95. El regulador de rozamiento es el representado en la (lám. 12 fig. 4), y consiste en una caja cilíndrica, ó cuerpo de bomba semejante al del fuelle, pero de mayor capacidad, pues ha de ser doble de aquel, ó al menos de vez y media su volúmen. Dentro de esta caja se halla el émbolo *D*, semejante al de el fuelle de émbolo de doble efecto, solo que en su parte superior tiene una especie de plato, donde se coloca un peso proporcionado á la presión que se quiere ejercer sobre el aire; fuerza que siempre ha de ser menor que la del gas que suministra el fuelle, pues de otro modo el aire no podría entrar en el regulador que ha de surtir al horno, mientras dura la aspiración del fuelle. Desde luego se concibe que el émbolo sube ó baja, á medida que aumenta ó disminuye la intensidad de la corriente de aire suministrada por el fuelle. Además, esta máquina debe tener sus balbulas de seguridad á cierta altura para cuando el émbolo suba demasiado; y sus topes abajo para que no pueda llegar á obstruir el conductor que viene del fuelle. Tanto este tubo como el que vá desde el regulador al horno, están abiertos y sin bálbula, como demuestra la figura; pero el primero tiene una, adaptada lo mas cerca posible del fuelle, para que en la aspiración no absorba el aire del regulador.

96. Cuando las máquinas ó fuelles son muy grandes y poderosas, se dá la preferencia al regulador de agua, que consiste en una caja abierta solo por un lado, y puesta boca abajo sobre un baño ó depósito de agua. Su colocación ha de ser tal, que el líquido penetre hasta cierta altura, y que sin

llegar sus paredes hasta el fondo del baño, se la asegure de modo que no pueda tener movimiento hácia arriba. La caja tiene dos orificios, por uno de los cuales entra el aire de los fuelles, y por el otro sale para el horno. Luego que anda la máquina, y el aire empieza á condensarse, el agua baja de nivel dentro de la caja y sube en lo demas del baño, donde habiendo una escala bien graduada, puede medirse la intensidad de la presión. De modo que el peso que supusimos colocado en el plato del émbolo en el regulador de la (fig. 4 lám. 12), está aquí reemplazado por la presión de la columna atmosférica. Es claro que cuanto mayor sea la superficie del baño, tanto menos sensible será la subida de nivel del agua. Generalmente á la caja se le dan tales dimensiones, que cubra exactamente la mitad de la total superficie del baño, y partiendo de este dato se ha encontrado que cuando la diferencia de nivel que la presión del aire produce es de 0<sup>m</sup>,65 en los hornos de carbon vegetal, y de 1<sup>m</sup>,10 centímetros en los de cooke, entonces es cuando la corriente de aire tiene la fuerza necesaria.

97. Réstanos hablar de los fuelles mas simples y económicos de todos, llamados *trompas* y representados en las (fig. 8 y 9 de la lámina 12), mecanismo que solo puede establecerse donde el desnivel del terreno y la abundancia del agua lo permitan, por lo que su uso esta cuasi circunscrito á las ferrierías á la catalana de los Alpes, de los Pirineos, y otros países de iguales accidentes geológicos. Consisten estos aparatos en uno, dos, ó mas canales ó conductos huecos de madera, que recibiendo agua del depósito *A* por una especie de embudo *B* que tiene un tapon cónico, dispuesto de manera que pueda aumentarse ó disminuirse, segun se quiera, la cantidad de agua que entra; la dan salida por el agujero lateral *D* y cayendo en el receptáculo *E* sale luego por la abertura *G*, guarnecida de su compuerta correspondiente para mantener el agua en dicho depósito á la altura que se quiera, sin que por dicha abertura pueda penetrar el aire exterior. Las canales ver-



ficales tienen en sus caras laterales por la parte superior cierto número de orificios practicados en el lugar y disposición que las figuras denotan. Por estos agujeros se lanza el aire con violencia, cuando el agua cae, aumentando progresivamente de velocidad y dejando un espacio vacío por la disminución de su sección horizontal; y arrastrado aquel fluido por ella baja á ganar la parte superior del receptáculo *E* donde encuentra su única salida por el agujero de la tobera *F*. El receptáculo cerrado *E* puede ser reemplazado con ventaja por un cajón semejante al que hemos descrito para el regulador de agua *Y* colocado de la misma manera.

98. El *manómetro* (fig. 5, lám. 14) es un instrumento que sirve, en los altos hornos, para apreciar la cantidad de aire que se inyecta en un tiempo dado, ó por mejor decir, para medir la presión que dicho fluido experimenta al entrar en el horno; que es el factor que, multiplicado por la superficie del agujero de la tobera, dá la cantidad de aire suministrado. Esta averiguación es del mayor interés en tales procedimientos metalúrgicos, pues aunque la cantidad absoluta de calórico que suministra un peso dado de carbon al quemarse, sea lentamente, sea de prisa, es siempre la misma; sin embargo, el efecto de ese calor acumulado y desenvuelto con prontitud y energía, produce resultados que no se obtendrían de otro modo. El manómetro, pues, se compone de un tubo encorvado por dos partes presentando tres brazos paralelos y en un mismo plano, como se vé en la figura citada: por la parte *P* se pone en comunicación el instrumento con el tubo conductor del aire, y por la otra está abierto. La curvatura *Q* se llena de Mercurio, que estará de nivel en los brazos *a* y *b*, mientras la presión sea la misma, pero desde el momento en que el aire del conductor empiece á estar comprimido, el mercurio bajará en *a* y subirá en *b*, donde las diferencias de nivel se anotarán, por medio de un índice, en su correspondiente escala graduada.

Desde luego salta á la vista la inesactitud de este instru-



mento, si en las observaciones no se tuviesen en cuenta otros datos; pues la presión de la atmósfera por una parte, obrando sobre el mercurio en el brazo *b* del manómetro, y por otra el calórico, dilatando el aire exterior, intervienen considerablemente en el resultado; pues está demostrado que el volumen del aire tomado á cero, aumenta 0,00375 (*a*) por cada grado del centígrado, y que cien volúmenes de aire, medidos cuando el barómetro marca 73 centímetros, se reducen á 96, cuando el barómetro llega á 76 centímetros.

La variación del calor solamente, puede disminuir en  $\frac{1}{7}$  el efecto total de una máquina de inyectar el aire, y así se explica como en verano el efecto de tales máquinas es sensiblemente menor que en invierno.

Se infiere de todo esto que el uso del manómetro requiere la observación simultánea de la temperatura y presión de la atmósfera, por medio del barómetro y el termómetro. Para apreciar, pues, debidamente la presión, llamando *h* la altura del manómetro, *b* la del barómetro y *t* la temperatura en grados del termómetro centígrado; la velocidad *V* del aire inyectado en cada segundo, podrá hallarse por la fórmula siguiente, copiada del tomo 2.º de los Anales de Química.

$$V = 453,3 \sqrt{\frac{hb}{(1 - 0,004t)(h + b^2)}}$$

Esta velocidad, multiplicada por la superficie del orificio ó tubo cónico, en que termina el fuelle, nos dará la cantidad de aire inyectado en cada segundo.

99. Las observaciones hechas en diferentes fundiciones han demostrado que la presión, medida con el manómetro de mer-

(a) Reinaud opina que es de 0,003665, y que no es el mismo este coeficiente de dilatación para todos los gases; pero nosotros adoptamos el de arriba, porque sobre él se funda el raciocinio que sigue.

curio, varía con la naturaleza del combustible. En los altos hornos alimentados con carbon vegetal, el manómetro marca de 37 á 52 milímetros, y en los de cooke de 81 á 119.

100. Segun Karsten, el volúmen de aire que consume en cada minuto un alto horno de los que dan al dia 2500 kilog. de fundicion, es de unos 23 metros cúbicos, si se alimenta con carbon vegetal compacto, y de 40 si es cooke el combustible.

101. El hierro fundido en los altos hornos franceses, mejora considerablemente, refundiéndolo en hornos de reberveró de mucho tiro, (a) al paso que si se hace esta operacion en hornos de manga, gana muy poco en tenacidad.

Por estas razones, la Suecia y la Noruega funden directamente los cañones desde los altos hornos, con grande economía y superioridad en sus productos; mientras la Inglaterra, la Francia, la Alemania y las demas naciones, que emplean el mineral compuesto de óxido y de óxido hidratado, apelan á veces á la refundicion, con lo cual obtienen perfeccion en sus artefactos, pero es á costa de mayores dispendios.

102. Un escrupuloso análisis (operacion por cierto delicada, y que no es dado hacer bien, sino á ciertos químicos privilegiados) de fragmentos de hierro de cañones, acreditados como sobresalientes entre los fundidos en las mejores fábricas de Europa, arrojaría mucha luz sobre este arte, que está, por decirlo así, muy cerca de su infancia todavía.

103. Hemos dicho al hablar de las diversas clases de fundicion que se obtienen, que muchos autores, entre ellos el célebre fundidor Maritz, dan la preferencia á la fundicion gris; otros por el contrario creen que debe emplearse una fundicion cuasi blanca de grano fino y apretado, y fundan su opinion en el resultado de multiplicadas esperiencias.

---

(a) Cuando el Ecsmo. Sr. Don Tomás de Morla escribia su tratado de Artilleria, ya hubo de combatir la opinion generalmente recibida, de que el hierro refundido era de malísima calidad.

104. Mr. Moritz Meyer, á cuya obra somos deudores de muchas noticias que insertamos en esta memoria, dice, que el color y la estructura revelan el grado de tenacidad que posee una fundicion; que cuanto mas gris se presente, es tanto mas tierna ó blanda, y mientras mas blanca, será mas dura y tenaz; añadiendo que esta opinion; está confirmada por el ecsámen comparativo de las diferentes piezas que han reventado, procedentes de las mejores fabricas de diversos paises; exceptuando sin embargo, las fundidas con cooke, que presentan en la fractura un color mas obscuro y fibras mas groseras, pero regulares y planas.

105. Los ensayos hechos en Suecia han probado la mayor elasticidad de la fundicion blanca de grano fino y compacto, respecto á la gris, y habiendo sometido á repetidas esperiencias barras de hierro colado de dos pulgadas en cuadro, han probado que, ya sea la fundicion hecha con cooke ó con carbon de madera, siempre su cohesion disminuye cuanto mas gris se presenta la fractura, siendo la mejor de todas la que presentó el color de un hierro gris muy claro.

106. Mr. Moritz Meyer considera todas las clases de fundicion, excepto la blanca cristalizada, como *mezclas mecánicas* del hierro, mas ó menos depurado de sus asociados mas comunes, y una substancia de color gris obscuro de plomo, á quien nosotros hemos llamado *grafito*; sin que el análisis haya resuelto todavia si este cuerpo es el carbon en un estado particular, ó si es un percaburo de hierro, en el que el metal entra en cortísima cantidad.

Esta última opinion, no obstante no ser la mas acreditada, está mas conforme con las reacciones químicas que en varios experimentos hemos visto ejercer á esta substancia.

107. Partiendo, pues, de la suposicion de que entre dichos dos cuerpos no ecsiste mas union que la de la mezcla mecánica, deduce Mr. Moritz Meyer, que á proporcion que la fundicion es mas gris, hay mas partículas y mejor pronunciadas

de este grafito, que interrumpen la continuidad de la materia, hacen la estructura ojosa y poco densa, y reemplazan sin ventaja las partículas de hierro; pues mientras estas son duras y poco friables, las otras son blandas y maleables. Aduce en favor de esta opinion el hecho de que sometiendo á la accion de los ácidos un pedazo de fundicion gris, estos disuelven al hierro, y quedan en suspension en el líquido las partículas de grafito en forma de escamas ó laminillas, tanto mayores, cuanto mas gris era la fundicion; deduciendo, por último, que para ser esta completamente buena, sería de desear que se proporcionase medio de despojarla enteramente del grafito que la acompaña.

108. Nosotros que carecemos de la esperiencia, y aun acaso de los datos necesarios, para juzgar en esta cuestion, osaremos sin embargo, apoyados en la autoridad de Mr. Ravichio de Peretsdorf, esponer, que en nuestro concepto es demasiado absoluta la proposicion de Mr. Meyer. Convendremos en que, mientras el grafito esté mecanicamente combinado con el hierro, será perjudicial á la bondad de sus circunstancias, y que á evitar este defecto se encaminaron los procedimientos metalúrgicos de Mr. Grignon. Convendremos asi mismo en que el fundidor Mr. Maritz debió el mal éxito de algunos de sus trabajos, á su empeño de emplear fundiciones de un gris muy subido; pero creemos al mismo tiempo, que no presentando la naturaleza obstáculo para la ecsistencia de carburos de hierro, mas y menos carburados, los trabajos del fundidor han de dirigirse, no á despojar absolutamente al hierro de carbon, lo cual por otra parte sería muy difícil de conseguir, sino á procurar que los dos cuerpos se mezclen químicamente; y haya entre sus moléculas aquella union íntima que hace que se asimilen las dos substancias y resulte el compuesto con propiedades intermedias, relativamente á las peculiares de cada uno de los componentes; y si dicha combinacion no fuera posible por tales medios, procurar al menos que la subdivision de la materia

sea tal, que el grafito no aparezca sensiblemente en la fractura, sino que dé á toda la masa una tinta cenicienta ó llámese gris claro. Tales son los caracteres de la fundicion llamada *truité* (tordilla), reconocida por los mas acreditados fundidores como la preferible para la fabricacion de piezas de artillería; y que segun Mr. Dumas puede ser considerada como una mezcla de las fundiciones blanca y gris.

En tal estado, el grafito modifica la estremada dureza del hierro fundido y juntamente su acritud y fragilidad. Una fundicion absolutamente blanca, sería, sí, muy dura, pero al mismo tiempo muy quebradiza, á menos que, lo que no es creible, resultase en ella el hierro tan puro como se obtiene despues del afino de nuestras forjas.

Creemos por tanto, que la verdadera dificultad está en determinar cuál es la cantidad de grafito que debe tener la fundicion, y el medio de que su union con el hierro sea una combinacion química, pues en tal caso, lejos de hacer la materia blanda y poco densa, la prestará dureza y elasticidad. Los aceros, verdaderos carburos de hierro, son una corroboracion de este aserto.

Mr. Karsten, cuyos vastos conocimientos en esta materia dan á su opinion una preponderancia inmensa, dice, que ademas de la diferencia que ecsiste entre la cantidad de carbon que contiene cada fundicion, es tambien muy diverso el estado en que este carbon puede hallarse.

En la fundicion blanca el carbon está combinado con el hierro y extendido uniformemente por su masa, como en el acero templado.

La fundicion blanca, modificada por la tostion, contiene un carburo de hierro carburado, diseminado en una gran cantidad de hierro acerado ó de carburo de hierro menos carburado. Esta fundicion se asemeja al acero no templado.

La fundicion gris se compone de este mismo hierro acerado, mezclado con carbon cristalizado ó grafito.



El carbon por lo tanto puede estar en el hierro colado de tres diversos modos; á saber: libre en estado de grafito, formando un carburo de hierro diseminado y en estado de combinacion uniforme en toda la masa.

Estas diferencias que Karsten establece, esplican bien las propiedades características de las diversas especies de fundicion.

109. Estos datos deberán tenerse tambien presentes al elegir mineral para una fundicion, añadiendo los siguientes, que una sabia experiencia ha suministrado.

1.º Quanto mas rico sea un mineral, y esté reducido á pedruzcos mas pequeños, tanto mas gris resultará la fundicion, siempre que produzca las escorias suficientes para abrigar el baño.

2.º Inversante, si el mineral es pobre y está poco dividido, la fundicion propenderá á ser blanca, especialmente si la ganga está íntimamente unida á las partículas ferruginosas.

3.º Quanto mas oxidado esté un mineral, mas gris será la fundicion.

4.º Entre los minerales magnéticos será preferible el que se presente en cristales mas voluminosos y en terrenos cuaríferos.

5.º El manganeso, entrando en cierta cantidad, impide el que la fundicion se haga muy gris, aunque el horno se caliente demasiado. El mineral de Perigord, que empleaba Montalembert para sus fundiciones, se halla en este caso.

6.º Se cree que el azufre en corta dosis obra como el manganeso; y ya se ha ensayado en Suecia echar sobre el baño, antes de hacer la colada, escorias mezcladas con yeso (cal sulfatada).

7.º Se cree tambien, segun experiencias hechas en Alemania y en Suecia, que una corta cantidad de cobre favorece el buen resultado de la fundicion.

8.º El fósforo hace á la fundicion muy frágil, por lo tanto no deben emplearse los minerales que lo contengan, asi como tampoco los que presenten síntomas de arsénico ó plomo.



110. Concluiremos esta materia esponiendo los caracteres exteriores que, segun Mr. Meyer, debe presentar una fundicion para designarla como á propósito para la fabricacion de cañones; y hablaremos despues, segun hemos ofrecido, del método de fabricacion que se usa en varios paises.

111. «La fundicion que produce las mejores piezas de artillería, es la que enfriada en pedazos pequeños, es de un color gris claro, presenta granos muy finos y que los puntos lejanos de la superficie están formados de pequeñas facetas blancas, á semejanza de cristales, con brillo metálico; mientras las otras aparecen con un lustre craso,

»Vaciada en un molde abierto, la superficie queda cóncava, con bordes afilados y sin huecos ó vientos. Enfriada en grandes masas (y por consiguiente en los cañones) toma en toda la superficie un color gris claro muy pronunciado, y dá un hierro particular de una textura entremezclada.

»La masa principal presenta un grano fino y blanco, y contiene pequeños grupos de grafito separados y en forma de estrellas, las que, cuando el hierro es muy bueno, son poco mas ó menos grandes que cabezas de alfiler, y están, en menor número, esparcidas uniformemente sobre la masa. En la fractura se nota, sin embargo, que estas estrellas son mas abundantes y mayores hácia los bordes. Los grupos que forman tienen á veces figura de elipsoides, cristalizados como el hierro hematites.

»Los rayos de estas estrellas de grafito deben ser tan pequeños, que apenas se los distinga á la simple vista, pues si son mayores, mas visibles y cuasi laminosos, el hierro será mas débil.

»La masa principal del metal blanco se dirige en forma de venas sueltas y como envolviendo los grupos negruzcos. El acero desgrana á estos y no ataca sino dificilmente á la masa blanca. La fractura reciente raspa fuertemente y se agarra á los dedos como si estuviese erizada de ganchos. Trabajada al torno presenta su superficie el aspecto de un mineral resquebrajado, en

»cuanto á que los grupos de grafito aparecen de un moreno mas »pronunciado y mas profundamente incrustados.»

112. Tales son los caractéres que denotan ser bueno un hierro para fundir cañones: pero como los signos exteriores que distinguen á una mala fundicion de una buena, no son demasiado perceptibles, se necesita un ojo inteligente, y sobre todo muy experimentado, para juzgar á primera vista; siendo conveniente en todo caso, tener reservado un pedazo de una fundicion que haya sido acreditada de buena, para que sirva de comparacion con las demas, pues solo á los fundidores que han envejecido en el oficio, les es dado el caracterizar por su simple aspecto una fundicion cualquiera.

113. No solo todos los actuales fundidores no se adhieren al parecer de Mr. Moritz Meyer, sino que Mr. Emile Martin ha intentado probar la superioridad de la fundicion gris, fabricando un cañon de á 24 en Fouchambault por un método nuevo.

Segun este autor, en el hierro que se emplea para fundir cañones, no debe buscarse la mayor resistencia absoluta, sino la mayor resistencia de elasticidad; y bajo este punto de vista, la fundicion *truité* de que hemos hablado, y que es la que posee mayor resistencia absoluta, no debe ser preferida á la fundicion gris de grano fino y apretado, que reune á una resistencia absoluta mas que suficiente para el buen servicio de los cañones (si bien menor que la de la *truité*) una elasticidad considerable, que la asemeja al hierro forjado, y de la cual carece aquella.

Es cierto que en una prueba en que se trate de esforzar las piezas con cargas extraordinarias, llevará la ventaja la fundicion *truité* sobre la gris, pero no lo es menos que esta, en el servicio ordinario, tendrá por su elasticidad la ventaja de no sufrir alteracion en cada tiro, viniendo despues de algun tiempo su resistencia absoluta, que permanecerá íntegra, á ser superior á la de la otra, que ha sufrido continuos é irreparables deterioros.

114. Otra de las razones con que defienden su opinion los partidarios de la fundicion gris clara, es la observacion de que cuando se emplea la gris oscura ó negra, al enfriarse el metal en los moldes, verificándose este enfriamiento de la circunferencia al centro, se reúne en este un metal tan esponjoso y carbonado, y en tal cantidad, que á veces no sale todo al barrenar la pieza y resulta el ánima llena de huecos ó escarabajos; siendo aun mas sensible este defecto cuando se funde en hueco, porque entonces no han lugar los desbastes de la barrena, resultando toda la pieza interior y esteriormente, poco densa y surcada de grietas y senos que hacen corta su duracion y espuesto su servicio.

115. Mr. Martin opina que este inconveniente depende, mas que de la fundicion, del método de fundir, y para corregirla hizo que el molde de su cañon de á 24, en vez de colocarse en la fosa con la lámpara en la parte inferior y su mazarota correspondiente descansando sobre el anillo del astrágalo, se pusiese inversamente, es decir; con la tulipa hácia abajo y con una mazarota troncocónica, cuyo diámetro de la base menor era el de la faja alta de la culata; siendo de advertir que dicho cañon se fundió en hueco, bebiendo el molde como los de nuestros morteros de bronce, por arriba y por abajo.

Este sistema, en concepto del autor, debia producir un metal mas denso, puro y homogéneo, que fundiendo por el método antiguo, y compensar con la ventaja de no tener que barrenar el ánima, el aumento de coste de cortar una mazarota de tanta base y labrar el cascabel.

116. No nos detenemos á ecsaminar aqui física y analíticamente este sistema, porque lo haremos al tratar de la fundicion de artillería de bronce, para cuyas piezas de grueso calibre ha propuesto un método absolutamente semejante uno de nuestros mas acreditados oficiales, manifestando las ventajas de tal sistema con razones que seducen la

imaginación por la fuerza de la verdad y del convencimiento.

117. El mérito de la invención de este sistema no podemos atribuírselo á Mr. Emile Martin, por más que él ó sus amigos lo hayan presentado como nuevo, pues ya en 1718 Geisler, en su libro titulado *Kuriosen Volkommenen artillerie*, atribuyé, con más ó menos fundamento, al método de fundir con la culata hácia arriba, la superioridad que en su época se concedía á los cañones de bronce franceses.

118. Las fundiciones de Suecia establecidas en Finspong, Aker y Stafsjo, que son las principales de aquel reino, pertenecen á particulares, y fabrican solo artillería para el gobierno y para el exterior; y la frecuencia y abundancia con que se elaboran sus productos, permiten hacer todos los ensayos y pruebas necesarias, con lo que han llegado aquellos establecimientos á un grado enviable de perfección y prosperidad.

La bondad del mineral de hierro que emplean, es tal, que obtienen excelentes cañones colándolos directamente del baño de los altos hornos, usando los procedimientos más sencillos que el arte permite y obteniendo á favor de tal método, piezas que han resistido á las mayores pruebas; tales como la de un cañón de á 18 cargado con 7 kilog. 65 céntimos de pólvora y 10 balas, con peso de 89 kilog. 25 céntimos; prueba tan extraordinaria como inútil, pues acaso el mismo cañón, sometido despues á su uso ordinario, no hubiese resistido dos disparos con la carga de ordenanza, por estar ya vencida y rota su elasticidad y cohesión en las pruebas anteriores; así que á tales pruebas, daremos tanto ascenso en favor de las piezas de artillería de Suecia, como importancia, en contra de las mismas, á las experiencias hechas en La Fère en 1822.

119. En nuestro sentir, tratándose de experimentar la bondad absoluta de una pieza de artillería, la prueba más razonable seria la de tirar con ella incesantemente con la carga de brecha hasta inutilizarla, observando la degradación que sufriera en cada disparo; pues es evidente que la mejor pieza

será la que resista mayor número de tiros con la mácsima carga que se emplea en su uso en campaña; sin que sea útil ni concluyente el hacer estallar las piezas á fuerza de pólvora, proyectiles, tacos, cilindros de arcilla y otros medios de este jaez. Pero volviendo á nuestro propósito; en Saecia la fundicion de cañones se hace, como hemos dicho, directamente de los altos hornos, empleando uno solo cuando se trata de fundir piezas pequeñas, y dos, que obran simultaneamente, para las piezas de grueso calibre.

120. La altura de estos hornos varia de 8 á 9 metros, su mayor diámetro es de 2<sup>m</sup>,18 y se halla á los  $\frac{2}{5}$  de la altura; y el diámetro del gueulard, ó bocazá, es de 1<sup>m</sup>,45. La curvatura del vientre se une insensiblemente con el crisol, habiendo desaparecido la union pronunciada de las bases de los cuerpos cónicos del horno y á la cual se daba el nombre de atalages.

La carga ordinaria de estos hornos es de 440 kilog. de mineral, 45 de recortaduras ó ferralla y limaduras de hierro, 30 de castina y 2<sup>m</sup>,140 cúbicos de carbon de maderas resinosas. Esta carga se repite 17 veces en cada veinte y cuatro horas, al fin de las cuales se destapa el agujero de la colocada y se obtienen sobre 3000 kilog. de fundicion de un gris muy claro.

El poder de la máquina que inyecta el aire, basta á suministrar 16 metros cúbicos por minuto, medidos bajo la presión atmosférica, marcando el mercurio en el manómetro 0<sup>m</sup>,037.

Cada 24 horas se hace una colada, y cuando se estrena un horno, el producto de los primeros 15 dias no se emplea en tal estado para cañones, porque sale gris en demasía.

El mineral debe ir á los hornos fracturado en pequeños pedazos, pero no pulverizado. La mucha práctica de los operarios hace que por las escorias, la barra de ensayo y otros signos, estén al corriente del estado del horno y puedan acudir á tiempo de remediar cualquier accidente que sobrevenga; pero si por algun evento no se logra restablecer la marcha regular



del horno, se abstienen de emplear para los cañones su producto, y lo destinan á otros usos.

121. El hierro obtenido de este modo en Suecia es escelente, y se ha observado que en la refundicion solo se consigue hacer grandes dispendios sin ventaja conocida.

122. Cuando el hierro ha de emplearse para piezas de máquinas y otros objetos, la carga del horno varía; el mineral oligisto predomina, vá al horno mas triturado, no se le mezclan pedazos de otras fundiciones, y se dirige la marcha del aparato procurando obtener fundicion gris.

123. En Inglaterra, donde se reconoce á la elaboracion del hierro como la base principal del porvenir de la industria, se ha estudiado este arte con toda la estension que merece, obteniendo por resultados productos que compiten con los de Suecia.

124. La nacion señora de los mares y dueña de importantes y apartadas colonias, necesita un inmenso material de artillería de hierro, asi para sus costas y plazas, quanto para su numerosa marina militar y mercante; por lo que de muchos años á esta parte, es muy considerable el numero de cañones fundidos en aquel pais. En 1801, el gobierno inglés empleó en la fundicion de piezas y proyectiles de artillería, 564918 quintales de hierro.

El quintal inglés equivale á un quintal, 10 libras, 6 onzas y 2 adarmes españoles, de modo que los 564918 quintales de hierro de que aqui se trata, equivalen á 623572 quintales, 1 arroba, 6 libras, 6 onzas, 12 adarmes españoles.

Sus fundiciones mas importantes son las de Gospilock en Staffordshire, cerca de Birmingham, la de Loow-moor en Gorkshire, y la de Caron cerca de Salkirk en Escocia. Esta última fundada en 1760, y que gozó muy poco crédito por espacio de muchos años, ha venido despues á ser acaso la mas importante del mundo.

125. El repuesto de artillería que la Inglaterra posee, es



tal que Mr. M. Meyer asegura haber visto, solo en el arsenal de Wolwick, 26000 piezas de hierro sobre polines.

126. El metal que se prepara en los altos hornos de Inglaterra con destino á la fundicion de cañones, es mas gris que el que se usa en Francia y en Suecia; se emplea el cooke para la reduccion del mineral, y en la mayor parte de los altos hornos se usa el aparato para calentar el aire de que hablaremos mas adelante. Por este medio obtienen una fundicion gris, homogénea, de un grano fino, claro, apretado y uniforme, debido á la union íntima del hierro y del grafito.

A la naturaleza del mineral, á el aire caliente, al cooke y á la fuerte temperatura que se desenvuelve en los altos hornos ingleses, se deben sin duda los buenos caractéres que presenta su fundicion gris; siendo así que la de Francia y la de Suecia, aun cuando es excelente para fundir objetos pequeños, pierde sus buenas propiedades, cuando se trata de vaciar cuerpos de gran volúmen, como son las piezas de artillería.

127. Amaestrados los ingleses por la esperiencia, y reconociendo que el hierro de sus minas no permite, como en Suecia, colar directamente el metal á los moldes desde los altos hornos, han adoptado el sistema de la refundicion en hornos de reverbero, tales como el presentado en la (lám. 13 fig. 1, 2 y 3).

128. Para inteligencia de la figura propia de estos hornos de reverbero, copiamos el corte horizontal y vertical de los establecidos en Lieja y en Augsburgo, no deteniéndonos á hacer una minuciosa esplicacion de su figura, porque creemos que el dibujo de la lámina, y la escala que le acompaña, dicen lo bastante para poder formar una idea exacta (veáanse las figuras 1, 2 y 3; y 4, 5 y 6 de la lám. 13).

El objeto de estos hornos es quitar á la fundicion de hierro los cuerpos heterogéneos que lo acompañan, y transformar en ácido carbónico, por medio del oxígeno del aire, el exceso de carbono que contiene; y el logro de este fin depende esen-

cialmente, de la cantidad de aire que entre en el horno en un tiempo dado y de la manera con que la llama se dirija sobre el baño metálico.

Uno y otro dato deben variar segun el mineral esté beneficiado con cooke ó con carbon vegetal.

La corriente de aire se modifica segun la dimension que se dé á las parrillas y al altar del horno, relativamente á la superficie de la caldera y el tragante de la chimenea. En general el hierro de fundicion de cooke ecsige mayor corriente de aire que el beneficiado con carbon vegetal, pues este necesita tambien, menos que el otro, la accion de la llama.

Cuando hay que quitar mucho carbon á una fundicion, ademas de suministrar gran cantidad de oxígeno al horno, deberá tener este su suelo inclinado; y horizontal con poca corriente de aire, en el caso contrario.

La marcha de estos hornos requiere tambien mucho cuidado y esmero para que sea uniforme, no precipitada, procurando que nunca falte combustible en la parrilla, para que el baño no se resfrie.

129. Algunos autores opinan que se debe calentar el combustible antes de emplearlo, otros previenen que se limpie con mucha frecuencia el cenicero, para que el calor de las brasas que caen en él, no haga entrar demasiado rarefacto el aire de las ventosas; otros en fin aconsejan, para este objeto, poner un baño de agua debajo de la parrilla; pero esta teoria se aviene mal con la que ha presidido al método nuevamente adoptado de calentar el aire que se inyecta en los altos hornos; método que en la práctica ha dado resultados muy ventajosos, respecto á la calidad, abundancia y economía de sus productos. El procedimiento de la refundicion ocasiona mayores dispendios, pero ofrece en cambio las ventajas siguientes.

1.<sup>a</sup> Estando á cargo del comercio el elaborar la primera materia, puede mejor estar al de el cuerpo de artillería la fundicion de sus cañones, estableciendo esta manufactura en

el mismo local de la fundicion de artillería de bronce; resultando de aqui crédito para el cuerpo, ventajas para el servicio y economía para el erario.

2.<sup>a</sup> La cantidad de metal que ha de ponerse en el horno de reverbero, no es tan absolutamente dependiente de su capacidad como en el horno alto, siendo ademas el manejo de este mas complicado y difícil.

3.<sup>a</sup> En estos hornos pueden suspenderse las fundiciones, y empezar de nuevo cuando fuere necesario; empleando desde luego el producto del primer día; mientras que en los altos hornos es indispensable, como hemos dicho, destinar á otros objetos las 15 primeras fundiciones.

4.<sup>a</sup> La refundicion bien dirigida mejora la calidad del metal; este puede escogerse entre los que se presentan para emplearlos, y puede mezclarse de varias procedencias, mientras que en los altos hornos se emplea por lo comun un mineral determinado.

5.<sup>a</sup> En los hornos de reverbero no hay que contar con el motor que se emplea en la máquina de inyectar el aire en los altos hornos, y aquellos no están, como estos, espuestos á la influencia de las variaciones atmosféricas.

6.<sup>a</sup> En los hornos de reverbero pueden aprovecharse, mejor que en los altos, las mazarotas y trozos de piezas antiguas.

7.<sup>a</sup> Se está mas seguro de la bondad del hierro, porque se prueba dos veces, una al recibir las barras en bruto y otra despues de refundido.

Todas estas ventajas, y otras que pudieran aducirse, compensan el exceso de precio de las piezas de hierro refundido, pues su diferencia, respecto á las de primera fundicion, no escede de  $\frac{1}{4}$  á  $\frac{1}{3}$  á lo sumo. Ademas de que nó, á las minas de todos los paises las es dado producir, desde luego en los altos hornos, como en Suecia, fundicion á propósito para fabricar artillería.

130. Los hornos de reverbero en que se refunde el hierro

colado varían también notablemente en su figura y dimensiones, según la naturaleza del combustible y según el grado de fusión, y propiedades que se quieren dar al hierro, relativamente á su uso.

Todos ellos son generalmente de ladrillos y mampostería, reforzados convenientemente con barras y planchas de hierro. Toda la parte interior que sufre la acción del fuego, está revestida de ladrillos refractarios, unidos con arcilla grasa, en cuya composición no entren carbonatos, que reduciéndose por el calor acortarian su duración; usando además la precaución de revestir la bóveda con carbonilla preparada con arcilla. La solería del horno, que descansa sobre la mampostería, oradada con diferentes canales de evaporación, debe estar construida de arena cuarzosa, amasada con una corta cantidad de arcilla y fuertemente apisonada, para que forme un cuerpo compacto. Su espesor debe ser de 15 á 16 centímetros y debe estar cubierta por arriba con una capa de carbonilla de 3 á 4 centímetros.

En algunas partes la solería del horno consta 1.º de una parte plana horizontal, llamada el altar, cuya extensión suele ser  $\frac{1}{3}$  ó  $\frac{1}{4}$  de la longitud total de la solería, y 2.º de un plano inclinado hacia abajo, que viene á buscar el nacimiento de la chimenea, y en cuyo punto inferior está practicado el agujero de la colada (véase la fig. 10 de la lám. 14). Cuando es esta la disposición de la solería del horno, se coloca en el altar el hierro que se quiere refundir, y cuando empieza á licuarse, desciende naturalmente por el plano inclinado, con más ó menos rapidez, según el ángulo que determina la pendiente, y se reúne en el punto más bajo, que es el verdadero crisol de estos hornos. Es evidente que cuanto menor sea el ángulo de inclinación del plano, la fundición resbalando por él más despacio, estará más tiempo espuesta á la acción del aire y de la llama, y resultará más afinada, aunque á costa de pérdidas mayores.

131. La experiencia ha demostrado que cuando se opera so-

bre fundicion gris y se apetece un hierro resistente, el ángulo de inclinacion de la solera, debe ser de  $20.^{\circ}$ ; y de  $24.^{\circ}$  en los demas casos; resultando de este modo una pérdida de metal, que puede calcularse en un 10 por  $\frac{1}{100}$ , si se dirige bien la marcha del horno.

132. En algunas fábricas, fundándose en la ventaja y economía que proporciona una fusion rápida del metal, disponen los hornos de modo que se obtenga mayor temperatura; á cuyo fin la solera, en vez de inclinarse desde el altar á la chimenea, tiene hácia esta parte su punto mas alto y baja inclinándose hasta encontrar el altar, que no es horizontal, sino oblicuo en sentido contrario, de manera que forma con el otro lado un ángulo de unos  $107.^{\circ}$

En la parte mas alta, hácia la chimenea, se coloca el metal, que al derretirse viene á buscar la canal que forma la interseccion de los dos planos inclinados y que sirve de crisol. La bóveda de estos hornos requiere una forma particular de difícil construccion y sujeta á frecuentes recomposiciones (véase la fig. 11 de la lám. 14).

La hulla es el combustible que con preferencia debe usarse en tales hornos, pero á falta de aquel puede emplearse la leña. Las dimensiones del horno varían, como hemos dicho, en uno y otro caso. En el  $1.^{\circ}$  el area del hogar ó parrilla debe ser  $\frac{2}{7}$  de la de la solera,  $\frac{4}{3}$  de la seccion vertical del horno, dada por el puente y 5 veces mayor que la seccion mas estrecha de la chimenea. La distancia de la parrilla al altar es de 2 á 3 decímetros. La longitud del horno es igual á tres veces su mayor anchura, y la altura de la chimenea varía desde 12 á 20 metros. La calidad de la hulla modifica todas estas dimensiones. El uso de la leña requiere mayores parrillas, chimeneas mas estrechas y hornos mas cortos.

133. El moldeo en Inglaterra se hace en arena, y se colocan los moldes verticalmente en la fosa y con la culata hácia abajo.



134. El hierro colado de 1.<sup>a</sup> fundicion se recibe en barras, cuya fractura se ecsamina escrupulosamente, desechando las que no presentan los caractéres apetecibles. Las procedentes de los 5 hornos altos de la fundicion de Caron son las mas estimadas, y con ellas suelen en dicho establecimiento mezclarse, en mayor ó menor cantidad, segun las circunstancias, algunas barras de la fundicion de Blacnavon en el pais de Galles.

En Loow-moor, en Gorkshire no obstante que el producto de sus 4 altos hornos es á propósito para fundir artillería, se le mezclan sin embargo algunas barras procedentes de Shopshire de los hornos de Modely-Wood.

En Gospiloak hay tambien 4 hornos altos, pero no siendo útiles sus productos para fundir artillería, emplean para este objeto  $\frac{2}{3}$  de hierro de Blacnavon y  $\frac{1}{3}$  de Modely-Wood.

135. Los cañones de hierro ingleses sufren en la actualidad la operacion del torno, hasta dejar muy tersa su superficie. La gran velocidad y el rozamiento que sufren los cañones en el taller de tornejar, elevan á muchos grados su temperatura, y entonces la enfrían por medio de una disolucion salina; con lo cual adquiere cierto temple que consideran ser de mucha utilidad.

136. Para ecsaminar químicamente la bondad de una fundicion gris en Inglaterra, disuelven un peso determinado de ella en ácido sulfúrico, recogen y miden la cantidad de gas sulfuroso que se desprende, lavan, secan y pesan con cuidado el grafito que queda sin disolver, concluyendo que la mejor fundicion será la que dé mas gas sulfuroso y por consiguiente menos grafito. Este análisis, en nuestro concepto, solo sería útil para aquellas fundiciones que se supiere de antemano que no contenian mas que hierro y grafito, y aun en estas el resultado no sería absolutamente esacto, pero como el hierro puede tener, y tiene muchas veces, otros asociados, así metálicos como metaloides, consideramos en todos los casos como insuficiente dicho análisis, siendo preciso recurrir á otros reactivos de que la ciencia dispone.



Ademas; no es tan fácil determinar á punto fijo la cantidad de carbon que contiene el hierro colado. Son muchos los diferentes medios propuestos y entre ellos los hay que son mas ingeniosos que posibles de practicar con esactitud.

137. Mr. Berzelius ha intentado este análisis, primero; por medio del cloruro de plata fundido; despues convirtiendo el carbon de la fundicion en ácido carbónico y apreciando su cantidad por la precipitacion de un carbonato alcalino, cuyo método modificó Mr. Gay-Lussac añadiendo á la fundicion seis veces su peso de bióxido de mercurio, y apreciando el ácido carbónico por su volúmen, en lugar de formar el carbonato alcalino.

El cloro gaseoso se ha empleado tambien como reactivo para este análisis, substituyéndole despues por el clórido de mercurio (cloruro, siguiendo la nomenclatura que hemos usado en esta memoria) y en seguida por el yodo y aun por el bromo.

138. Ultimamente, Mr. Berzelius ha dado á luz en Berlin (anales de Poggendorff) el siguiente medio de ensayar la cantidad de carbon de una fundicion cualquiera de hierro.

Reducido á polvo un pedazo de fundicion, como de una onza, se lo deja en infusion en frio, por espacio de 3 á 4 horas, en una disolucion de clórido de cobre cristalizado. El cobre se precipita en estado metálico, mientras el hierro se transforma en clórido y se disuelve. En tal estado se añaden algunas gotas de ácido cloro-hídrico y se pone á hervir. El cobre precipitado se redisuelve en parte; se deja reposar el líquido y se decanta. El residuo se trata en seguida con nueva cantidad de clórido de cobre y un poco de ácido cloro-hídrico, haciéndole hervir de nuevo y repitiendo las operaciones indicadas hasta que haya desaparecido toda la fundicion; lo cual se habrá conseguido cuando ya no se precipite mas cobre metálico. Cuando este se haya redisuelto, mediante la adiccion suficiente de ácido cloro-hídrico, se decanta el líquido y se lava el residuo, hasta que el agua de las lociones no altere su transparencia por el azoato de plata ó por el cianuro amarillo de potasio y hierro.

El residuo bien lavado, y seco en la estufa de velon á los 100 ó 150.º del centígrado, dará la cantidad de carbono. Este análisis nos parece preferible al usado en Inglaterra; pues tratando la fundicion con el ácido sulfúrico ó el cloro-hídrico debilitados, se reconoce, sí, la presencia del carbon por el precipitado negruzco que aparece; pero el análisis no puede considerarse como verdaderamente cuantitativo, toda vez que el gas hidrógeno que se desprende, vá cargado de un aceite infecto, debido esencialmente al carbon.

139. No nos parece fuera de lugar el dar aqui una sucinta noticia del modo de reconocer en el hierro la presencia de sus asociados mas comunes despues del carbon, tales como el fósforo, el arsénico y el azufre.

140. Si el hierro es quebradizo en frio, debe sospecharse la presencia del fósforo; para ver si ecsiste se pondrá el hierro, con ácido cloro-hídrico, al fuego en un matraz cerrado, sin otra abertura que la de un tubo muy delgado que se adaptará á su cuello, por el cual saldrá el gas hidrógeno fosforado, que se inflamará al contacto del aire. Para el análisis cuantitativo se trata al hierro con el agua regia ó el ácido azóico muy concentrado, por cuyo medio se transforma el fósforo en ácido fosfórico, que se aprecia por los métodos ordinarios; pero si se emplea como reactivo una sal de plomo, convendrá tener presente que si hay en el hierro arsénico y azufre, darán lugar á la formacion del sulfato y el arseniato de plomo, que se precipitarán juntamente con el fosfato. Igual observacion puede hacerse respecto al uso, en este caso, del agua de cal ó de barita.

141. El azufre y el arsénico hacen al hierro quebradizo en caliente. Ambos cuerpos se presentan juntos, cuando el hierro procede de minerales que contengan algo de mispikel (pirita blanca arsenical), pero como en los trabajos metalúrgicos del hierro se huye siempre de esta clase de minerales, es mas raro encontrar al arsénico que al azufre, que suele provenir de las piritas que acompañan á los hierros spáticos.

142. Para reconocer la presencia de ambos se disolverá el hierro con agua regia ó ácido azóico concentrado; y al paso que una sal soluble de barita denotará la existencia del azufre, el ácido sulfohídrico delatará al arsénico. Este último puede apreciarse también, introduciendo en la disolución hecha por el agua regia, una plancha de zinc ó de estaño, que precipitará al arsénico en un polvo negro é impalpable.

Cuando la cantidad de azufre es muy pequeña, las sales de barita no son un reactivo bastante sensible, y hay que acudir al uso del ácido cloro-hídrico, como disolvente, y al acetato de plomo en calidad de reactivo, como puede verse en las obras de química.

143. Es tan interesante el adquirir un conocimiento exacto de la composición química de una fundición que haya de emplearse en ciertos usos, que no podemos prescindir de presentar aquí el resultado de varios análisis hechos por Mr. Gay-Lussac; concluyendo por exponer el método analítico que aconseja Mr. Dumas, en su tratado de química aplicada á las artes; todo esto en obsequio de la importancia del asunto y aun á riesgo de parecer demasiado difusos.

*Fundiciones grises obtenidas con carbon vegetal.*

	De Champagne.	De Nivernais.	De Berry, por el cook mezclado al carbon vegetal.
Carbono.....	2,100	2,254	2,319.
Silicio.....	1,060	1,030	1,920.
Fósforo.....	0,869	1,043	0,188.
Manganeso.....	Indicios	Indicios	Indicios.
Hierro.....	95,971	95,673	95,573.
	<hr/> 100,000	<hr/> 100,000	<hr/> 100,000.

*Fundiciones grises obtenidas con cook.*

	Del Pais de Gales.	Del Pais de Gales.	Del Pais de Gales.	Del Franco- Condado	De Creuzot.
Carbono . . . . .	2,450 . . . . .	2,550 . . . . .	1,666 . . . . .	2,800 . . . . .	2,021 . . . . .
Silicio . . . . .	1,620 . . . . .	1,200 . . . . .	3,000 . . . . .	1,160 . . . . .	3,490 . . . . .
Fósforo . . . . .	0,780 . . . . .	0,440 . . . . .	0,492 . . . . .	0,351 . . . . .	0,604 . . . . .
Manganeso . . . . .	Indicios . . . . .	Indicios . . . . .	Indicios . . . . .	Indicios . . . . .	Indicios . . . . .
Hierro . . . . .	95,150 . . . . .	95,810 . . . . .	94,842 . . . . .	95,689 . . . . .	93,885 . . . . .
	<u>100,000 . . . . .</u>	<u>100,000 . . . . .</u>	<u>100,000 . . . . .</u>	<u>100,000 . . . . .</u>	<u>100,000 . . . . .</u>

*Fundiciones blancas obtenidas con carbon vegetal.*

	De Champagne.	De l' Isère.	De Siegen.	De Coblentz.
Carbono . . . . .	2,324 . . . . .	2,636 . . . . .	2,690 . . . . .	2,441 . . . . .
Silicio . . . . .	0,840 . . . . .	0,260 . . . . .	0,230 . . . . .	0,230 . . . . .
Fósforo . . . . .	0,703 . . . . .	0,280 . . . . .	0,162 . . . . .	0,185 . . . . .
Manganeso . . . . .	Indicios . . . . .	2,137 . . . . .	2,590 . . . . .	2,490 . . . . .
Hierro . . . . .	96,133 . . . . .	94,687 . . . . .	94,328 . . . . .	94,654 . . . . .
	<u>100,000 . . . . .</u>	<u>100,000 . . . . .</u>	<u>100,000 . . . . .</u>	<u>100,000 . . . . .</u>

Segun estos análisis todas las fundiciones pueden ser consideradas como mezclas indefinidas de carburo y de siliciuro de hierro. En todas, el primero de estos dos componentes pa-

rece ser carburo cuadrilábico, formado en cada 100 partes de 97 de hierro y 3 de carbono. En la fundicion gris está asociado este componente, en cantidad variable, á un siliciuro cuadrilábico formado de 94 de hierro y 6 de silicio, en cada 100 partes.

En la fundicion blanca el mismo carburo cuadrilábico se asocia á un siliciuro octolábico y aun sedecimilábico, de los que, el primero contiene 3,2 y el segundo 1,67 p<sup>o</sup>/<sub>o</sub> de silicio, procsimamente; y 96,8 el uno y 98,33 de hierro, el otro. Conviene tener presentes estos datos; porque son fórmulas para averiguar con bastante aprocsimacion la cantidad de carbono que tiene una fundicion, dada la del silicio, y recíprocamente.

144. Entre los diversos medios de que la química dispone para hacer un detenido análisis de una fundicion de hierro, Mr. Dumas dá la preferencia al siguiente.

Disuélvase la fundicion en agua regia, y evapórese la solucion hasta la sequedad. Mézclase el residuo con tres ó cuatro veces su peso de carbonato de sosa, y caliéntese hasta el rojo en un crisol de platino. Redisuélvase en ácido cloro-hídrico, evapórese de nuevo la solucion hasta la sequedad, humedézcase el resultado con ácido cloro-hídrico, y desatando en el agua la pasta obtenida, pásese todo por un filtro en el cual quedará toda la sílice que la fundicion contenia. La fórmula atómica de la sílice, que es  $SiO_2$ , dará la cantidad de silicio.

La solucion acuosa que ha quedado debe ser tratada por el carbonato de sosa en exceso; y el precipitado, despues de bien lavado y seco, se calciaa con tres veces su peso de carbonato de potasa. El producto se disuelve en agua y pasándolo por un filtro quedará en este el óxido de hierro y el de manganeso, si lo hubiere; y al final de este análisis diremos el modo de separar uno de otro.

El líquido que ha pasado por el filtro se satura de ácido azóico, y vertiendo en él acetato de plomo, se precipita un



fosfato de este metal que dá á conocer la cantidad de fósforo, pues se compone de 75,76 de protóxido de plomo y 24,24 de ácido fosfórico; y este á su vez tiene por fórmula atómica  $Pb^2, O^5$ .

Por último; para averiguar la cantidad de carbon, se revuelve la fundicion con 8, ó 10 veces su peso de óxido rojo de mercurio y se pone la mezcla en un tubo de porcelana. A uno de los extremos de este se adapta una retorta que contenga clorato de potasa, y al otro un tubo recurvo que vaya á dar á un frasco lleno de mercurio. En tal estado se calienta el tubo de porcelana hasta el rojo y cuando ya no salgan gases algunos se calienta la retorta á fin de oxidar las partes de fundicion que puedan haber quedado intactas, y para limpiar, por decirlo así, el aparato con el oxígeno puro. De este modo todo el ácido carbónico ha pasado al frasco con el exceso de oxígeno y separando el gas, por la potasa, de la cantidad de ácido carbónico, se deducirá facilmente la de carbono.

Si se sospecha la existencia del azufre, se ponen en una retorta de 10 á 20 gramas de fundicion con ácido cloro-hídrico y haciendo pasar los vapores que se desprenden al través de una disolucion de acetato ácido de plomo, se obtendra, si hay azufre, un precipitado negro de sulfuro de este metal, que lavado, seco, regado con ácido azóico y calentado al rojo se transforma en sulfato; en cuyo caso ya es fácil apreciar la cantidad de azufre que contiene.

Por tales procedimientos hemos obtenido juntos los óxidos de hierro y de manganeso, y como su separacion no sea demasiado sencilla esplicaremos el modo de verificarla.

A este fin se disuelven ambos óxidos en el ácido cloro-hídrico, y como quiera que en este caso conviene que el hierro esté en estado de peróxido y el manganeso en el de protóxido, se añade al líquido un poco de ácido azóico y se pone á hervir, con lo que el hierro pasa desde luego al mácsimo grado de oxidacion. Mas si se temiese que al manganeso le haya sucedi-



do lo mismo, se echará en la disolución un poco de azúcar, se hervirá de nuevo y el manganeso únicamente pasará al estado de protóxido. Obtenido esto se desata el líquido en mucha agua, y agitándolo continuamente, se vierte sobre el carbonato de amoniaco, de potasa ó de sosa; pero echándolo gota á gota á fin de que la neutralización sea perfecta y se pueda cesar de echar carbonato, en el momento en que la efervescencia deje de ser sensible. Pasado algun tiempo el líquido se enturbia, y todo el óxido de hierro se precipita en estado de hidrato. Si el líquido se calienta hasta la ebullición, el precipitado se obtiene instantáneamente y la ley de composición del peróxido de hierro hidratado nos delata la cantidad de hierro; y por lo tanto la de manganeso, haciendo la substracción consiguiente. Este mismo ensayo puede hacerse por medio de los succinatos y benzoatos, cuyo proceder es preferido en Alemania; ó bien fundándose en las propiedades particulares de los acetatos, de las que dedujo un excelente medio analítico Mr. Tassaert que fue adoptado por Berthier; pero estos pormenores nos parecen ya estraños de este lugar y propios únicamente de los estensos tratados de química que, deberá consultar siempre el que deba hacer un escrupuloso análisis de una fundición.

145. En Inglaterra se calcula que una fundición para ser buena, no ha de contener mas de 3 p.  $\%$  de grafito, pues cuando contiene 4 ó 4  $\frac{1}{2}$ , ya resulta el metal sin la resistencia necesaria. Este cálculo no es aplicable á las fundiciones que se usan en Francia y en Suecia.

Las noticias que hemos procurado adquirir respecto á este ramo de industria militar en Inglaterra, no son tan abundantes, como hubiéramos deseado, lo cual depende acaso, del esmero con que procuran los ingleses encubrir con el velo del misterio, á los ojos de todo estrangero, el interior de sus fábricas y artefactos.

146. En Francia, como en España, la artillería de hierro solo se emplea generalmente para armar las costas y la mari-

na, á cuyo fin suelen tener grandes depósitos de este material en los arsenales.

Las principales fundiciones francesas son las de Nevers, Ruel é Indret. En todas ellas se emplea el método de los hornos de reverbero para fundir por el sistema inglés. No tienen altos hornos y emplean el hierro que compran del comercio.

El resultado que se busca en los hornos de reverbero franceses, es la fundicion *truilé*, que es á la que se dá, segun hemos dicho, la preferencia.

Escepto esta diferencia en la calidad de la fundicion, diferencia que proviene de la diversidad del mineral que se beneficia, en lo demas, se procura seguir estrictamente el método de fundir inglés reconocido como ventajoso.

La fundicion de artillería de hierro está bajo la direccion y vigilancia de la marina real, y sin embargo la operacion de fundir suele estar á cargo de asentistas ó empresarios, haciendo despues la marina los reconocimientos correspondientes, estando todavia en uso el funesto sistema de las pruebas á todo trance. Para este fin se funde en cada remesa un cañon de á 8 de dimensiones particulares, destinado á sufrir la prueba, en la que se vá aumentando sucesivamente la carga, hasta que revienta.

147. La artillería de hierro francesa, siempre ha sido considerada como inferior á la de Suecia é Inglaterra y esta opinion estaba tan arraigada en Francia mismo, que el Duque de Dalmacia, siendo ministro de la guerra en 1832, convencido de los adelantos que en Suecia se hacían respecto á la fabricacion de cañones de hierro, envió dos oficiales de artillería á estudiar en aquel pais los progresos del arte.

El Almirante Mr. Rigni, considerando la utilidad que de este estudio podia reportar la marina, envió por su parte otra comision de oficiales con el mismo objeto, á fin de que visitando las fundiciones de Finspong y de Aker hiciesen fundir en ellas, bajo su inspeccion, piezas de diferentes calibres destinadas á

sufrir, con las francesas, pruebas comparativas de resistencia.

Con el objeto de que las pruebas fuesen mas fecundas en resultados, otros dos oficiales pasaron á Inglaterra, por orden del Almirante Dupperré, para inspeccionar y hacer fundir cañones de diversos calibres en Caron y Gospiloak.

Cuando estas comisiones hubieron llenado el objeto de sus cometidos respectivos, se redactó un programa para las pruebas comparativas, y á todo trance, que tuvieron efecto en Gavres en 1836, y cuyo resultado se publicó al año siguiente en una memoria á la que se procuró dar la mayor circulacion, esperando desvanecer con ella la prevencion que ecsistia contra los cañones de hierro franceses.

148. No queriendo nosotros dilatar demasiado este escrito, ni hacerlo impertinente con la minuciosa relacion de los pormenores de dichas pruebas, espondremos solo el resultado de las ejecutadas con las piezas de cada calibre, y el resumen ó resultado final demostrativo de la bondad de cada clase de fundicion.

*Prueba hecha con cañones de á 8 largos de las cuatro clases de fundicion siguientes.*

Rango de resistencia de cada clase de fundicion.

Fundicion sueca de Aker, de primera fusion, ó en altos hornos. . . . .	1. <sup>o</sup>
Fundicion francesa de Ruelle, de segunda fusion, ó en hornos de reverbero. . . . .	2. <sup>o</sup>
Fundicion sueca de Finspong, primera fusion. . . . .	3. <sup>o</sup>
Fundicion inglesa de Caron. . . . .	4. <sup>o</sup>

*Id. con cañones de á 18 cortos.*

Fundicion sueca de Aker, primera fusior. . . . .	1. <sup>o</sup>
Franeesa de Ruelle, segunda fusion. . . . .	2. <sup>o</sup>

Inglesa de Caron, segunda fusion. . . . .	3. <sup>o</sup>
Sueca de Finspong, primera fusion. . . . .	4. <sup>o</sup>

*Id. con obuses de á 30.*

Fundicion Sueca de Finspong de primera fusion. . . . .	1. <sup>o</sup>
Francesa de Ruelle, segunda fusion. . . . .	1. <sup>o</sup>
Sueca de Aker, primera fusion . . . . .	3. <sup>o</sup>
Inglesa de Caron, segunda fusion. . . . .	4. <sup>o</sup>

*Resúmen de las tres pruebas.*

Fundicion sueca de Aker, primera fusion. 1. <sup>er</sup> rango de resistencia.	
Francesa de Ruelle, segunda fusion. . . . .	2. <sup>o</sup>
Sueca de Finspong, primera fusion. . . . .	3. <sup>o</sup>
Inglesa de Caron, segunda fusion. . . . .	4. <sup>o</sup>

Si estas pruebas fueron concienzudamente ejecutadas, demostrarán, en cuanto pueden ser concluyentes pruebas de tal naturaleza, 1.<sup>o</sup> que las piezas francesas pueden competir actualmente con las mejores de Europa, y 2.<sup>o</sup> que siendo la Inglaterra el país manufacturero por excelencia, la inferioridad de resistencia manifestada por sus cañones, no puede atribuirse á la mano de obra, ni á la direccion del artefacto; sino á la naturaleza de la fundicion gris que emplean, y á la cual parece debe ser preferible la fundicion Truitée, cuyos caracteres hemos definido.

149. Tales son los datos que hemos acopiado respecto á las principales fundiciones de hierro, y si los correspondientes á las inglesas no son tan amplios como seria de desear, consiste, como hemos indicado, en que los ingleses, celosos de la pros-

peridad de su industria, procuran siempre ocultar el interior de sus talleres, y hacen un secreto de sus mas sencillos procedimientos. En Caron no se permite, segun Mr. M.<sup>s</sup> Meyer, la entrada en la fábrica á ningun extranjero, y aun cuando se logre penetrar en su misterioso recinto, nada puede sacarse en limpio, á causa de la multitud de objetos triviales, con que se procura distraer la imaginacion del observador mas perspicaz.

150. No nos detendremos á hacer una relacion estensa de las fundiciones de artillería menos importantes, tales como las de Wurtemberg, las de Leyn y Gleitvitz en Prusia, y de San-chammer en Sajonia; pero no podemos prescindir de mencionar la que los franceses fundaron en Lieja en 1803, y que al través de muchas vicisitudes ha llegado á adquirir alta reputacion, debida en gran parte á su Director el General Huguenin; de tal modo, que mientras en 1814 eran poquísimos los cañones fundidos en Lieja que resistian á la prueba, en la actualidad la artillería de hierro de los paises bajos, compete por su bondad con las mejores.

El General Huguenin, en una obra muy poco conocida, titulada *Het-gienezenein-in-Ryh* &c. dá excelentes noticias sobre los trabajos y productos de esta fundicion; pero las principales mejoras han sido introducidas desde 1830 hasta la fecha, adquiriendo de dia en dia mayor grado de perfeccion: pues en la actualidad se funden alli, no solo artillería de bronce y de hierro y proyectiles de todas especies, sino tambien cilindros para máquinas de vapor, y otras piezas delicadas, asi de fundicion como de forja y otros objetos de lujo y de esmerado trabajo; habiendo salido de sus talleres las estatuas colosales de Rubens y Guetry.

El método empleado para fundir la artillería de hierro es, como en Inglaterra, por medio de hornos de reverbero; cuya carga suele formarse de  $\frac{3}{5}$  de hierro nuevo,  $\frac{1}{5}$  de trozos de cañones antiguos suecos y  $\frac{1}{5}$  de mazarotas. Los altos hornos, en que se beneficia el mineral difieren muy poco de los de otros paises.



En Lieja se hicieron los primeros ensayos para plantear el sistema de Fabre-Dufaur y su aparato para alimentar los hornos con aire caliente; y reconocidas sus ventajas y economías, se ha estendido despues el uso de este sistema á muchas ferrerías belgas de propiedad particular.

Pruebas comparativas hechas en 1837 en La Fére, y otras en 1839, 40, 41 y 42 en Baviera y en otros puntos, han dado á favor de la artillería de Lieja, los mas satisfactorios resultados.

El que desee mas pormenores sobre este establecimiento, acaso el mas completo de su especie por abrazar todos los ramos de la industria militar, y que tanto honor hace al cuerpo de artillería que lo dirige, puede consultar una memoria relativa á este asunto, traducida del aleman por el capitán Don Ignacio Castilla, y publicada en el memorial de artillería números 26 y 27 del tomo II.

151. En la fundicion de Lieja se moldean los cañones de hierro, dejando bajo el cascabel un tronco de cono, que, ademas de servir despues para montar el cañon en la máquina de barrenar y torneear, tiene la ventaja de que recibe el metal que sale el primero del horno, y que tanto por ser el que estaba ocupando el agujero de la colada, y el fondo de la caldera, sustrayéndose á la accion enérgica del fuego del horno; quanto por el resfrio que sufre atravesando la mayor distancia; llega al fondo del molde sin la temperatura necesaria, de donde suele originarse el fenómeno notado en 1820 en un cañon de á 24, y despues en otros varios, de que al verificar las pruebas se desprenda la culata en forma de un cono truncado, cuya base menor es el fondo de la recámara, sin que en el resto de la pieza se note alteracion alguna.

152. Para obviar este inconveniente, observado en Lieja y en Inglaterra, y reconociendo como causa la mayor temperatura que tiene en el baño la superficie del metal espuesta á la llama, respecto al fondo del crisol, cuyo metal es el primero que sale por el agujero de la colada, se recurrió al espediente de hacer



en los hornos de reverbero dos agujeros; uno correspondiente al fondo del crisol, ó caldera, y el otro poco mas bajo que la superficie superior del baño, por el cual se empieza á hacer la colada; y cuando ya dicha superficie, está cerca de este agujero, se destapa el inferior, procurando hacerlo antes de que por el superior puedan salir las escorias y cuerpos heterogéneos, que siempre cubren el metal.

Cuando en este se notan síntomas de una fundicion muy gris, acostumbran en Lieja á abrir las puertas del horno, berringar el baño y echar sobre su superficie pedazos de coque bien encendidos.

153. Los ensayos hechos en Lieja han probado, que las piezas fundidas cuando el horno de reverbero no produce un metal muy fluido, sino que al salir del baño se presenta un poco pastoso, son siempre malas. La esperiencia, mejor que otra regla alguna, es la que indica al fundidor cuando está el baño en disposicion de hacer la colada, en cuyo momento se presenta muy fluido, trasparente y sin ninguna luz rojiza en su superficie. En todo caso conviene tener presente que el metal, despues de fundido, puede estar recibiendo calor en el horno por mas de dos horas, sin que pierda por eso nada de su bondad, y que siempre son peores las consecuencias de emplear el metal con poca temperatura, que las de usarlo demasiado caliente.

Seria de desear que atentas observaciones hechas con el pyrómetro, en el momento de fundir la artillería, asi de hierro como de bronce, fijasen, entre límites estrechos, cuál debe ser la verdadera temperatura del baño.

154. Hemos hablado del sistema de calentar el aire con que han de alimentarse los altos hornos de reduccion del hierro, y no concluiremos esta parte de nuestro trabajo, sin dar alguna noticia de esta importante reforma, que segun Mr. Dumas debe producir grandes ventajas, no solo en la metalúrgia del hierro sino en la de otros metales.

155. Antes de enumerar los beneficios que para los hornos

del hierro puede reportar esta invención, daremos aquí la explicación de la lámina en que ofrecemos á nuestros lectores el plano de un horno á la Wilkinson, con su aparato para calentar el aire, establecido en Lieja; cuya lámina copiamos, en menor escala, de la memoria sobre la aplicación del hierro á la artillería de Mr. Thiéry.

La figura (7.<sup>a</sup> de la lám. 13.) representa la elevación del horno visto por el lado del agujero de la colada. Insiste sobre un macizo construido de ladrillos comunes, recubierto de una plancha *b*, de fundición, de figura exágona con un reborde para recibir la estremidad inferior de 6 planchas verticales *d*, *d*, reunidas por medio de unos pernos. Por arriba termina en una plancha redonda *e*, que tiene en el centro una abertura del mismo diámetro que el hueco del horno, y además un reborde ó resalto exagonal *f*, que ajustándose al perímetro del polígono que forman las planchas *d*, *d*, las sujeta y forma con ellas el revestimiento del horno (fig. 9). Sobre la plancha *e* están fijos los cuatro soportes *g*, *g*, que sostienen el aparato para calentar el aire, compuesto de dos anillos huecos con doce agujeros cada uno, para recibir las columnas *i*, *i*, igualmente huecas, sujetas á los anillos *h*, *h* por medio de pernos ó tornillos. *KK* es la mampostería que sirve para concentrar el calor, que sale del horno, sobre el aparato de calentar el aire. *La*, abertura por donde se carga el horno (fig. 9); *m* tubo para la entrada del aire frío; *n* tubo para la salida del aire caliente, que comunica con las columnas *o*, *o* y con las llaves *P*, *P*, *P*, que tienen cada una su macho *q* para interceptar, según se quiera, la entrada del aire en el horno cuando convenga variar de tubo (fig. 7); *r*, *r*, tubos móviles de palastro, y de figura cónica, cuyo diámetro menor es de 5 centímetros (fig. 8).

Se usa ordinariamente de los tubos de abajo para las cargas pequeñas de 200 kilog. pero cuando son mayores, se hace entrar el viento por el segundo ó tercer tubo. El horno puede contener hasta 1000 kilog. de hierro en fusión.

El interior del horno es cilíndrico de 0.<sup>m</sup> 52 de diámetro y 1.<sup>m</sup> 96 de altura. La camisa es de ladrillos refractarios, con los agujeros necesarios para la entrada de los tubos. El fondo está cubierto de una capa de arena de 0.<sup>m</sup> 10 de espesor, y está inclinada hácia el agujero de la colada y hasta el extremo de la reguera *T*, por bajo de la cual se coloca la cuchara ó canal para llevar el metal á los moldes; y *U* es la mampostería sobre que descansa una plancha *v* de palastro que sostiene la reguera *T*.

La (fig. 8) representa el corte horizontal por la línea *AA* en el cual se vé la forma  $\alpha$  que tienen los ladrillos refractarios.

El espacio *Y* se rellena con fragmentos de los mismos ladrillos unidos con cemento de su materia.

La (fig. 9) es el corte vertical por la línea *EE* de la (fig. 8). La (fig. 10) la planta del anillo hueco superior del aparato, con las aberturas en la cara de abajo para recibir las doce columnas, y otra *m* para la entrada del viento frío. El anillo de abajo tiene dos agujeros *n, n*, para dar salida al aire caliente.

156. Por lo que respecta á las mejoras que del uso del aire caliente reporta la metalúrgia del hierro, Mr. de Babbage, en su tratado sobre la economía de las máquinas y de las manufacturas, dice lo siguiente.

“En la actualidad, que los fabricantes de hierro se quejan  
 »de la baja ruinosa que experimentan en el precio del producto  
 »de sus ferrerías, empieza á introducirse un nuevo método  
 »para fundir el hierro que producirá grande economía en esta  
 »operacion, si se realizan las esperanzas de sus inventores. Es-  
 »te método consiste en calentar el aire antes de emplearle  
 »en alimentar los altos hornos. Una de las ventajas del uso del  
 »aire caliente es la de poder quemar hulla en lugar de cooke,  
 »economizando asi los dispendios de la carbonizacion de la hu-  
 »lla, cuyo combustible además permite disminuir la cantidad  
 »de carbonato calizo (castina) que se pone como fundente para  
 »la reduccion del hierro. La tabla siguiente, formada por los

»propietarios del privilegio de invencion está copiada del *Journal de Brewster* pag. 319 año 1832.

»Cuadro comparativo de las cantidades de materias empleadas en la ferrería de la Clide para fundir un *tonne* (1015 kilog.) de hierro colado, y de la cantidad de fundicion producida por cada alto horno, en una semana.

Combustible.	Mineral.	Castina.	Fu r d'ca producida en cada se- mana.
Tonnes.	Tonnes.	Quintal Métrico.	Tonnes.

1.º Con aire á la temperatura

ordinaria y cooke, . . . . . 7 . . . . 3<sup>1</sup>/<sub>4</sub> . . . . 7,60 . . . . 43

2.º Con aire caliente y cooke . . . 4<sup>3</sup>/<sub>4</sub> . . . 3<sup>1</sup>/<sub>4</sub> . . . 5,08 . . . 60

3.º Con aire caliente y hulla . . . 2<sup>1</sup>/<sub>4</sub> . . . 3<sup>1</sup>/<sub>4</sub> . . . 3,80 . . . 63

»En el segundo y tercer caso, hay que aumentar 250 kilog. de carbon menudo ó cooke, que se emplean en calentar el aire.

»La construccion del aparato para calentar el aire en cada alto horno, cuesta de 5 á 7000 francos.

»En la ferrería de la Clide no se hace ya uso del cooke, pues los 3 altos hornos emplean la hulla.

»Para inyectar el aire en los tres altos hornos hay una máquina de vapor de doble fuerza de la necesaria. Su cilindro tiene 40 pulgadas inglesas de diámetro. El del cilindro por donde pasa el aire es de 80 pulgadas. El aire sufre una presión de 2 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> libras por pulgada cuadrada. Cada alto horno tiene dos toberas de 3 pulgadas de diámetro.

»El aire se calienta sobre 600 grados de Fahrenheit y puede fundir el plomo colocado á 3 pulgadas del orificio por donde sale.

«No es fácil conocer á primera vista el considerable aumento de producto que origina la introduccion del aire caliente; pero el análisis de la accion de este aire asi preparado, nos conducirá á presentar ideas curiosas sobre la aplicacion futura de estas máquinas de inyectar el aire en los altos hornos.

«Cada pie cúbico de aire atmosférico inyectado en el alto horno, se compone, próximamente, de  $\frac{1}{5}$  de oxígeno y  $\frac{4}{5}$  de ázoe.

«Siguiendo la teoría actual de la química, el oxígeno solo es el que aviva la combustion; y asi se puede analizar qué es lo que sucede en el alto horno.

«El aire lanzado dentro del horno con cierta condensacion, se dilata inmediatamente á espensas del calor de los cuerpos circunstantes.

«Independientemente de esta dilatacion, si el aire tiene una temperatura baja, necesita tomar el calor suficiente para equilibrarla con la de los cuerpos candentes, con quienes vá á estar en contacto.

«El oxígeno al tocar las materias que están en ignicion en el alto horno, se une con ellas comunicándolas una gran porcion de su calórico latente y forma compuestos que tienen menos calórico específico que los componentes que lo constituyen; los demás quedan bajo la forma de escorias fundidas y flotantes sobre la superficie del hierro liquidado por el calor, separadas de estas diversas combinaciones. El ázoe no parece formar combinacion alguna, y no contribuye de ningun modo al aumento del calórico; antes bien lo roba para equilibrar su temperatura con la del laboratorio del horno, sin que este calor que recibe produzca en él otro efecto que el de la dilatacion que es consiguiente.

«Asi, el método de calentar el aire antes de inyectarlo en el alto horno, economiza todo el calor que la combustion habia de suministrar para elevar á 316.<sup>o</sup> centígrados la temperatura de este aire, semejante á la del exterior: y tie-

TOMO II.



»ne por efecto directo el hacer el fuego mas intenso, facilitar  
»la fusion de las escorias vidriosas y darlas acaso mayor efi-  
»cacia para reducir el mineral de hierro. Si la cantidad de  
»combustible necesario para calentar el aire antes de inyectar-  
»lo en el horno, se hubiera añadido á la carga de este, solo se  
»hubiera conseguido aumentar la duracion del fuego, pero no  
»su intensidad.

“La introduccion del aire frio, en tanta cantidad, dentro del  
»horno, es completamente inútil, y aun contraria á la fusion  
»del mineral; pues resfria el horno en lugar de calentarle; es  
»un vicio esencial del método seguido hasta ahora en el tra-  
»tamiento metalúrgico del hierro, y si se considera además  
»la enorme pérdida de fuerza mecánica empleada en condensar  
»este aire; pérdida inútil que en realidad asciende á los  $\frac{4}{5}$  de la  
»fuerza total puesta en accion para suministrar aire al alto hor-  
»no, se concebirá perfectamente la necesidad de un nuevo  
»procedimiento mas perfecto, para escitar una gran com-  
»bustion”.

157. La importantísima mejora del uso del aire caliente en los hornos de hierro fué debida á Mr. Neilson, Director de establecimientos industriales en Glasgow.

En 1829 se hicieron los primeros ensayos en las forjas de la Clyde pertenecientes á Mr. Dunlop. Al principio solo se calentaba el aire hasta 149.º centígrados; despues empleando tubos cuya temperatura se modificaba por el agua, se hizo subir la del aire hasta 371.º centígrados; y entonces fué cuando en vez del cooke se empezó á emplear la hulla, obteniendo por resultado doble producto en el horno, con menos de la mitad de combustible.

158. En Inglaterra, y especialmente en el pais de Galles, ha sido muy contestada la utilidad de este sistema, llegando algunos á suponer que sus ventajas no compensaban la considerable retribucion que el inventor Neilson ecsigia; pero en Escocia se adoptaron prontamente las máquinas de calentar el aire,

obteniendo muy buenos resultados, en vista de los cuales se ha estendido esta práctica en Europa.

159. Hemos espuesto las ventajas que el uso del aire caliente produce en cuanto á la economía y pronta reduccion del metal, especialmente cuando se apetece una buena fundicion gris, y es por lo tanto justo que manifestemos una, al menos, de las razones en que los opositores de este sistema apoyan su opinion.

Sin negar las ventajas de la pronta, fácil y económica reduccion del mineral de hierro, alegan, que es tal la temperatura que por este medio se desenvuelve en el laboratorio del horno, que los silicatos que forman las escorias llegan á reducirse, y el silicio á interesarse con el hierro, haciéndolo impropio para la fabricacion de las piezas de artillería.

En comprobacion de este aserto invocan la respetable autoridad de Karsten que, antes de la invencion del aire caliente, ya hizo notar que las fundiciones obtenidas con demasiada temperatura, perdian de su bondad, por la formacion del siliciuro de hierro.

160. Los aparatos para calentar el aire que ha de servir en los altos hornos, admiten muchas variaciones respecto á su figura; pero para dar una idea del pensamiento que preside á su construccion, bastará la simple inspeccion de uno de ellos, representado en las (figuras 11 y 12 de la lámina 12). Es un horno construido espesamente cerca de la tobera del alto horno, y encierra dentro dos grandes tubos de fundicion *AA* (figuras 11 y 12) horizontales y paralelos, ligados entre sí por varios tubos mas pequeños, tambien de hierro colado y encorvados, como representa la (figura 11).

Todos los tubos han de tener un espesor considerable (18 líneas, ó mas) y se calientan colocando el combustible en la parrilla *D*; la llama penetra al cuerpo del horno por la abertura *d* y el humo busca, por entre los tubos, su salida por los orificios que comunican con la chimenea comun *F*.

De los dos tubos horizontales A, A, el uno recibe el aire frío de los fuelles ó máquina inyectora, y el otro lo trasmite, ya caliente, al tubo conductor, que lo lleva al horno de reducción.

161. El regulador que inyectora el aire en los tubos en que ha de calentarse, ha de ser de los secos; pues en los de agua, que hemos explicado, el aire sale cargado de una humedad que puede ser origen de accidentes desgraciados. Los tubos por donde el aire circula (que pueden también ser rectos y de 15 pulgadas de diámetro) tienen de distancia en distancia unos compensadores que evitan los efectos que produciría la dilatación si formasen un todo continuo. Así mismo tienen interiormente varios diafragmas, que obligan al aire á circular lamando ó rozando la superficie interior del tubo, que comunica así al fluido más fácilmente su calor. La longitud de los tubos varía, según la figura del aparato, desde 20 á 40 metros.

Según los fundidores ingleses si la temperatura que se dá al aire no le hace capaz de fundir al plomo, ó mejor al zinc, su uso sería más perjudicial que útil.

Las toberas de los hornos alimentados con aire caliente, se inutilizan tan pronto, que ha sido preciso, no sólo revestirlas de arcilla refractaria, sino formarlas de dos tubos concéntricos, entre los cuales circula continuamente una corriente de aire frío. Es verdad que esta corriente, aunque pequeña, disminuye el efecto del aire caliente, pero el mal se remedia dando á este mayor temperatura.

La dirección de la marcha del aire en los tubos y la de la llama en el interior del horno, ó galería, en que se calientan, es inversa; es decir, que el aire entra en aquellos por la parte de la chimenea y sale por la correspondiente al hogar, á fin de que la temperatura, y por consiguiente la dilatación, aumente progresivamente. La parte de los tubos más cercana al hogar se reviste de ladrillos refractarios para retardar su destrucción todo lo posible, y esta precaución es tanto más útil, cuanto que en tales hornos sólo se quema generalmente hulla de

mala calidad y desperdicios del combustible del alto horno.

162. Mr. Cabrol, antiguo oficial de la artillería francesa, obtuvo privilegio de invención de otro aparato destinado, no solo á calentar el aire, sino á hacer entrar con él, en el horno, cierta cantidad de ácido carbónico y de hidrógeno carbonado, que obran como reductivos en su contacto con el metal. La temperatura, que el aire y los gases adquieren en este aparato llega á 530° del centígrado.

Los ensayos hechos en los talleres de Alaix y de Decazeville, han dado resultados muy satisfactorios; pero en Escocia no ha sido bien acogido este invento, mediante el cual, la intensidad del calor es tal, y tan pronta la fusión, que, según su autor, no se dá tiempo á que la sílice se descomponga.

163. La experiencia parece haber demostrado que el aparato de aire caliente de Mr. Neilson, es preferible cuando los productos de los hornos se destinan á fundiciones, y el de gases reductivos de Mr. Cabrol, cuando el hierro haya de destinarse á los trabajos de la forja.

164. El aparato de Mr. Cabrol se construye inmediato á la tobera del alto horno con planchas de fundición, formando una cámara herméticamente cerrada, tal como se representa en la (lám. 12, figs. 13 y 14), de las cuales la primera es el corte vertical dado por la línea *VV'* de la segunda, y esta el corte horizontal por *VV''*. Las dimensiones, según demuestra la escala, son tales, que permiten á un obrero trabajar libremente dentro del aparato. *A*, es el conductor del aire de la máquina de inyección, que penetra en la cámara para recibir en ella la temperatura y modificación conveniente.

A este fin se construye dentro del aparato un horno pequeño con su bóveda, cenicero y parrillas, sobre las que se quema el carbon ó cooke necesario.

El hogar de este horno, cerrado por una puerta de doble giro, permite por el cenicero el libre acceso al aire comprimido, que suministran los fuelles.

Enfrente de la puerta del horno hay en el mismo hogar un agujero de comunicacion con la tobera *V* del alto horno, por el cual entran lanzados en él, en union de la llama del hornillo, el ácido carbónico, los gases carburados, y el aire no descompuesto. La parte *D* que aparece en la (lámina, fig. 13 y 14), como independiente del resto del aparato, es un cuartito muy reducido, donde se refugia el obrero, que cuida de alimentar el fuego del hornillo, para no estar constantemente sufriendo dentro de la cámara la presión del aire comprimido; cuando el obrero haya de entrar desde el aposento *D*, á la cámara, antes de abrir la puerta *d'* equilibra la presión del aire en ambas estancias por medio del uso de una bálbula ó ventilador construido al efecto en la pared divisoria; cerrando la puerta y la bálbula, al punto que haya entrado, y empleando iguales precauciones para la salida.

El que apetezca mas detalles sobre el aparato de Mr. Cabrol, los hallará en las páginas 73 y siguientes, de un tratado publicado en Paris en 1839, con el título de *Procedés de fabrication dans les forges, appliqués particulièrement au service de guerre.*

163. No obstante la opinion conteste de todos los autores, de que el servicio de la artillería de hierro colado será siempre arriesgado, ínterin no haya medio de dar al hierro fundido la elasticidad de que carece; algunos han supuesto que la explosion de muchas piezas que estallan inopinadamente, á pesar de estar construidas de excelente fundicion, proviene de la práctica adoptada en algunos países de poner á dichas piezas granos de cobre, para evitar la destruccion rápida que experimentan en el fogn cuando carecen de tal circunstancia; degradacion que inutiliza para el servicio, cañones que, en todo el resto de su estension, no presentan deterioro de ninguna especie.

Los que así opinan se apoyan en el resultado de las pruebas hechas en La Fère en 1836 y 37, donde se observó que las piezas con grano, de cobre, si bien se desfognaban mucho despues que las que tenian el fogn abierto en la misma fundicion, re-



ventaban en mayor proporción que estas últimas; pues mientras de tres cañones probados con grano de cobre, dos reventaron, los demas, que no lo tenían, resistían á la prueba.

La comisión de ensayos opinó que este fenómeno podría provenir de quedar la pieza debilitada por el largo taladro que, para poner el grano, hay que practicar precisamente en el punto en que las paredes del ánima necesitan mayor resistencia; y de que llenando este hueco con una pieza de cobre puesta á rosca, y siendo este metal mas dilatible que la fundición, obra en sentido contrario de su fuerza de cohesión, cuando por los tiros repetidos se eleva la temperatura dentro del ánima hasta 69° del centígrado.

La primera de estas razones puede ser convincente, hasta cierto punto; mas la segunda es en nuestro sentir mas especiosa que útil, pues ni la diferencia de la dilatibilidad de los metales, es tanta, ni puede suponerse que en la reducida superficie de tan pequeña pieza de cobre, pueda este metal blando causar estrago alguno sobre la fundición tan dura y en masa tan considerable.

Creemos mas bien que la diferencia de resistencia puede provenir, en parte, de que las piezas sin grano, desfogándose pronto, dejan escapar por el ancho orificio que resulta, gran parte de los gases que la pólvora produce en su inflamación; y por consiguiente, las paredes del ánima de estas piezas sufren una presión comparativamente menor que las que, por tener grano de cobre, no se han desfogado y tienen que sufrir toda la presión que la carga sea capaz de producir.

No es nuestro ánimo el abogar aqui por la práctica de poner granos á las piezas de hierro, combatimos solo la opinion de los que creen que, en el estado actual de las cosas, la artillería de hierro es completamente buena, y no ofrece riesgo alguno con tal que no se pongan granos á las piezas.

Reconocemos en esta clase de cañones todas las ventajas que su moderado precio proporciona, como así mismo su dure-

za, que las hace resistir mas que ningunas á los efectos de los tiros de rebote; como lo demostraron las pruebas de La Fère, ya citadas, y el sitio de la Ciudadela de Amberes, artillada con ellas, donde las baterías francesas de rebote solo consiguieron inutilizar tres piezas después de haber lanzado 64392 proyectiles; pero la cuestion de impedir esas explosiones, de que tantos ejemplares pueden citarse, verificadas en el momento menos esperado, sin que ningun síntoma revele la proximidad del peligro; esa cuestion está en pie y solo la metalúrgia ayudada de la mecánica industrial es quien podrá acaso resolverla.

La época en que esto se verifique tal vez no está distante. Hemos dicho en otro lugar el buen uso que á principios de este siglo hicieron los cañones de hierro ingleses en la guerra de la Península, y en la actualidad la Dinamarca funde sus cañones de bronce de campaña para reemplazarlos con otros de hierro. Como esta innovacion presenta en su favor grandes ventajas de economía, es de temer que, aua sin cerciorarse bien de cuáles puedan ser los resultados, el gobierno dinamarqués no deje de tener imitadores.

166. Mr. Reaumur en 1722 publicó un tratado sobre el modo de hacer dulce y maleable el hierro fundido, y este adelanto reducido á práctica ha ofrecido los mejores resultados.

En el establecimiento de Mr. Lesoiné, Naker Maker, á una legua de Lieja, se hace perfectamente maleable el hierro fundido, cementándolo con el peróxido de hierro, en crisoles de una arcilla refractaria gris cenicienta, amasada con polvos de cooke. Hemos visto objetos pequeños procedentes de aquella fábrica, y que han sido traídos á España por los oficiales del cuerpo que de real orden viajaron por el extranjero en 1845 y 46. Deseamos que den á conocer los pormenores de un procedimiento que siendo aplicable á la fundicion de artillería de hierro, podria proporcionar á la industria militar ventajas de tanto interés.

Por lo demás, los muchos ensayos hechos por MMrs. Reau-

mur y Rinman, empleando para el objeto indicado la cementación por medio del grafito, del carbon en polvo, de las cenizas de huesos &c; despues de producir grandes inconvenientes en la práctica, solo dieron buenos resultados en objetos pequeños y de poco espesor.

Para estos solamente eran útiles tales procedimientos, en concepto de Karsten, y esto, solo en el caso de que la fundicion se hubiese vuelto blanca por un enfriamiento repentino.

167. MMrs. Baradelle y Theodore ensayaron tambien los medios de hacer dulce el hierro de varios objetos, que por su forma complicada habian sido vaciados con fundicion blanca, y obtuvieron, segun Culmann, tan buenos resultados, que la sociedad, *protectora de la industria*, les decretó un premio de 3000 francos.

Mr. Reaumur, no desmayando en su empresa, publicó en 1772 un volúmen en fólío sobre la misma materia, impreso por órden de la Academia Real de ciencias, y precedido de una introduccion escrita por Mr. Duhamel de Monceau. Comprende dicho volúmen hasta 18 memorias, todas relativas al hierro y dignas de ser consultadas, como la historia de un invento que puede llegar á producir un trastorno en el método de fabricar la artillería.

168. El arte de obtener objetos de metales fundidos y vaciados en moldes para darles forma determinada, fue conocido por los antiguos, y la operacion del moldeo, llegó entre ellos á un eminente grado de perfeccion. Las estátuas y bajos relieves que con frecuencia se hallan en las escavaciones de las ciudades romanas, cuyo delicado trabajo y correcto dibujo los llama á servir de modelos á la escultura moderna, nos demuestran que este arte, como otras muchas, tuvieron en lo antiguo un desarrollo y aplicacion considerables.

169. No es fácil determinar cuáles fueron los primeros metales con que se vaciaron objetos moldeados; mas si hemos de dar crédito á los anales históricos de la ciencia, la plata y el

oro fueron los que se usaron en los tiempos mas remotos para fundir vasos sagrados y otros objetos preciosos.

Muy posteriormente fué cuando se vaciaron objetos de bronce ó laton, generalizándose despues rápidamente el uso de estos metales, hasta que pudo reemplazarlos otro mas barato, mas duro, mas refractario, y susceptible de vaciar con él objetos mas delicados. Tal es el hierro, cuyo uso para objetos de fundicion debe referirse á la fecha de la invencion de los altos hornos, aunque Karsten opina, que antes de esa época, cuando los hornos llamados *Stuckofen* empezaron á aumentar su altura para beneficiar los minerales pobres y fusibles, ya se presentaba en su crisol el metal líquido; siendo esta circunstancia, puramente casual, la que produjo el arte de emplear el hierro fundido para vaciar objetos moldeados; arte que, segun dicho autor, debió á los altos hornos su perfeccion, pero no su origen.

Dejando nosotros á un lado cuanto dice relacion con el molde y vaciado de los objetos pequeños y delicados que se emplean en las artes, nos ceñiremos á tratar únicamente de las consideraciones generales sobre el arte de moldear las piezas de artillería, y sobre la influencia que la figura, materia y temperatura de los moldes pueden ejercer en la calidad del hierro.

170. Los cañones de hierro pueden moldearse en arcilla, por un método absolutamente igual al que se explicará al tratar de la artillería de bronce; ó en arena, procediendo de la manera que indicaremos.

El primer método es el mas antiguo y el menos usado, dándose generalmente la preferencia á los de arena, no obstante sus inconvenientes, porque entre otras ventajas tienen la de ser su fabricacion mucho mas fácil y económica.

171. Cualquiera que sea el molde que haya de recibir el metal fundido, convendrá que su temperatura difiera lo menos posible de la de este, pues de este modo no solo resultará

el hierro mas elástico, sino que en la solidificación lenta, las moléculas se agrupan tranquilamente obedeciendo las leyes cristalográficas de la materia, que en el caso contrario vendría á resultar con menos tenacidad y resistencia de la que por su naturaleza le corresponde.

172. En Inglaterra se dá tal importancia á esta teoría, que los objetos de gran volúmen no se sacan de la fosa hasta 8 dias despues de hecha la colada. Tampoco en Lieja se desbaratan los moldes hasta que el metal se enfria, y si bien en algunas otras fabricas los deshacen cuando el hierro está todavía rojo, mas es porque la escasez del surtido de útiles para la moltería les obliga á obrar asi, que porque desconozcan el sólido fundamento del principio arriba sentado.

Este inconveniente es menos grave en los moldes de arena, porque quitadas las cajas que los forman, la arena queda adherida al hierro, pero en los de tierra hay que destrozarlos enteramente para sacar los herrajes.

173. Algunos creen que la solidificación del hierro fundido se verifica en virtud de leyes constantes derivadas de su composición química, y sobre las cuales no tiene influjo el enfriamiento repentino. Esta opinion, tan contraria á la teoría, está altamente desmentida por la esperiencia, pues vemos continuamente piezas procedentes de una fundición gris, dulce y tenáz, resultar duras, agrias y quebradizas á causa del resfrio que han sufrido por un cambio brusco de temperatura; defecto que Mr. Grignon se propuso emendar recociendo las piezas en hornos de reverbero, y que Mr. Moritz Meyer cree que se corregiría mejor antes de sacarlas de los moldes, echando sobre estos, carbones encendidos y rodeándolos de una gruesa capa de tierra caliente, sin sacarlos de ella hasta que todo hubiera quedado á la temperatura ordinaria.

174. Los partidarios de los moldes de tierra dicen, que en ellos se conserva el metal líquido mas tiempo que en los de arena; pues estos conducen mejor el calórico, no tanto por su ma-



tería cuanto por la caja de hierro en que estan encerrados, concluyendo de aqui que en los de tierra resulta el metal mas compacto porque obra mas tiempo sobre él el peso de la mazarota.

175. Los que defienden el moldeo en arena conceden poca importancia á una ventaja que es de muy corta duracion, pues la mazarota deja de obrar en todos sentidos, desde el momento en que se solidifica el anillo del astrágalo, lo cual se verifica bien pronto; resultando que el metal que queda en lo interior del molde, líquido y abandonado á sí mismo, origina por su lenta solidificacion diferencias sensibles en la densidad de la materia en los tres cuerpos de la pieza. Ya hemos indicado en otro lugar como intentó obviar este inconveniente Mr. Emile Martin en la fabricacion de su cañon de á 24 de fundicion gris. Mr. Moritz Meyer propone construir los cañones cilindricos y arreglarlos luego á las plantillas en la máquina de torneear. Una y otra idea están conformes con cuanto indicaremos al tratar de la solidificacion de los bronce, donde la poca intimidad con que se unen los metales de la liga, hace mas necesarias estas consideraciones.

176. Para disminuir la escesiva conductibilidad que tienen para el calórico los moldes de arena, se adoptó en Lieja un medio, propuesto por Mr. Frédérick; que consiste en mezclar intimamente á cada cinco partes de arena una de polvos de cooke y humedecer la mezcla con agua en que se hayan echado y revuelto perfectamente ciertas cantidades de polvos de cooke, estiércol de caballo y tierra de pipas, dejando reposar la masa todo el tiempo que se pueda. Construido el molde y por los medios ordinarios, se le calienta fuertemente en una estufa por espacio de 24 horas, y se le deja en ella hasta que se enfrie; se le cubre de una capa gruesa de estiércol de caballo que se le deja secar, y en seguida se le dá interiormente una mano ligera de una pintura negra hecha con polvos de cooke, tierra de pipas y estiércol de caballo, diluido todo en agua; esponiendo de nuevo el molde al fuego por espacio de 10 horas,

obteniendo por este medio una superficie muy tersa y unida, y fácil de separarse del metal.

177. En las fundiciones de Suecia suele preferirse el molde en tierra, porque construyendo tanta variedad de piezas de todos tamaños y figuras, como que surten de artillería á muchas naciones, necesitarían para moldear en arena un surtido inmenso de cajas de todos tamaños y proporciones, cuyo manejo seria embarazoso.

Las circunstancias locales y las materias de que se puede echar mano, determinan tambien en muchos puntos si los moldes han de ser de arenas ó de arcillas, interviniendo tambien como dato el combustible que se emplea en la fundicion, pues el hierro fundido con cooke se mantiene líquido mas tiempo que el fundido con carbon vegetal.

La experiencia, sobre todo, es la que resuelve problemas de esta naturaleza, estando demostrado por ella, que cuando se moldee en arena debe seguirse el método de Mr. Frédérik; y adoptar la práctica usada en Sayn de pulimentar perfectamente los bordes de las cajas para que las uniones sean esactas. La capa negra con que en Lieja se revisten interiormente los moldes, tiene, si no es muy delgada, el inconveniente de que suele despegarse del molde y caer al fondo, originando luego defectos en la superficie de la pieza: algunos creen que este baño negro podria suplirse con ventaja ahumando los moldes.

178. Para moldear en arena la artillería, el modelo de la pieza con su mazarota, ha de ser de hierro, ó mejor de cobre, hueco para que no pese tanto, y dividido en trozos tales que puedan moldearse separadamente y sacarlos de la arena sin desbaratar su figura. Cada trozo tiene su caja particular de hierro colado, de mas diámetro que él pero de la misma altura, divididos longitudinalmente en dos mitades que se unen por medio de pernos con chavetas, que atraviesan un reborde que tienen las cajas en la parte por donde se unen sus mitades, y cada dos cajas entre sí.

Se coloca el trozo de modelo dentro de su caja correspondiente, ocupando el centro, y el espacio vacío que entre ambos cuerpos resulta, se va rellinando de la arena, preparada al efecto, por capas sucesivas que se van apisonando fuertemente para que formen un cuerpo compacto. En seguida se saca con cuidado el modelo, cuya figura queda perfectamente impresa en la arena. Las partes salientes, tales como los muñones, se aseguran al trozo correspondiente del modelo por medio de tornillos, cuya cabeza corresponde al hueco ó parte interior de aquel. De esta manera, cuando ya la arena está apisonada, se quitan los tornillos, se saca el trozo del modelo, y por el agujero que deja este, se extraen sin dificultad alguna los modelos de los muñones.

179. Obtenidos de este modo los diferentes trozos del molde, se los lleva á una estufa particular, que consiste en una cámara cerrada en cuyo centro hay un hogar con su parrilla para poner el combustible, que debe ser carbon de madera ó de tierra. Alrededor de este hogar se colocan los diferentes trozos del molde, formando lechos ó capas hasta cierta altura, separadas entre sí por barras de hierro que atraviesan de pared á pared de la cámara. Allí sufren por espacio de quince horas un fuego considerable, pero no tan fuerte que las cajas se pongan rojas, porque entonces la dilatacion de estas destruye los moldes.

180. Cuando salen estos de la estufa, y aun calientes, se les da interiormente, con un pincel apropósito, una capa muy tenue de carbon en polvo y arcilla diluida en agua. En tal disposicion van á la fosa, donde por medio de una grua se van colocando, primero el de la culata, y luego los siguientes por su orden, unos sobre otros, centrándolos perfectamente, y usando las precauciones convenientes, para que el hueco del molde quede exactamente igual al modelo.

181. No todas las arenas son apropósito para moldear el hierro, pues las que contienen óxidos metálicos son muy fusibles, se vitrifican con el calor del metal, é impiden la salida de los gases. La arena pura por su poca cohesion, no conserva la

forma del modelo, y se desmenuza facilmente. Si sus granos son redondeados, este defecto subsiste aunque se la mezcle algo de arcilla. Si este componente entra en gran cantidad, los moldes luego disminuyen de dimensiones al calentarlos, por la propiedad de las arcillas de contraerse con el calor. Por consiguiente, para obtener buena arena de moldear, debe buscarse arena cuarzosa, refractaria de grano fino y anguloso, y humedecerla con agua cargada de arcilla desleida, hasta que tomando un puñado de arena, y apretándolo en la mano, conserve bien la forma que se la imprime.

182. A falta de arena puede suplir el cemento que producen los ladrillos refractarios viejos, molidos y tamizados; ó cualesquiera otra tierra refractaria, previamente recocida. Nos abstentemos de prolongar este escrito con mas detalles de una materia sencilla de por sí, y remitimos al que apetezca mas pormenores al estenso tratado de Mr. Monge, titulado *Description de l'art de fabriquer les canons*.

183. En cuanto á lo que concierne á la fabricacion de proyectiles sólidos y huecos, no obstante ser un asunto hasta cierto punto ageno del fin que nos hemos propuesto, y que se halla perfectamente explicado en el tratado de Artillería del E. S. D. Tomas de Morla, damos por apéndice una noticia de los procedimientos empleados en la actualidad en Francia, sacada del tratado sobre la fabricacion del hierro en las forjas citado en el (164).

184. Muchos objetos planos, que no han de sujetar sus formas á las del modelo en todas sus caras, suelen moldearse en las tierras de la fosa preparadas convenientemente, y en las cuales se imprime el modelo á golpe de mazo, hasta que su superficie superior está al nivel de la canal por donde ha de correr el metal líquido.

185. En la actualidad se suelen moldear en las tierras de la fosa los grandes cilindros para la maquinaria, y en Lieja se ha intentado con buen éxito aplicar este método de moldear á los morteros de grueso calibre.

186. Para facilitar la salida de los gases, y la desecacion de los moldes de arena, suelen estar las cajas de hierro que los revisten llenas de agujeros, observándose que si se enciende paja alrededor de estos moldes al tiempo de la colada, el óxido de carbono y el hidrógeno carbonado que salen por estos agujeros, se inflaman y arden con llama azul y blanca.

187. Cuando las piezas de hierro se fundian en hueco, los moldes bebian generalmente por abajo ó á *sifon*. Ya en otro lugar hemos indicado los defectos que produce tal sistema; defectos que, reconocidos aun por sus mas acérrimos partidarios, han producido el abandono absoluto de esta práctica perjudicial y costosa.

188. Como las escorias que continuamente se producen en el hierro fundido, suelen guarecerse en los muñones y molduras, produciendo en ellos el aspecto esponjoso que á veces presentan, se han adoptado varios medios para impedirlo. En Lieja, el fundidor que cuida del molde, tiene en la mano un cono de hierro con su mango, y en el momento que observa que el metal llega á la altura de la mitad de los muñones tapa el agujero de la canal por donde viene el hierro fundido, y pasados algunos segundos lo destapa: el metal que se habia reunido en la canal cae de pronto en el molde, y produce en el baño líquido un movimiento particular, por el cual las escorias se reunen al centro. Igual operacion se repite cuando llega el metal á lo mas ancho de la tulipa.

189. Para las piezas pequeñas basta poner en estos puntos un poco de heno ó paja, que inflamándose con el contacto del metal, produce una ebullicion y separa las escorias. Ambos medios son preferibles al usado en otras fundiciones, de hacer los muñones de un diámetro mayor en su base por la parte que mira á la boca de la pieza, arreglándolos luego por medio del torno, pues la esperiencia ha demostrado, que en Lieja, por los medios indicados, salen los muñones tan limpios y netos, que no solo no hay que tornearlos, sino que ni aun



el cincel es necesario para arreglarlos á sus justas dimensiones.

190. Las pruebas á que se someten las piezas de hierro, antes de ser aprobadas como útiles para el servicio, varían en todos los países, ya probando cada pieza de por sí, con un número determinado de disparos con cargas extraordinarias, ya probando solamente una ó dos piezas de cada remesa que hacen las fábricas, procedentes de una misma fundición.

191. En Francia y en Bélgica se prueban los cañones de hierro uno á uno, sujetándolos para impedir el retroceso, sobre un bastidor ó marco fuerte de madera, colocado en una esplanada comun de batería de posicion. En esta disposicion hace cada pieza dos disparos con una carga de pólvora de la mitad del peso del proyectil, y dos balas, cada una con su taco correspondiente; cerciorándose de un modo análogo de la bondad de los morteros.

192. En Inglaterra, donde se surten de artillería de hierro de fábricas particulares, escogen de cada remesa un cañón, que, según su calibre, sufre dos disparos, cada uno con su bala y taco correspondiente, con las cargas de pólvora siguientes, que han sido adoptadas tambien para las pruebas en Noruega.

Calibres en libras.	Carga para las car- ronadas.	Carga para los cañones.
68.....	13 lbs. de pólvora.....	»
42.....	9.....	»
32.....	8.....	21
24.....	6.....	18
18.....	4.....	15
12.....	3.....	12
9.....	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> .....	9
6.....	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> .....	6
3.....	».....	3

Si el cañon de prueba reyienta, todos los de la misma remesa se prueban, haciendo sufrir á cada uno 20 disparos con la carga ordinaria de guerra, una bala y dos tacos; y si alguno de ellos estalla se desecha toda la remesa.

193. Aún nos satisface menos la prueba usada en Suacia de tirar con cada pieza, de 3 á 10 disparos con cargas, que arfan desde  $\frac{5}{12}$  á  $\frac{8}{12}$  del peso del proyectil, sobre las que ponen una porcion de balas, y en concluyendo ecsaminan atentamente el deterioro que la pieza haya sufrido. La esplosion de una pieza no influye allí para nada en el concepto que se ha de formar de las demás.

194. A principios de este siglo, el general Hellwig marcó pruebas mas ó menos fuertes, para cada calibre en particular, tomando en cuenta su peso. Para el cañon de á 27 que pesase 170 veces su proyectil, eran 6 disparos, los dos primeros con 14 libras y  $\frac{1}{2}$  de pólvora y 2 balas; los dos siguientes con 9 libras y  $\frac{1}{26}$  de pólvora y un cilindro de 4 calibres de longitud, y los dos últimos con 10 libras  $\frac{12}{16}$  de pólvora y 2 balas. To-

das estas pruebas se hacian colgando las piezas por los muñones.

195. Gazerán substituyó en Creuzot estas pruebas por otra que ha sido adoptada en Suecia, los Países-Bajos y Alemania, á saber: la de construir barras del hierro empleado en las piezas, arreglarlas á tamaños determinados y ecsaminar su resistencia cargándolas de peso hasta romperlas, por cuyo medio se viene en conocimiento de la bondad de los cañones sin necesidad de probarlos. Como ya en otro lugar hemos tratado de las muchas causas que al tiempo de la solidificacion influyen en la calidad de una fundicion, tales como el enfriamiento y otras; y como no puede establecerse teóricamente, una relacion determinada entre el efecto que produce la explosion de una pieza y el peso que rompe una barra de un metal, que, aun siendo el mismo de la pieza, puede variar de propiedades, creémos que esta prueba de Creuzot no es, en manera alguna, concluyente.

196. Igual razonamiento hacemos respecto á la prueba propuesta en el Pocketgunner, que no deja de ser ingeniosa; pues consiste en analizar la fundicion disolviéndola en los ácidos, pesar la cantidad de grafito que se precipita, y si esta llega á el 15 p  $\frac{0}{100}$ , puede asegurarse que la pieza de que proviene no tiene la tenacidad suficiente; mientras que si solo es el 3 p  $\frac{0}{100}$  puede decirse, sin miedo de equivocarse, que aquel cañon corresponderá perfectamente en las pruebas.

197. Por nuestra parte, respetando cuanto en nuestro país está mandado relativamente á las pruebas de la artillería de bronce y de hierro, no podremos menos de declamar contra toda prueba violenta, que solo puede ser útil cuando se trate de hallar la resistencia absoluta de una pieza determinada; pero que si se emplea para juzgar de la bondad de las que se destinan al servicio, cada disparo, con carga extraordinaria, causa un deterioro en la pieza y una pérdida irreparable en su bondad y resistencia. Esto es mas sensible aun en las piezas de

hierro, en las que la falta de elasticidad, hace mas trascendentes los deterioros que en la continuidad de la materia producen los esfuerzos de las pruebas.

Pieza habrá que despues de haber resistido las pruebas mas desesperadas, reventará luego en el servicio ordinario de una salva, porque aquellas predispusieron la materia para una explosion, que puede producirse con fuerzas mucho menores.

Enhorabuena que á las piezas nuevas se las reconociese con uno ó dos disparos con la carga ordinaria, y que si se intentase averiguar su resistencia absoluta, se tirase con la carga de brecha hasta hacerla estallar; pero las verdaderas garantías de la bondad de las piezas, no son los resultados de las pruebas, sino el conocimiento de la superior calidad del mineral que se emplea, ó del hierro crudo que se refunde en los hornos de reverbero, y la seguridad del acierto y buena direccion de la fábrica y del sistema seguido para fundir y moldear.

Que las fundiciones de la artillería, de bronce ó de hierro, esten siempre bajo la direccion é inspeccion del cuerpo de artillería, que no tiene mas interés que el de su gloria, y no ha de perdonar medio ni fatiga para perfeccionar los productos de sus fundiciones; que se procuren á los oficiales del arma los medios de adquirir conocimientos en las ciencias físicas y químicas, en la mineralogía y la metalúrgia; estudios todos que constituyen el ramo mas interesante de la ilustracion del entendimiento humano, y cuya importancia desconocen solamente los que por un necio orgullo se desdennan de quemar incienso ante sus aras, ó los que á puro ignorantes no pisaron jamás el humbral de su templo. Por estos medios, mas que por ningunos otros, puede juzgarse de la buena calidad de los productos de la industria militar, y los cañones fabricados en los talleres que dirigen la inteligencia y el estudio, podrán, sin otra prueba, salir desde el torno al campo de batalla, sin temor de que comprometan el honor del ejército en que sirvan.

Las fundiciones propias de particulares tienen por objeto

privilegiado el mayor lucro de sus dueños, y por mas que se procure en ellas conciliar la economía con la buena calidad de los objetos que se expenden, las mas veces se sacrifica esta última circunstancia á la primera. Estos principios están felizmente reconocidos en nuestro pais, y el establecimiento de fundicion de hierro de Trubia, está seguramente destinado en el porvenir á dar lustre y gloria al cuerpo de artillería, asi como á perpetuar el nombre del digno gefe que á costa de tantos esfuerzos y sacrificios ha logrado dar cima á su propósito; luchando con obstáculos que las circunstancias, y la penuria y escasez del tesoro público, le han suscitado,



*Artillería de hierro colado con refuerzos de hierro batido.*

198. Reconocida, pues, por una parte la insuficiencia de los medios mecánicos para construir, fácil y económicamente cañones de hierro forjado; y por otra la impotencia de la metalurgia para dar al hierro colado la elasticidad necesaria, sin que perdiera nada de su dureza, conciliando así en él la baratura con la seguridad que el buen servicio y la humanidad reclaman; han ideado algunos el medio de envolver los cañones de hierro colado con bandas y cinchos de buen hierro forjado, que saliesen garantes de su resistencia, y pudiesen evitar los riesgos de una explosion.

Los ensayos hechos colocando dentro del molde la armadura de hierro forjado y colando despues el metal fundido, han demostrado, algunas veces, que la temperatura de este es suficiente para que la union del metal sea íntima, y el hierro de la armadura adquiera las propiedades de la fundicion; de tál manera que si esta es quebradiza y agria, se vuelven de igual condicion los cinchos, aunque sean de un hierro dulce y nervioso.

199. Por esta razon otros han intentado revestir los cañones con bandas ó cinchos de hierro enrojecidos por sus extremos, para poder soldarlos sobre la pieza á golpe de martillo, pero estos cercos nunca quedan bastante ceñidos, y ademas su efecto parece que debe limitarse á impedir, nó que las piezas se rompan, sino el que sus pedazos sean arrojados á larga distancia por la fuerza impulsiva de la pólvora, contra la cual el hierro colado, no pudiendo oponer una elasticidad de que carece, opone solo su resistencia á la estension; por consiguiente si envolvemos la pieza en un cuerpo que sea mas elástico, cuando la resistencia á la estension quede vencida, la cubierta este-

rior cederá sin romperse en virtud de su elasticidad, y el cañón quedará hecho pedazos dentro de su armadura de hierro forjado.

Este fenómeno es mas fácil de explicar cuando la armadura sea de bronce, en razon á su mayor elasticidad; y la esperiencia confirmó esta teoría en 1829 con unas piezas de hierro y bronce, de que hablaremos despues.

El hierro ofrece ademas la ventaja, de que poniendo las fajas para formar los cinchos al rojo albadó en toda su estension, y soldándolos sobre el cañón, la contraccion de la materia al enfriarse, haría que se ciñesen fuertemente y dejasen la pieza allí comprimida; pero tales fajas no podrian ponerse en el lugar que ocupan los muñones, y que vendria á ser el mas endeble de la pieza en union con la culata, que, como hemos dicho, suele á veces desprenderse entera, no obstante la mejora introducida de hacer esférico el fondo del ánima en vez de plano, para evitar la accion directa de las fuerzas perpendiculares.

Ademas, estos círculos no impedirian las roturas que podrian tener lugar en diversos planos perpendiculares al eje de la pieza.

200. A pesar de lo espuesto, Mr. Thiery, apoyado en los resultados de su propia esperiencia, propone para los cañones de hierro colado, una armadura de hierro forjado compuesta de barras y cinchos de esta materia, colocados de un modo análogo al del herrage de nuestros moldes de fundir artillería de bronce.

A este fin aconseja que las barras longitudinales, de la misma estension de la pieza, se coloquen, despues de recibir la temperatura conveniente, dentro del molde preparado con sus muescas correspondientes, y distantes entre sí unos veinte centímetros. El espesor de las barras, y su número, debe ser proporcional al calibre de la pieza, para que la fundicion no se interese con ellas demasiado.

Obrando con acierto se observa que las barras, aunque se presentan aceradas en la superficie, conservan interiormente su

testura nerviosa, quedando firmemente adheridas á la fundicion.

El cañon se ha de moldear sin muñones; las barras longitudinales han de tener de trecho en trecho rebajos ó cajas igualmente distribuidas para recibir otros tantos cinchos de hierro, que han de soldarse presentándolos alados sobre la pieza para que queden exactamente ceñidos.

En uno de estos cinchos, muy reforzado, van soldados los muñones. Como las barras longitudinales pueden venir á reunirse al cascabel, defienden la culata como al resto de la pieza, y como los cinchos van encastrados en los rebajos de las barras longitudinales, la pieza queda ceñida en todos sentidos.

Para un cañon de á 8 deben ponerse doce barras de 50/15 milímetros y 36 cinchos ó aros de 50/30 milímetros. La resistencia total de las doce barras puede calcularse en 300000 kilóg. y la de los cinchos en 30000 kilóg., rebajando en estos la resistencia á 20 kilóg. por milímetro cuadrado de la seccion transversal, por razon de las soldaduras.

Uniendo esta suma de resistencia á la que ya tiene por sí la pieza, puede formarse idea del inmenso esfuerzo necesario para hacer estallar un cañon construido de este modo.

201. Este método tiene la ventaja de simplificar notablemente el moldeo por la supresion de los muñones, debiendo resultar mas homogénea la masa en virtud de las leyes del enfriamiento y solidificacion del metal fundido, de que trataremos al hablar de la artillería de bronce.

202. Creémos que no dejará de presentar inconveniente la fabricacion del cincho ó faja que han de llevar los muñones, pero estos obstáculos no deben ser insuperables para nuestros hábiles forjadores, especialmente construyendo el cincho de dos piezas, para poderlos torneare, y soldándolo luego. Una prueba hecha, aunque no fuese mas que con un cañon de á 8 ó de á 12, podria ser fecunda en resultados sin ser muy costosa; y si una tal pieza, siendo por ejemplo de á 12, resistiese bien las pruebas, deberia barrenarse de nuevo hasta el calibre de á 16 para for-

mar idea de la resistencia de este sistema de artillería, que si resultase adoptable, presentaría grandes ventajas de economía; pues si su coste es superior al de la de hierro colado, puede sin embargo asegurarse que excedería poco de la cuarta parte del precio de la de bronce.

203. No solo en la artillería se ha ensayado el medio de compensar con revestimientos de hierro forjado la poca elasticidad de la fundicion, pues las diferentes piezas que constituyen las máquinas de vapor, construidas muchas de ellas de este modo, están ofreciendo diariamente ejemplos notables.

Se observó esta propiedad en unos tubos de fundicion de Fourchambault, hechos para cañerías, que no habiendo sufrido la prueba de recepcion en la prensa hidráulica, se trató de utilizarlos, poniéndoles cinchos de hierro en caliente, para que al enfriarse quedasen perfectamente ceñidos.

Sometidos de nuevo á la prueba dieron el mas satisfactorio resultado, y cuando se trató de romperlos para refundirlos, solo se consiguió despues de mucho trabajo; observándose que los cinchos de hierro forjado se habian adherido enteramente al hierro colado, en términos de no poder separar los pedazos.

204. En Metz, donde el tubo de fundicion del péndulo balístico se rompía con harta frecuencia, ha sido reemplazado con otro recercado de hierro forjado, que resulta indestructible y de mejor servicio que el de bronce, que costaría 10000 francos.

205. En Bélgica, en fin, impiden con tres cercos de hierro forjado, las frecuentes esplosiones de sus enormes morteros de fundicion de 60 centímetros de diámetro, con que arrojan bombas de 500 kilóg.

206. Estos hechos, y otros muchos que pudieran citarse, unidos á los resultados que en sus ensayos particulares ha obtenido Mr. Thiery, le han estimulado á ampliar sus proyectos, y consideraciones antes espuestas; y propone asegurar de la esplosion los cañones de hierro, sin que los muñones hayan de ser postizos, por medio de una armadura de hierro forjado que solo

cubre dos cuerpos de la pieza en la forma que representan las figuras (1, 2 y 3, lám. 14).

Esta armadura la forman las barras *AAA* &c. en número de 12, y deben tener 6 centímetros de ancho por 3 de grueso.

La longitud debe ser tal, que alcancen desde la faja alta de la culata hasta 12 centímetros por encima de los muñones, excepto las dos que pasan por donde estos deben estar colocados; las cuales se cortan á la altura suficiente para que no los tropiecen.

Las barras se colocan paralelas y equidistantes, como marca el dibujo, formando un círculo; á cuyo fin su superficie exterior está convenientemente redondeada con arreglo al radio de la base del cilindro, de que han de formar parte, y se las asegura con los aros *bb*, *b'b'*, *b''b''* &c., distantes entre sí 25 centímetros, y que se sujetan á ellas con los tornillos *CCC* &c. (fig. 2).

Los huecos que quedan entre las barras se tapan con unas tablillas y cera, para que torneando la superficie exterior, quede perfectamente cilíndrico el cuerpo de armadura, que sirve de molde para la parte inferior del cañon.

En esta disposicion se forma alrededor el molde de arena, habiéndole añadido el modelo correspondiente al resto del cañon, se quitan las tablillas y la cera por los medios ordinarios, y queda la armadura allí empotrada y dispuesta para formar parte de la pieza fundida.

207. El ensayo de este método hecho en Fourchambault con un cilindro, salió perfectamente, y habiéndolo roto luego, se observó que la capa acerada, de que hemos dicho que se suelen cubrir las barras de la armadura, no tenia mas de un milímetro de espesor.

208. Fundido un cañon cualquiera con esta armadura longitudinal, presentará un cuerpo cilíndrico desde los muñones hasta la faja alta de la culata, que será su base; y sobre este ci-



lindro se pone luego la serie de aros ó cercos, que representan las (figuras 2 y 3).

209. El grueso de estos cinchos ó aros varía, decreciendo, desde la culata hácia delante á fin de restituir á la pieza la forma troncocónica que debe tener, y dar mayor resistencia á la parte que mas la necesita.

Estos cinchos van ciñéndose sobre ranuras hechas de antemano en la pieza, se sueldan sobre ellas los extremos de la llanta de que estan formados, y llevan la temperatura suficiente, para que la contraccion del metal los deje muy oprimidos.

Otro cincho, puesto de igual modo por delante de los muelles para sujetar las cabezas de las barras longitudinales, que tienen al efecto hecha la correspondiente caja ó escopleadura, completa este sistema de revestimiento de hierro forjado muy semejante al armazon de barras y cinchos, de que estan formadas las bombardas y culebrinas del siglo XV, de que hemos hablado en otro lugar, y de que tan buenos ejemplares se hallan en nuestro pais, procedentes muchos de ellos de las guerras con los moriscos de Granada.

A la experiencia toca confirmar la exactitud de los cálculos, que sobre esta teoría forma su inventor, pero de todos modos parece evidente que si este sistema no bastase á evitar que reventase la peor pieza de fundicion, sería siempre suficiente para impedir que los cascós lanzados en la esplosion, causasen estrago alguno, pues deberian quedar sujetos dentro de la armadura.

### *Artillería de hierro y bronce.*

210. Hemos indicado antes, que tambien se ha intentado revestir los cañones de hierro con una cubierta ó armadura de bronce, que evitase los riesgos que su servicio acarrea. Este pensamiento es muy antiguo. Mr. Hervé hace mención de un cañon de bronce, con el ánima de hierro forjado, fundido en la India en 1666. En Francia y en Alemania se han presentado, posteriormente á dicha época, proposiciones para construir cañones de esta especie.

En 1802 se fundió en Strasburgo un cañon con el ánima de hierro estañado.

En 1812 Mr. Ducrós fundió en Turín un cañon de esta especie, haciendo despues nuevas esperiencias en 1819 con dos cañones fundidos en Strasburgo.

En 1821 y 1822 fundió Mr. Martin otros dos cañones, uno de á 12 y otro de á 16, el primero de los cuales tenia el ánima de hierro forjado, y el segundo de hierro fundido.

211. En todas estas piezas se ha observado que el bronce y el hierro se unen perfectamente, colocando el ánima de hierro, bien caldeada, dentro del molde y colando el bronce en seguida, pero en las pruebas han dado resultados poco satisfactorios. Estos, en nuestro sentir, no dependen solo de la diferencia de elasticidad de los metales, sino tambien de su grado de fusibilidad y de su dilatacion por el calor: pues si suponemos el ánima de hierro dentro del molde, y rodeada de bronce fundido, su solidificacion y union, y por consiguiente su densidad, dependen evidentemente del grado de dilatacion lineal de cada metal en una temperatura determinada. La del cobre rojo, en un intervalo de 100 grados, es 0,00171, la del hierro forjado 0,00122, y la del hierro colado 0,00112.

Los últimos ensayos de esta especie, de que tenemos conocimiento, son los hechos en 1826 con tres cañones de á 24.

Para el uno de ellos se formó el ánima de varios tubos de hierro forjado, puestos uno sobre otro hasta completar su longitud; otro tenía un tubo semejante, pero sin mas longitud que la del cartucho ordinario con bala, y el tercero igual á este, sin mas diferencia que ser el tubo de hierro colado.

212. También se ha ensayado una union mas íntima del cobre y el hierro, fundiendo separadamente estos metales en hornos distintos, reuniéndolos luego en un receptáculo comun, y haciendo desde allí la colada, procurando antes mezclarlos íntimamente.

Ignoramos la proporcion en que entraron estos metales, y tambien el resultado de los ensayos, que no debieron ser muy felices, atendida de una parte la poca afinidad de los metales de la liga, y de otra su diferente grado de fusibilidad y de afinidad con el oxígeno; propiedades que, en el orden natural de las cosas, deben presentar, en cuanto á la homogeneidad de la liga, inconvenientes análogos á los de los bronce, de que hablaremos en su lugar correspondiente.

213. Al concluir nuestro trabajo por lo que respecta á las diferentes especies de artillería de hierro, y antes de entrar á tratar de la de bronce, no podemos menos de echar una rápida ojeada sobre la necesidad imperiosa de arreglar los calibres y proporciones de nuestras piezas de hierro para la marina, no solo á reglas fijas, sino á las necesidades de la época. Desde que nuestra marina militar sucumbió en Trafalgar víctima del desinterés y buena fé con que España socorrió á sus aliados, sacrificando sus hijos y sus recursos en defensa de estraños intereses, se ha sucedido sin interrupcion una serie de desastres que agotando la fortuna pública nos han impedido reponernos de aquellas inmensas pérdidas. Los pocos buques de guerra que poseémos, obtenidos á costa de grandes sacrificios, están artillados á veces con piezas estrañeras é irregulares siendo infinita la variedad de calibres y dimensiones que no solo embarazan el servicio, sino que colocan á nuestra armada en posicion des-

ventajosa respecto á las de otras naciones, que tienen sus buques artillados con arreglo á los mas recientes adelantos del arte de la guerra. Al gobierno español no podia ocultarse la necesidad de acudir al remedio de estos inconvenientes y de procurar que el artillado de nuestra escuadra estuviese en armonía con el de las demas de Europa, y á este fin comisionó al gefe de escuadra Don Casimiro Vigodet, y al brigadier de la armada Don José M.<sup>a</sup> Alcon, para que estendiesen un informe razonado sobre la artillería naval y de costa que fuese mas conveniente adoptar. Estos ilustrados gefes acaban de publicar una escelente memoria que hemos leído con sincera satisfaccion, pues hallamos consignados en ella los mas sanos principios; y este trabajo demuestra que, si por inevitables desgracias no pueblan ya nuestros bajeles, como un dia, la vasta estension del occéano, conservamos siempre el antiguo y acreditado cuerpo facultativo de marina, capaz de sostener el brillo y reputacion de nuestras armas donde quiera que un simple bergantín lleve sobre sus palos el estandarte de Castilla.

No seria propia de este lugar la enumeracion de las consideraciones en que apoyan su proyecto los mencionados gefes, y así solo espresaremos en la siguiente tabla las diferentes piezas propuestas para la artillería naval y de costa, á fin de dar por ella á nuestros lectores una idea de las necesidades actuales de la artillería de la marina.

**PIEZAS que se proyectan para la artillería naval y de costa.**

DESIGNACION DE PIEZAS.	DIÁMETRO DE SUS PROYECTILES.		
	Pulgadas.	Lineas.	Puntos.
Bombero de 12 pulgadas.....	11.....	8.....	6....
Bombero de 9 pulgadas.....	9.....	2.....	6....
Bombero de 8½ pulgadas.....	8.....	6.....	»....
Bombero de 7½ pulgadas.....	7.....	6.....	»....
Bombero de 7 pulgadas.....	6.....	9.....	4....
Cañones de 32.....	6.....	9.....	4....

El bombero de á 12 pulgadas se carga con la bomba del mortero correspondiente, y el de á 9 pulgadas con la granada del obus de á 9 del ejército. El que apetezca mas detalles sobre la figura, dimensiones, peso &c. de estas nuevas piezas puede consultar la tabla inserta en la página 68 de la memoria antes citada, donde hallará los mas minuciosos detalles.



## Artillería de bronce.

214. Comprenderemos aquí bajo la denominación de bronce, no sólo las diferentes ligas de cobre y estaño, sino las ternarias compuestas de cobre, zinc y estaño; y cobre, zinc y hierro. De cada una de ellas hablaremos separadamente, haciendo antes una ligera reseña de las propiedades físicas y químicas de los metales que entran á formar combinaciones ó ligas de tanto interés, para elevar sobre tales bases las consideraciones necesarias y poder dilucidar, en cuanto esté á nuestro alcance, una materia, por tanto tiempo controvertida y de tanta trascendencia; sin dar, no obstante, á la definición química de dichos metales toda la estension que merecen, especialmente en lo que concierne al afino de los cobres, porque esta materia se hallará tratada con mas detenimiento en el artículo sobre fundición que acompaña á esta memoria.

215. El cobre, este metal precioso, tan útil y conocido en las artes, fue beneficiado en la antigüedad, y empleado solo, y en union con el estaño, en la fabricacion de instrumentos y armas de punta y corte; hasta que el descubrimiento y laboreo del hierro, hicieron que este metal le reemplazase con ventaja en muchos de sus usos primordiales.

La época del descubrimiento del cobre se pierde en la obscuridad de los siglos remotos, pues en los datos históricos mas antiguos se menciona su uso, y en los descubrimientos arqueológicos aparece con frecuencia, ya en medallas, ya en espadas y otros utensilios.

Homero cita al bronce como el metal de que se fabricaban las armas para la guerra de Troya. Moisés, en el Deuteronomio, halaga la esperanza del pueblo judío hablándole de las minas de cobre que encerraban las montañas de la tierra de promision; *de montibus ejus æris metalla fodiuntur.*

Si se reflexiona lo complicado y difícil que es el trabajo metalúrgico del cobre, apenas se concibe cómo pudieron obtener los antiguos cantidades tan considerables de este metal precioso. Muchos autores opinan que sin duda aquellos hombres explotaron grandes masas de cobre nativo, ó al menos minerales fáciles de beneficiar, y cuyos criaderos se hayan agotado ó desaparecido. Esta conjetura tiene á nuestros ojos un caracter de inverosimilitud muy pronunciado, y creémos mas bien que este arte, como otras, florecieron entre los antiguos tal vez con mas perfeccion que las poseémos en el dia. Los grandes trastornos físicos que ha sufrido el globo, y los que el hombre mismo ha originado, invadiendo y asolando unas ú otras naciones, borraron acaso las huellas de una ilustracion floreciente que ha renacido de sus raíces. ¡Con cuánta elocuencia no hablan á la generacion presente las ruinas de Pompeya y Herculano!

Llamaron Venus los antiguos al cobre, por su tendencia á unirse con cuasi todos los cuerpos de la naturaleza, cuya propiedad hace laboriosa, y difícil á veces, la metalúrgia de muchas de sus minas. En estado de pureza tiene un hermoso color rojo, y un olor y sabor característico y nauseabundo. Es muy maleable en caliente y en frio, por lo cual su densidad varía segun el estado en que se halla.

Los autores no están tampoco de acuerdo respecto á la densidad del cobre en sus diferentes estados; discordancia que proviene de la facilidad con que las moléculas de este metal, pueden estrecharse entre sí y disminuir gradualmente el volumen. Adoptando nosotros el dictamen de Berzelius, asignaremos:

Para el cobre fundido.....	8,83
Id. en alambre de dos líneas de diámetro...	8,946
Id. en cilindros laminados.....	8,958
Cobre roseta, cargado de protóxido.....	8,5

216. El cobre se funde á los 27.º del pyrómetro de Wedgwood, y si la fusion se hace al contacto del aire, el cobre se oxida, y forma en la superficie del baño una película de protóxido ó bióxido de cobre. Parte de este óxido formado, puede combinarse con el cobre metálico, y robarle algo de su ductilidad.

Tambien el carbon, en contacto con el cobre fundido, lo hace un poco agrio, sin que el análisis haya podido demostrar todavía la formacion del carburo.

217. El ácido azoico, en contacto con el cobre, se descompone en parte, el oxígeno del ácido descompuesto se une al cobre, y haciéndolo base salificable, dá lugar, con el ácido libre, á la formacion del azoato de cobre; desprendiéndose bióxido de azoe.

218. La accion del ácido sulfúrico concentrado, sobre el cobre, es muy débil en frio, y aun en caliente; nó porque este ácido tan poderoso no pueda obrar sobre el metal con igual ó mayor energia que el ácido azóico, sino porque tan luego como se forma un poco de sulfato de cobre en la superficie del metal, siendo la sal insoluble en el ácido sulfúrico, impide que este continúe ejerciendo su accion sobre el cobre.

219. Los álcalis, especialmente el amoniaco, determinan la oxidacion del metal por el contacto del aire: el oxígeno no ataca al cobre á la temperatura ordinaria, ni este puede descomponer el agua en frio ni en caliente, ni aun con el auxilio de los ácidos; y sin embargo, el cobre espuesto largo tiempo al contacto del aire húmedo, se oxida lentamente, y no tarda-

mos en ver nuestros cañones, las estatuas y otros objetos de esta especie, cubiertos de hidrato y carbonato hidratado; que les dán esa tinta verdosa obscura, y ese aire de antigüedad que se trata de imitar siempre que se pintan efectos que deban parecer de bronce.

Este fenómeno reconoce por causa eficiente al fluido eléctrico, cuyo poder en las acciones y reacciones de los cuerpos, no parece reconocer por límite la ley de las afinidades.

220. El azufre, mediante una temperatura elevada, se une al cobre en diversas proporciones, dando lugar á compuestos siempre quebradizos y mucho mas fusibles que el metal; propiedad que conviene tener aqui presente, por la accion que las pólvoras deterioradas, y por lo tanto con azufre superabundante, pueden ejercer en el ánima de las piezas de bronce. La naturaleza y objeto de esta memoria, y la consideracion espuesta en el párrafo (214) nos impiden dar aqui mas detalles sobre las propiedades físicas y químicas del cobre; pues esto, además, corresponde á los estensos tratados de química y metalúrgia que pueden consultarse: así, pues, solo indicaremos que el cobre del comercio contiene quasi siempre plomo y antimonio, y á veces plata, potasio, calcio y hierro.

El plomo, generalmente, es puesto de expofeso en la fundicion del cobre, porque aumenta mucho su fluidez; pero es á espensas de su tenacidad, pues basta una milésima de plomo para que el cobre ya no sirva para fabricar alambre.

221. El hierro, que como hemos indicado se une con tanta dificultad al cobre, lo hace agrio y duro. Antiguamente quasi no se conocia otra aligacion de hierro y cobre que la llamada cobre negro, la cual contiene otras muchas substancias que alteran su pureza. Las modernas investigaciones, hechas con el objeto de aligar estos metales en disposicion de utilizar su mezcla en las artes, han comprobado:

1.º Que cuando el hierro del comercio contiene una cortísima cantidad de cobre, es muy quebradizo.

2.º Que la liga de 100 partes de hierro colado, y 5 de cobre rojo, tratada en la forja, dá un metal duro, compacto y homogéneo cuyo peso específico es 7,467.

3.º Que 5 partes de fundicion gris y 100 de cobre, dán una liga muy homogénea y ductil en frio.

222. Cuando además del hierro y del cobre, entra el estaño á formar la liga ternaria, las propiedades varían como se dirá en su lugar.

El cobre del comercio, especialmente si no está laminado, contiene siempre algo de plomo y antimonio. Mr. Berthier, analizando un cobre, estremadamente dulce y maleable, encontró en él, para cada 100 partes

99,12.....	de cobre.
0,38.....	de potasio.
0,33.....	de calcio.
0,17.....	de hierro.

y como este último componente, mas bien destruye que mejora la maleabilidad del cobre, Mr. Berthier atribuyo á los metales alcalinos las propiedades que el cobre analizado presentaba.

223. Los mineralogistas, para sistematizar el estudio de la infinita variedad de minerales de cobre, que presenta la naturaleza; los clasifican en 4 grupos: 1.º cobre nativo, 2.º óxidos, 3.º sulfuros, 4.º sales.

224. En España se halla el cobre piritoso en Riotinto, Linares y otros puntos; el cobre oxidulado en Linares y Castuera; el Riotinto lleva este nombre, porque sus aguas arrastran en disolucion el sulfato de cobre, procedente de la descomposicion de la pirita cobriza, y que dá por la cementacion un cobre excelente. La Sierra Morena, el Condado de Niebla, las provincias de Ciudad Real y Badajóz, la falda del Pirineo y las vertientes de Guadarrama, presentan por do quiera vestigios de cobre, que



denotan la riqueza de nuestro suelo, y la posibilidad de que, adelantando los progresos de la industria minera en nuestro país, lleguemos á no echar de menos los cobres de Méjico y de Lima, que surtieron nuestras fundiciones de Sevilla y Barcelona hasta la emancipacion de las Colonias en 1828. Además la isla de Cuba posee excelentes minas de cobre, cuyos productos compra la Inglaterra.

225. En Siberia, en Sajonia, en Silesia, en Francia, en Suecia, en América &c, existen abundantes minas de cobre; no obstante lo cual conserva este metal un precio considerable, por lo largo y dispendioso de su beneficio.

En la actualidad se valúa en unos 400000 quintales la cantidad de cobre que se obtiene, contribuyendo á suministrarlo las naciones en la siguiente proporcion.

Inglaterra.....	200,000.
Rusia.....	70,000.
Suecia.....	60,000.
Austria.....	60,000.
Sajonia.....	12,600.
Alemania occidental.....	10,600.
Noruega.....	8,000.
Prusia.....	6,400.
Méjico.....	4,000.
Francia.....	2,500.
España.....	1,300.
	<hr/>
Total.....	<u>435,400.</u>

Las minas de la China, la Persia, el Japon, la Arabia y otras, producen tambien cantidad considerable de cobre, pero la falta de datos exactos respecto á su produccion, impide que se la incluya en la tabla que antecede.

Este curioso é importante dato estadístico, explica bien, por sí solo, el eminente grado de perfeccion y prosperidad á que ha llegado en Inglaterra, la metalúrgia del cobre; y si consideramos el papel tan subalterno que en la tabla de productos representa nuestra península; y contemplamos al mismo tiempo la prodigalidad con que la naturaleza ha derramado los minerales en nuestro suelo, tan codiciado un día de los romanos y cartagineses, no podremos menos de deplorar el lamentable atraso de nuestra industria, debido en gran parte á no estar popularizado entre nosotros el estudio de las ciencias naturales.

226. El estaño, ó Júpiter segun la nomenclatura de los antiguos, debió ser beneficiado acaso antes que el cobre, atendida la sencillez de su trabajo metalúrgico.

Este metal tiene un color blanco de plata, olor y sabor particular cuando se le frota, y un sonido característico cuando se le dobla, llamado *grito del estaño*. Es blando, maleable, poco tenaz, menos ductil y nada elástico. Su densidad, estando fundido, es de 7,291 y laminado 7,299. Se funde con tan baja temperatura, que es difícil apreciarla. Segun Guyton Morveau lo verifica á los 267.º del centígrado, segun Lampadius á los 219.º y por último Crighton, crée, y esta es la opinion mas recibida, que se funde á los 228.º A la temperatura ordinaria no tiene accion con el aire atmosférico, pero fundido y calentado fuertemente, absorbe con avidéz el oxígeno y se trasforma en protóxido, que puede pasar á bióxido si se continúa la operacion; pero el oxígeno no se une al protóxido formado, hasta que no hay mas estaño que oxidar. A favor del calor, y con el auxilio de algunos ácidos, puede el estaño descomponer al agua.

227. El ácido azóico concentrado ataca al estaño con energía, descomponiéndose para formar el peróxido; por lo cual se desprende, bióxido de ázoe, protóxido de ázoe, y aun ázoe libre. La cantidad pequeña de agua que el ácido contiene, se descompone igualmente, pero su hidrógeno, en vez de despren-

derse, forma amoniaco con el ázoe del ácido descompuesto. Si el ácido azóico está debilitado, entonces es el agua la que se descompone, y se forman azoatos de protóxido y peróxido ambos solubles.

228. El ácido sulfúrico débil obra muy lentamente sobre el estaño; y concentrado, en caliente, se descompone en parte para formar sulfato de bióxido.

229. Los álcalis facilitan la oxidacion del estaño, por razon de su tendencia á unirse con el peróxido.

230. El azufre se une facilmente al estaño en varias proporciones, por medio del calor, y dá lugar á compuestos poco fusibles. El titano se asemeja mucho al estaño en sus propiedades químicas, y todas sus combinaciones son isomorfas con las correspondientes del estaño.

231. La densidad del estaño del comercio, es mayor que la que aquí indicamos para el estaño puro, pero consiste en que aquel suele contener arsénico, antimonio, bismuto, plomo, cobre, hierro y zinc.

232. El estaño se presenta en la naturaleza en estado de óxido y de sulfuro, pero la verdadera mina de estaño, es el estaño oxidado ó la *Casiterita*.

233. La Inglaterra, la China, la Sajonia, la Bohemia, y las repúblicas de Méjico y del Perú, son las que poseen ricas minas de estaño, siendo el mas estimado el procedente de Malaca, Sumatra y Banca. En España poseemos tambien minas de este metal, ya en filones, ya en antiguos acarreos, semejantes á los que producen el mineral en aluvion de Méjico. Sus criaderos, en nuestro pais, están en las provincias de Zamora y Galicia (Monterrey).

De las minas de estaño de Europa, las mas productivas son las de la provincia de Cornouailles en Inglaterra, que rinden anualmente 60000 quintales. Pertenecen á terrenos de aluvion; y el estaño estraído de ellas formaba, ya un importante ramo de comercio en tiempo de los fenicios.

No siempre el mineral de estaño se halla en los terrenos de aluvion; se encuentra tambien en venas ó filones en los terrenos antiguos, como los granitos, pórfidos, schistos micaceos, &c. En Altemberg se hallan las venas de estaño en el granito, en Heitelberg en el gneiss, en Zinnwald en el cuarzo y en el Erzgebirge en rocas primitivas é intermediarias, donde se pueden contar hasta cinco formaciones diferentes, de las que la mas moderna está caracterizada por la presencia del cobre y de la plata. Concluiremos de aquí que el cuarzo, unido al talco, al feldespato, al chorlo ó á la mica, constituye siempre la ganga del óxido de estaño; y que el detritus de tales rocas ha formado esos inmensos aluviones antiguos que se explotan desde tiempo inmemorial en Europa, y modernamente en la América meridional en las provincias de Guanajuato y Guadalupe.

234. El zinc fué usado por los antiguos sin conocerlo, pues para obtener el laton, trataban el cobre con la *blenda* (sulfuro de zinc con hierro, y á veces con galena) ó con la *calamina* (zinc carbonatado, hidratado, silicioso, acompañado á veces de óxidos de plomo, estaño y hierro).

No se dió á conocer el zinc en Europa, como tal metal, hasta el siglo XII, apesar de que en China se supone conocido anteriormente; pero de todos modos este cuerpo no tuvo una importancia real y efectiva hasta mediados del siglo XVIII, en que varios sabios se dedicaron al estudio de su metalúrgia.

235. El método de destilar el zinc por *ascenso*, como se ejecuta en Silesia, es puramente europeo, el método por *descenso*, practicado en Inglaterra, procede de la China, y no fué importado en Europa hasta 1770.

El zinc es de un color blanco, azulado y brillante; su textura es laminosa. Es maleable en frio, ductil y algo tenaz. Tiene tambien su olor peculiar, aunque menos pronunciado que el del cobre y el estaño, su densidad varía entre 6, 8; 7,19; y 7, 20. Se funde á los 374° del centígrado; al roj'

blanco, es tan volátil, que puede destilarse perfectamente.

236. El aire seco, á la temperatura ordinaria, no tiene accion sobre el zinc, pero húmedo lo oxida; haciéndose muy intensa la accion del zinc y el oxígeno, desde el momento que el fuego interviene, pues la absorcion del gas se verifica con una luz muy viva y se forma un óxido blanco y ligero como el algodón.

Al calor rojo, ó con el auxilio de los ácidos, el zinc descompone al agua con mucha energía.

237. Los ácidos poderosos le atacan, formando sales mas ó menos solubles, y el azufre se une tambien á este metal.

238. El zinc del comercio contiene, por lo general, hierro y manganeso; y á veces plomo, arsénico, cobre y cadmio.

239. De los minerales de zinc que la naturaleza presenta, los importantes son la Blenda, (sulfuro de zinc) y la Calamina. La Inglaterra, la Francia, la Siberia y los Países Bajos poseen abundantes minas de zinc. En España se encuentran en Alcazár, la Calamina y la *Smithsonita* (zinc carbonatado).

240. Hecha esta ligera reseña para dar á conocer los cuerpos con quienes vamos á tratar, por haber sido empleados por los hombres para fabricar artillería, es llegado el caso de examinar las razones que les indugeron á obrar así. Basta reflexionar sobre los caracteres de cada uno de los cuerpos simples de la naturaleza, exceptuando el hierro, para convencerse de que ninguno de ellos satisface, por sí solo, á las condiciones que el servicio de la artillería requiere. El cobre, dúctil, maleable, tenaz y abundante, resistiendo bien la influencia de la atmósfera; es tan blando, tan impresionable por el choque de otros cuerpos mas duros, que el solo peso de un cañon de cobre haria que se encorvase por los muñones, y el choque de los proyectiles surcaria completamente el ánima á los primeros disparos. Pero los antiguos observaron que tratando el cobre con un mineral, desconocido entonces en su composicion química (la Calamina), adquiria dureza y elasticidad



considerables, aunque á costa de su tenacidad primitiva.

241. Semejantes resultados presentaba la liga de cobre y estaño; por lo que, careciendo de otros medios al principio, y luego en vista del resultado poco satisfactorio de los cañones de hierro colado, se introdujo desde muy antiguo el uso de los tiros de bronce; compuestos, en sus primeros tiempos, de cobre, estaño y zinc, y despues de estaño y cobre; estando reservado á la inconsecuencia, ó á los adelantos de nuestro siglo, el intentar ensayar de nuevo la antigua liga ternaria.

242. La fabricacion de artillería de bronce ha hecho, en verdad, poquísimos adelantos desde hace mas de dos siglos; á lo que habrá contribuido sin duda, el escesivo coste de cualesquiera pruebas que se intentan con cañones de esta naturaleza.

243. Mr. Moritz Meyer dice, que así como la Suecia es la maestra de la Europa en cuanto á la fabricacion de artillería de hierro, así la Francia es y ha sido siempre la que mayores adelantos ha hecho en el material de artillería de bronce. Nosotros, que nos reconocemos deudores á la Francia de muchos de nuestros adelantos, no podemos sin embargo conformarnos con el juicio emitido por Mr. Moritz Meyer, por lo que respecta á este asunto; pues la artillería de bronce española es, y ha sido en todos tiempos, muy superior á la francesa, habiendo adquirido algunos de los mas célebres fundidores de aquel país su instruccion en nuestros talleres.

Por la artillería española arregló la Francia los calibres de sus piezas de bronce; la nomenclatura española atravesó los Pirineos; á las fundiciones españolas vinieron á principios de este siglo á adquirir instruccion y práctica oficiales franceses; españoles eran los muchos cañones que, por su sobre-aliente calidad, se llevaron en la misma época las tropas francesas, abusando de los derechos de la guerra; español el fundidor *Pe-de-arroz*, á quien á fuerza de halagos y recompensas robaron los franceses á su patria, para que estableciese en Tolosa una fábrica idéntica á la de Sevilla; y españoles, por último, los caño-

nes de á 24 que en 1781 sufrieron en Sevilla la prueba de 5124 disparos con bala rasa, prueba la mas extraordinaria y fuerte que hayan sufrido ningunos cañones en Europa; y prueba de la que Mr. Dussaussoy hizo una relacion tan absurda como falsa, dando lugar á la refutacion acre y destemplada, si bien merecida, que hizo de ella D. Manuel Sanchez y fué publicada, en 1831, en el memorial histórico de la artillería española. En ella verán nuestros lectores, que los cañones probados de tan extraordinaria manera, sirvieron despues contra Cádiz en manos de los franceses, quienes los lanzaron luego al mar; prefiriendo sepultar en su seno estos monumentos de nuestra industria militar, á reconocerse deudores á la nacion española de grandes adelantos y ventajas en la fabricacion de la artillería de bronce.

244. No puede leerse sin indignacion el informe que sobre dichas pruebas dió Mr. Dussaussoy, en el que con esa versatilidad y ligereza que caracteriza á los escritores franceses, se desfiguraron los hechos y las circunstancias en detrimento del crédito adquirido por la artillería española. En las pruebas citadas, cuya fecha ignoró, entre otras muchas cosas, Mr. Dussaussoy, los oficiales encargados de hacerlas comprendian su deber y sabian llenarlo tan cumplidamente, como en Madrid llenaron el suyo en 1808 los heróicos defensores del Parque.

Disimúlesenos esta digresion y el intempestivo giro dado á este asunto, en gracia de nuestro deseo de que no se usurpen á la artillería española glorias que la pertenecen; y volvamos á nuestro propósito, procurando escudriñar en la obscuridad de la historia el origen de la especie de artillería que nos ocupa.

245. Las primeras noticias que hemos hallado respecto á la artillería de bronce remontan al año 1220, en que los moros usaban máquinas de *metal fundido* para arrojar las piedras. Como en aquella época poseían ya los árabes el secreto de fabricar la pólvora de guerra, y como el laboreo y aplicacion á la artillería del hierro colado son tan posteriores, es mas que verosímil, que el metal fundido de que se trata, fuese el cobre

aligado con otro metal. Los árabes españoles, que en aquellos siglos fueron los que florecieron más en las ciencias y en las artes, no serian seguramente los últimos en adoptar todas las mejoras é innovaciones útiles en sus máquinas de guerra; tanto mas, cuanto que este arte debia ser el objeto de su predileccion, para sostener con gloria su obstinada lucha con los españoles cristianos; lucha tan sangrienta y duradera al final de la que ya aparecen nuestros ejércitos dotados de un inmenso material de artillería.

En el tren que en 1406, bajo el reinado de Enrique III, se dispuso para la guerra de Andalucía, compuesto de seis lombardas y 100 tiros menores, puede suponerse muy bien que muchos de estos fueron de bronce.

En las guerras del emperador Carlos V, contra Francisco I de Francia, ya figuraron multitud de cañones, culebrinas y otras clases de tiros de bronce, que fueron fundidos en Málaga; aumentándose rápidamente los objetos de esta industria, con tal variedad de productos, que ya en 1609 Felipe III creyó necesario hacer un arreglo y reducir á cuatro clases solamente los calibres de la artillería; estableciéronse hasta cuatro fundiciones de cañones de bronce en la Península, y otras tantas en los dominios estrangeros sujetos á la corona de Castilla (véase Diego Utrano). De manera que la Francia entonces, como cuasi todas las naciones de Europa, tomaron de la España el buen método de fundir artillería de bronce; así como nuestros usos, idioma y costumbres, fueron llevados de un confín á otro del mundo por la fama de nuestras glorias militares.

El monumento mas antiguo de artillería de bronce, con fecha conocida, que existe en España, es una pieza que se hallaba en 1814 en la Alhambra de Granada, fundida en 1501; las hay tambien de 1512 y otras del mismo siglo.

Sin embargo, Mr. Viardot en su historia de la dominacion de los árabes en España cita una culebrina de á 4, llamada Sa-

tomónica, fundida en 1132 y de la cual hemos hecho mención en el párrafo 80 del título 1.º

El testimonio de este escritor extranjero no puede ser de manera alguna sospechoso.

También en la Alhambra de Granada existía una culebrina sin fecha y con la inscripción siguiente en caracteres góticos: *Præceptum mei domini facio, fugite à me omnes*. Esta pieza debe ser aun más antigua que las ya mencionadas.

246. En el extranjero se presume que se fabricaron piezas de bronce en 1508 en Amberg. Cabo Bianco cita otras que supone fundidas en 1418.

En Tolosa existe un cañon de bronce fundido en 1438; y en 1478 fue cuando Luis XI mandó fundir artillería de esta especie en Paris, Orleans, Tours y otros puntos: lo cual se verificó con tan mal éxito, que uno de los cañones fundidos en Tours reventó en la prueba y mató al fundidor Juan Moqué.

247. La Alemania empezó á fundir artillería de bronce en 1372 en su establecimiento de Augsbourg á cargo del fundidor Aran. Poco despues se fabricaron en Italia, donde las piezas más antiguas son de 1399, siendo de creer que ambas naciones importaron de España este adelanto.

No obstante lo espresado, Mr. Lacabane hace mención de cinco cañones de metal empleados en 1339 en el sitio de Cambray.

248. Ya en otro lugar hemos indicado que la Inglaterra no empleó la artillería de bronce hasta 1633, y que la tendencia de la industria de aquel pais, propendé á reemplazarla por la de hierro para los ejércitos de mar y tierra.

249. Los análisis hechos de las piezas antiguas, y las noticias que la historia y la tradición nos han conservado, á través del misterio con que los fundidores, monopolistas absolutos de esta industria, fabricaban las piezas; prueban, que desde las primeras piezas de artillería de bronce, hasta los años de 1740 á 1750, es decir, por espacio de más de cuatro siglos, se em-



pleó la liga ternaria de cobre, estaño y zinc con las impurezas consiguientes á usar la calamina; resultando de aqui, en union con los tres indicados metales, una mezcla de arsénico, antimonio, bismuto y otras substancias, aumentadas con gran cantidad de plomo que la avaricia de los fundidores substituia con frecuencia al estaño.

La artillería se fundía por contratas; los fundidores, que hacian misterio de su profesion, legaban su secreto de padres á hijos; cada cual tenia su sistema particular, su liga diferente, sus fundentes especiales; haciendo de esta manera estériles las investigaciones de algunos sábios, para hallar la mejor proporcion de la liga.

250. Con tales antecedentes no es de estrañar que muchas de estas piezas reventasen en las pruebas, y otras se inutilizasen con un moderado servicio. Miethen dice, que en la guerra de treinta años se intentó fundir artillería de bronce de campanas, pero que reventaron todas las piezas construidas de esta materia. Posteriormente á aquella guerra, las ligas que mas generalmente se empleaban eran las siguientes.

**Keller usaba**

100 partes de cobre,	} ó lo que es lo mismo, {	91,5 de cobre,
9 de estaño,		7,8 de estaño,
6 de laton.		9,7 de zinc.

calculado el laton á razon de 25 por  $\frac{0}{100}$  de zinc.

**Büchner,**

100 de cobre,	} ó bien {	89,9 de cobre,
10 de estaño,		8,6 de estaño,
8 de laton.		1,5 de zinc.



En otras fundiciones.

100 de cobre,	}	ó bien	}	86, de cobre,
10 de estaño,				11,1 de estaño,
20 de laton.				2,9 de zinc.

251. Los hornos antiguos de fundir el bronce no diferian esencialmente de los actuales; muy recientemente, en una memoria, que se acaba de publicar en nuestro memorial de artillería, se propone una innovacion que merece ser atentamente ecsaminada: pues se pretende variar absolutamente la figura del laboratorio de los hornos de reverbero empleados hasta aquí. Los resultados de los ensayos hechos en el extranjero con hornos de reverbero, semejantes á los de Lieja de refundir el hierro, (figs. 1, 2 y 3, lám. 13) han sido satisfactorios, como mas adelante diremos.

252. Las piezas antiguas se fundian en hueco; y en Francia se usó de este método, hasta que Maritz estableció su máquina horizontal de barrenar y torneear en 1744; adelanto que no tardó en adoptarse en España, pues en 1768 ya estaba montado un aparato semejante en los Teatinos, cerca de Sevilla.

253. Muchos autores son de opinion de que, abandonado el método actual de fundir con la liga de cobre y estaño solamente, se adopte de nuevo la antigua liga en que entraba el zinc. En España, como en todas partes, tienen las prácticas antiguas acérrimos partidarios, que en su obstinado parecer no reconocen las ventajas que, la industria de toda especie, ha reportado de los adelantos de la química y de la metalúrgia; condenan, sin conocerla, esta gran ciencia, y arguyen siempre la escelencia de las piezas antiguas que se conservan. A estos defensores de la rutina y de la práctica ciega de nuestros abuelos, á quienes con millares de argumentos podría hacerse conocer la influencia del estudio de la naturaleza en el aspecto social de nuestro siglo,

contestaremos solamente, por lo que respecta al asunto que nos ocupa: 1.º Que empleándose en las piezas antiguas un metal volátil, no es fácil que el fundidor determinase exactamente la dosis de el que entraba á formar parte de la liga; y que constando cada pieza de diferentes cantidades de cada uno de sus componentes (todos ellos mas ó menos adulterados y mal afinados), no es posible suponer homogeneidad en los resultados. 2.º Si las piezas que nos quedan de los antiguos son tan buenas, consiste en que las pocas que han quedado son las sobresalientes de su época, pues todas las que no correspondieron á las esperanzas de sus autores, y á las pruebas de ordenanza, fueron refundidas. 3.º En otro lugar al tratar de la pólvora, hemos demostrado que las pólvoras modernas son muy superiores á las antiguas, aunque las dosis de los ingredientes sean las mismas; por la ventaja que se obtiene en la pureza y calidad de estos y en el método de fabricacion: por consiguiente, las piezas antiguas resistian al esfuerzo de unas pólvoras, cuya fuerza está con la de las actuales en la razon de 6 á 10 y aun de 6 á 13, segun Dartein; contribuyendo ademas á que el efecto de la fuerza de la pólvora fuese menor en las armas antiguas, el mucho viento de los proyectiles que se usaban.

254. El zinc, volátil á la temperatura del rojo blanco, se pierde en su mayor parte al hacer la liga con el cobre, que tan alto grado de calor necesita para fundirse; y aunque conengamos en que no todo se volatiliza, y en que puede reemplazarse la pérdida, nunca opinaremos en favor de un metal que, desde el momento que entra en el horno donde está el cobre fundido, impide al fundidor saber, ni aproximadamente, las dosis de los componentes de la liga que trata.

255. Convenimos en que la union del zinc con el cobre es mas íntima que la del estaño, y que el metal resulta mas fusible y suelto en el baño y por consiguiente mas á propósito para llenar enteramente las cavidades del molde, sin dejar huecos ni escarabajos; pero al mismo tiempo el zinc, en pa-

sando de un 3 p<sup>o</sup>/<sub>o</sub> en la liga, la hace perder de su resistencia; y en cuanto á la ventaja de llenar bien los moldes, pudo ser muy importante en lo antiguo, por los muchos dibujos y relieves que adornaban las piezas; pero nó en la actualidad, en que las molduras son muy pocas, y esas desaparecerán acaso con el tiempo, por inútiles, y aun perjudiciales en nuestro sentir, como diremos al tratar de la solidificación del bronce en los moldes.

256. En Dinamarca se emplea aun el zinc para la liga del bronce de cañones, y Mr. Dussaussoy aconseja, en vista del resultado de sus esperiencias, la admision, en dichos bronce, de 3 p<sup>o</sup>/<sub>o</sub> de zinc. Mr. Moritz Meyer se muestra tambien partidario de esta liga ternaria, aduciendo en favor de su opinion algunas pruebas hechas en Turin y en Francia; pero su resultado es insuficiente (y el mismo Mr. Moritz Meyer lo reconoce), para dar un voto decisivo en la materia, por lo que nosotros creemos que no deba admitirse el zinc á formar parte del metal de cañones, ínterin nuevas esperiencias, hechas con conocimiento de causa y con arreglo á los adelantos metalúrgicos de la época, no demuestren su utilidad de un modo mas terminante.

257. La ilacion nos conduce naturalmente á tratar yá de la artillería de bronce de liga binaria de cobre y estaño, y siguiendo nuestro sistema, daremos antes á conocer las propiedades físicas de esta aligacion, para procurar despues combatir las razones que oponen á su uso sus muchos y encarnizados enemigos.

258. El cobre puede unirse al estaño en todas proporciones, y estos compuestos reciben el nombre de bronce, calificándolos despues segun el uso á que se destinan. En todos ellos se observa que el compuesto es mas duro, mas fusible y mas denso que el cobre, el cual adquiere estas propiedades á costa de su tenacidad y maleabilidad. El bronce conserva algo de esta propiedad, que puede aumentarse considerablemente por el

temple, sucediendo á este cuerpo lo contrario que al acero, pues el bronce templado pierde en densidad y dureza, haciéndose mas tenaz, fusible y maleable.

Esta observacion de Mr. D' Arcet, de la que las artes han reportado grandes ventajas, ha sido estudiada por Mr. Dussausoy por lo que respecta á la artillería de bronce; y en vista del resultado de sus esperiencias, afirma este autor, que la liga mas propia para recibir el temple, es la de 8 átomos de cobre para uno de estaño. La tenacidad de esta liga aumenta siempre templándola, cualesquiera que sean las dimensiones del objeto que de ella se construya; mientras las otras, si bien en objetos pequeños ganan en tenacidad, pierden de esta propiedad desde que los lingotes tienen mas de 4 ó 5 líneas de espesor. La tabla siguiente denota los efectos del temple en los diferentes bronce usados en las artes.

18

propiedades que puede numerarse completamente por el  
su tenacidad y maleabilidad. El bronce conserva algo de esta  
so que el cobre, el cual adquiere estas propiedades á costa de  
objetos que el compuesto es mas duro, mas fuerte y mas den-  
los deques según el uso á que se destinan. En todos ellos se  
y estos compuestos reciben el nombre de bronce, calificando  
223. El cobre puede unirse al estaño en todas proporciones,  
dos compuestos.

En las razones que oponen á su uso son muchos y considerables.  
dadas razones de esta naturaleza, para procurar después cono-  
gundo nuestro sistema, hacemos antes á conocer las propiedades  
la artillería de bronce de esta especie de cobre y estaño, y el  
227. La acción por conducto naturalmente á tratar ya de





259. En cuanto á la densidad del bronce, se verifica un fenómeno, digno de ser notado, á saber: que dicha propiedad va aumentando hasta cierto punto, pasado el cual decrece sensiblemente. La liga de cien partes de cobre y cuatro de estaño, presenta, segun Mr. Briche, una densidad de 8,79 la cual aumenta hasta que el estaño entra en la proporcion de 16 p<sup>o</sup>/<sub>o</sub>, que entonces es de 8,87 y desde este punto decrece nuevamente; volviendo á ser de 8,79, cuando el estaño y el cobre entran en partes iguales, siendo asi que el cálculo y el raciocinio dán la mayor densidad para la liga de 4 de estaño por 100 de cobre.

Estos hechos han debido tenerse en consideracion al fijar la liga mas conveniente para el bronce de cañones, la cual es en Francia de 11 de estaño para 100 de cobre, y en España es lo mismo para los cañones largos de grueso calibre; pero en las piezas pequeñas y en los morteros y obuses, solo se emplean 8 partes de estaño para 100 de cobre. A la primera liga corresponde la densidad de 8,78 y á la segunda la de 8,76.

260. El motivo de emplear diversas ligas para objetos de igual naturaleza, está fundado en la observacion, de que la tenacidad y la dureza de un bronce dado, están en razon inversa del volúmen de los objetos que se construyen de él. Mr. Gay-Lussac, habiendo observado los hechos en que está fundada esta teoría, es de opinion, de que en Francia debe tambien disminuirse la cantidad de estaño, en el bronce destinado á fundir piezas pequeñas.

261. Concretándonos, pues, al bronce de cañones, veamos los inconvenientes que su uso acarrea y que forman el cuerpo del proceso con que intentan desterrar su uso los partidarios de la artillería de hierro.

1.º La artillería de bronce es de un coste excesivo y amortiza un capital inmenso, que nada reditúa en favor de la riqueza pública. La Francia posee sobre 12000 cañones de bronce y necesita cuasi otros tantos, para cubrir bien el servicio en sus

ejércitos y plazas fuertes. El valor de las que tiene asciende á 60 millones de francos, capital inmenso é improductivo, capaz de surtir de artillería de hierro á toda la Francia y dejar un remanente considerable.

2.º La corta duracion de las piezas de bronce de grueso calibre, que, inutilizándose á lo mejor de su servicio, no compensan su coste desmedido, y comprometen la seguridad del estado.

3.º La poca resistencia de los cañones de bronce, dice Mr. Thiery, ha puesto trabas á los progresos del arte de fabricar pólvora; pues con ellos, es preciso renunciar al uso de pólvoras en que la combustion sea demasiado rápida, cuya propiedad sería de grande utilidad, si pudiese conciliarse con la conservacion de los cañones; por culpa de los cuales, la fabricacion de la pólvora, no solo no adelanta, sino que aun es posible que haya que retroceder en la práctica de las mejoras adoptadas; pues mientras en Inglaterra se generaliza el uso de los molinos de presion, y la carbonizacion en vasos cerrados, en Francia, se duda si sería conveniente volver á emplear los molinos de percusion y los medios de carbonizacion que estuvieron en uso en la infancia del arte. De manera, que mientras en las artes mecánicas se cuenta con aparatos para aprovechar la fuerza del vapor, por mucho que se perfeccione, la artillería tiene que reducir la fuerza de sus pólvoras proporcionalmente á la resistencia de sus cañones.

262. Es á todas luces evidente que la artillería de bronce es mucho mas cara que la de hierro; pero si la de bronce llenase cumplidamente, ó al menos en cuanto es posible, las condiciones que el buen servicio requiere, con ventajas reconocidas sobre la de hierro, ¿podria creerse mal empleado el capital efectivo que su valor representa en la riqueza pública? ¿puede llamarse amortizado é improductivo el dinero empleado en objetos, que conservando su valor intrínseco, están destinados á asegurar la libertad é independendencia de la patria? ¿están menos

amortizadas las sumas, inmensamente mayores, invertidas en los palacios y monumentos públicos, destinados á llevar á las generaciones venideras, el recuerdo de las glorias ó de los grandes hechos de los tiempos que pasaron? Si el orgullo nacional dá por bien empleados tan inmensos caudales, en objetos, que á veces, ningun valor intrínseco conservan, mejor podrán considerarse como reproductivos los que reeditúan constantemente la paz y el orden en el interior de las naciones y el respeto y consideracion política en el exterior.

263. En cuanto á la poca duracion de las piezas de artillería de bronce, la acusacion parece limitarse á las de grueso calibre; pues en cuanto á las pequeñas, su bondad y conveniencia de su uso, están universalmente reconocidas. Ahora bien, ¿puede admitirse la proposicion estampada en el tomo III del memorial de artillería francés, al asegurar que cuantos ensayos se hagan para mejorar la artillería de bronce, solo darán por resultado la pérdida de un tiempo precioso, y de sumas considerables? ¿No hemos visto que los adelantos de la metalúrgia han mejorado, de un siglo á esta parte, considerablemente la fabricacion de la artillería de hierro, sin que el no haber llegado este artefacto al apetecido grado de perfeccion, sea motivo para cerrar la puerta á la esperanza? ¿Pues por qué razon hemos de ser menos indulgentes con la artillería de bronce, tan poco estudiada comparativamente á la de hierro? ¿Será porque la Francia, lejos de mejorar esta parte de su material, construye cada vez peor sus cañones de bronce de á 24? Si Mr. Thiery, en la página 126 de la segunda parte de su tratado de la aplicacion del hierro á las construcciones de la artillería, confiesa (y damos traslado de ello á Mr. Dussaussoy) que la artillería de bronce fundida bajo el reinado de Luis XIV era muy inferior á la fundida en Sevilla, con cuya duracion no podian competir los productos de las fábricas francesas, y lo atribuye al uso de cobres nuevos; ¿podemos lisongearnos por ventura de que los metales que constituyen los bron-

ces, van á los hornos con el grado de pureza que se requiere, y que tan difícil es de obtener? ¿No está en pie la cuestion de si son preferibles los broncees nuevos á los refundidos? ¿Se han hecho los ensayos suficientes para determinar las dosis mas convenientes para la liga, la influencia del enfriamiento en los moldes, la del combústible empleado, la de la manera de fundir, la de la figura de los hornos, las de tantas otras circunstancias que tan directamente influyen en el resultado?

Lo natural, lo lógico, lo razonable, parece ecsaminar á la luz de la ciencia, cada dia mas clara y brillante, todos los datos que la cuestion abraza; y no proscribir en favor de un sistema, por bueno que sea, las otras prácticas, que fundadas en sólidos cimientos, no son tan fáciles de destruir.

Hácia estas investigaciones llamamos la atencion de nuestros compañeros y escitamos su celo, para que con fé en el porvenir, ensayen los medios de perfeccionar un arte, en el que ha florecido siempre, sobre todas, la industria militar española, y el cuerpo á cuyo cargo ha estado su desempeño. Débiles como son nuestros esfuerzos, los consagramos gustosos á este laudable objeto, por mas que nuestra insuficiencia nos asegure del écsito mezquino de nuestro trabajo.

264. En la conviccion de que la fundicion de artilleria de bronce, es susceptible de mayor perfeccion, no creemos con Mr. Thiery que hayan de detenerse por este motivo los progresos de la fabricacion de la pólvora; y en todo caso nuestros cañones de bronce, al quemar en ellos la mas sobresaliente pólvora de guerra, ofrecen siempre mayor seguridad y confianza que los de hierro colado, por mas que su elaboracion haya sido el objeto privilegiado de los adelantos de la industria. Sería inútil acudir, para decidir una cuestion de esta especie, al resultado de las pruebas hechas en diversas épocas y naciones, pues al lado de las piezas que han resistido 4, ó 5000 y mas disparos, se presentarán otras que han sufrido pronto considerable deterioro en sus ánimas por el choque de los proyectiles;

pero de todos modos dichas pruebas, recopiladas por Mr. Moritz Meyer, arrojan de sí datos de suma importancia, pues resulta de ellas:

1.º Que son poquísimos y muy raros los cañones de bronce que revientan en las pruebas.

2.º Que si bien la gruesa artillería de bronce, deja mucho que desear respecto á su duracion, las piezas de batalla y los morteros, compensan sobradamente, por su buen servicio, el dispendio de su fabricacion.

3.º Que pues hay ejemplos de cañones de bronce de grueso calibre, que han soportado pruebas admirables, no puede concluirse que la artillería de su especie sea mala en general, sino que son pocas las piezas de tal naturaleza que están bien construidas; ó lo que es lo mismo, que el arte de fabricar la artillería gruesa de bronce tiene mucho por adelantar todavía.

265. Pasemos ahora á ecsaminar las causas que pueden influir en la corta duracion de la artillería de bronce, y veamos si ellas mismas indican el camino para buscar el remedio.

El primero y principal obstáculo que se opone á la bondad de los cañones de bronce, es la impureza de los metales que suelen emplearse; el cobre y el estaño que pasan por afinados, dán á veces en los análisis algunas partes de plomo, antimonio ó arsénico: metales todos perjudiciales y susceptibles, aun en cortas dosis, de modificar las propiedades del verdadero bronce. El estudio de la metalúrgia es el que puede superar este inconveniente y entregar al fundidor las primeras materias en estado de pureza, debiendo despues acudir á las pruebas y á los ensayos químicos, para determinar las proporciones mas convenientes; pues los análisis antiguos dejan mucho que desear, tanto en la esactitud de las manipulaciones, cuanto en que no se procuraba analizar en una pieza simultaneamente, pedazos de bronce sacados de diversos puntos de ella; siendo así que en un mismo cañon, el bronce del cascabel, de la faja alta de la culata, de los muñones, de la tulipa, de la boca, del fondo de



la recámara &c. presenta á veces notables diferencias en la ley de la aligacion. Por lo tanto, unos ensayos incesatos, que han sido la base de prácticas seguidas por espacio de muchos años, no han podido menos de producir en el arte, lamentables errores; que solo pueden remediarse á costa de nuevas esperiencias, encaminadas á adquirir un conocimiento esacto del mejor modo de fundir el bronce, de las proporciones de la liga para obtener la mayor dureza y tenacidad posibles, y de la influencia que la temperatura del metal líquido, y la de los moldes, pueden ejercer sobre las propiedades físicas del metal solidificado.

Este último punto, sobre todo, es digno de la mayor consideracion, pues á los diferentes enfriamientos que sufre el metal dentro de los moldes, es á quien pueden atribuirse las diversas especies de bronce hallados en distintos trozos de una misma pieza. En todos los talleres de barrenar y tornear, se ha notado desde muy antiguo el diferente color del bronce que saca la barrena en cada parte de la pieza, y el análisis ha venido á probar la diferencia de composicion química.

El análisis de virutas de bronce procedentes de diferentes puntos de un obus, fundido en sólido en molde de tierra, dió: Para el bronce de la parte exterior de la

culata.....	9,68 p <sup>o</sup> / <sub>o</sub> de estaño.
Id. en la recámara.....	10,03.
Id. del exterior del brocal.....	9,36.
Id. id. en lo interior.....	8,96.

Un cañon de á 4 analizado en Francia dió:

En la culata.....	9,0 p <sup>o</sup> / <sub>o</sub> de estaño.
En el segundo cuerpo.....	9,58.
En la tulipa.....	8,59.

Un cañon de á 6 sometido á los mismos ensayos dió:

En el astrágalo, esteriormente.....	7,86.
-------------------------------------	-------

En el punto correspondiente del ánima... 7,70.  
 En la lámpara, exteriormente... 8,50.  
 En el fondo del ánima... 8,39.

266. Muchos fundidores tienen la presuncion de creer, que la fractura de un trozo de bronce dá á conocer, por la simple textura y el color del metal, la temperatura á que ha sido fundido y su ley de composicion; y esta idea, por desgracia sobrado generalizada, es causa de muchos desaciertos cometidos cuando se funde la artillería de bronce viejos. La vista mas esperimantada no es capaz de reconocer en ningun bronce, las cantidades pequeñas de plomo, arsénico, antimonio y hierro que pueden formar parte de ellos, y contribuir tan poderosamente, como ha demostrado Mr. Dussaussoy, á alterar la naturaleza de la liga.

Por mas que se ponderen las ventajas que el bronce viejo, empleado en nuevas fundiciones, ofrece, por la mayor intimidad de la liga, como estas ventajas pueden obtenerse refundiendo en hornos á propósito los bronce nuevamente fabricados, y en que son conocidos la cantidad y calidad de los ingredientes, nosotros daremos siempre la preferencia á estos últimos; además, de que la bondad relativa de los bronce refundidos, es todavía muy problemática ó está á lo menos circunscrita á ciertos límites. Las esperiencias de Mr. Dussaussoy arrojan el siguiente resultado respecto á un bronce de cañones compuesto de 100 partes de cobre y 11 de estaño.

Número de fusiones.	Peso del lingote.	Pérdida en 100 partes.	Densidad de la liga.	COMPOSICION.	
				Cobre.	Estaño.
1	268 onzas	1,2	8,563	100,3	10,7
2	236	1,6	8,460	100,7	10,3
3	204	2,1	8,386	101,8	9,2
4	172	2,5	8,478	103,0	8,0
5	140	2,6	8,529	104,0	7,0
6	104	3,0	8,500	105,5	5,5

Bajo este punto de vista las refundiciones son perjudiciales porque alteran la ley de la liga, pero además se nota que, desde la cuarta refundicion en adelante, salen ya los lingotes llenos de vientos y cavidades, en las que se alojan pedazos de los óxidos de cobre y estaño formados; en términos de que para obtener un bronce compacto y unido, se hace preciso emplear ya el carbon, como desoxidante, y añadir además la cantidad de estaño necesaria para reemplazar la parte perdida.

267. Conocemos bien que una prudente economía ecsige que las piezas inútiles se refundan para obtener otras nuevas, pero creémos que aquellas no deban emplearse jamás, sin que preceda un detenido y escrupuloso ecsámen de su composicion, á fin de remediar en el horno los defectos, por la adiccion del metal necesario. Hartas alteraciones sufre el bronce dentro del horno por la diferencia de oxidacion de sus componentes, para que se intente caminar á ciegas desde el principio. Cualesquiera que sean los dispendios que el análisis origine, siempre serán menores que los de la fabricacion completa de piezas, que pueden resultar tan malas, ó peores, que las que por inútiles se refunden. Por eso aconsejamos un procedimiento que debe repetirse cada vez que un bronce se funda de nuevo, aunque provenga de aligacion conocida de antemano, pues siempre la oxidacion del estaño altera la composicion de la liga en el horno.

268. La afinidad del estaño con el oxígeno está, respecto á la del cobre, en la relacion de 4 á 1, procsimamente; pues segun las observaciones de Mr. Dumas, en un bronce formado de 100 partes de cobre y 10 de estaño, por cada átomo de este que se oxida, solo lo verifican dos ó tres de cobre, en lugar de 10 que deberian oxidarse, si la afinidad de los dos metales con el oxígeno fuese la misma.

269. La inmensa distancia que separa el grado de fusibilidad del estaño del de el cobre, es, mas bien que la falta de afinidad de ambos metales, el principal inconveniente que se presenta, para que la liga resulte homogénea. La química no

puede ciertamente remediar un mal que proviene de la naturaleza de los cuerpos, mas con el auxilio de la mecánica, creémos que se podrian, en parte, disminuir defectos de tanta trascendencia.

270. Cuando el bronce en los moldes tiene una temperatura inferior á los 27.º del pyrómetro, el cobre empieza á solidificarse, mientras el estaño, á quien para estar sólido le sobran muchas calorías, permanece líquido y va llenando los huecos que la contraccion del metal que se enfria, y los vapores del molde que se desprenden, van originando.

271. Como en las piezas de grueso calibre, el enfriamiento tarda mas en verificarse por razon de su masa, estos defectos son mas sensibles; y de aqui se origina la corta duracion de estas piezas, y los escarabajos y manchas de metal blanco que aparecen al barrenarlas, especialmente hácia el segundo cuerpo de la pieza.

272. Generalmente se considera al bronce como una mezcla mecánica de cobre y estaño, mezela hasta cierto punto grosera, y en la que las moléculas de estaño se hallan entre la masa del cobre, ni mas ni menos que las del agua entre una esponja tupida; reputándose las manchas blancas que en las piezas aparecen, como otros tantos depósitos de estaño que vino á ocupar aquel espacio vacío. Pero estas consideraciones desaparecen en vista del resultado de los últimos análisis hechos en Francia y en Prusia; segun los cuales, el metal blanco que se encuentra, como implantado en la masa del bronce, se compone de 23 partes de estaño y 77 de cobre, y presenta caracteres análogos á los del metal de campanas. De modo que en la actualidad se considera al bronce como compuesto de diversas combinaciones químicas, naturalmente formadas, pero cuyo orden y ley de formacion desconocemos todavía, por mas que Mr. Dussaussoy pretenda probar que el cobre posee cierta capacidad para admitir el estaño, dependiente de su temperatura; ni mas ni menos que el agua disuelve diferentes can-

tidades de salitre segun el calor con que se auxilia su propiedad disolvente.

De todos modos, el metal blanco que aparece en las ánimas de las piezas es tan fusible, que basta para licuarlo el calor desenvuelto en la inflamacion de la pólvora, quedando por tanto la pieza llena de cavidades ó huecos que disminuyen la duracion de su servicio, y que conservando en su seno cuerpos inflamados, pueden comprometer la ecsistencia de los artilleros.

273. Para dar á entender el medio que en concepto nuestro, y en el de uno de nuestros mas sabios oficiales (el Coronel Capitan del Cuerpo y Diputado á córtes D. Francisco Lujan) pudiera ponerse en práctica para mejorar la artillería de bronce de grueso calibre, supuesta la buena calidad del metal, necesitamos hacer algunas consideraciones respecto á la marcha que sigue este al solidificarse dentro de los moldes.

274. Mr. Dussaussoy ha observado, que cuando se cuela el bronce ordinario en moldes de arena, sucede á veces, que dos ó tres minutos despues de la colada se origina hácia el chorro una ebullicion, tanto mas duradera cuanto mayor es la masa del metal y su temperatura mas elevada. La parte de bronce extravasada se solidifica bajo la forma de una seta ú hongo, y contiene siempre mas estaño que el resto de la masa.

Este importante fenómeno está ligado á las propiedades características del bronce, y depende de las diferencias que el enfriamiento establece en la composicion de la liga. Una parte de esta se solidifica, uniéndose en cantidades determinadas el cobre y el estaño, mientras otra parte de estos metales permanece líquida por algun tiempo; y esta porcion de bronce fluido es arrastrada é impelida hácia arriba por los gases, que no pudiendo escapar al través de las paredes del molde, buscan su salida por entre la masa metálica. Este bronce mas fusible, extravasado por la fuerza impelente de los gases, se compone, generalmente de 19 partes de estaño y 100 de cobre.



De la observacion de estos hechos infiere Mr. Dussaussoy cuál es la marcha de la solidificacion del bronce de cañones dentro de los moldes, y la causa que origina esa falta de homogeneidad que tanto se echa de ver en las piezas de grueso calibre; pues segun su teoría, desde que empieza el enfriamiento, la aligacion atómima menos fusible que puede formarse, cristaliza y la masa se contrae; pero muy luego la presion de la columna metálica obliga á la parte líquida á llenar el espacio vacío que ha quedado en la circunferencia, ó á volver á subir á la parte superior del molde. De aquí el que á cierta distancia de la base inferior del lingote, y en su centro, se encuentre el bronce mas rico de cobre, mientras que en su circunferencia hácia la base inferior, y en todas sus partes en la superior, se encuentra el mácsimum de estaño. Tal es la opinion de Mr. Dussaussoy robustecida por el resultado de sus esperiencias, y de la cual parece inferirse, que la solidificacion del bronce dentro de los moldes se verifica progresivamente á partir desde el centro ó eje de la masa, hasta terminar en su circunferencia: mas como este dictámen aparece en contradiccion con el de los demas fundidores que sostienen ser inversa la marcha de la solidificacion; es decir: que comienza en la circunferencia y concluye en el centro, nos detendremos á hacer algunas observaciones en contra de la opinion de Mr. Dussaussoy, de la que ciertamente no somos partidarios.

275. Es muy natural y convincente, que se note en el metal de los moldes la ebullicion indicada, porque los gases que de estos se desprenden siempre, por bien desecados que se hallen, y aun el aire mismo sorprendido abajo por la caida del bronce que puede obstruir fácilmente el cuello del cascabel y la entrada de las asas, dilatados por la gran temperatura del bronce, buscan su salida por la parte superior en su punto mas líquido. Aquí la observacion de Mr. Dussaussoy, redunde en favor de nuestra opinion, pues si la solidificacion empezase por el centro, la ebullicion debería notarse junto á las paredes del mol-

de, donde los gases hallarían menos obstáculo á su salida, y no hácia el chorro que es donde se observa.

Ni en el raciocinio ni en la esperiencia hemos podido hallar motivos de convencimiento en favor de la opinion de Mr. Dussaussoy, cuyos profundos conocimientos respetamos; pero parece natural que pues la temperatura de los moldes es siempre muy inferior á la del metal fundido, la capa de este que toc a las paredes del molde ceda parte de su calórico á aquellos para el debido equilibrio, y se solidifique; que esta primera capa robe calor de las inmediatas, y asi subcesivamente estableciéndose, mediante la conductibilidad de la materia, una emision de calor desde el centro á la circunferencia; calor que perdiéndose en la masa del molde y de las tierras de la fosa, concluye por abandonar el metal dejándole sólido.

Descosos de encontrar algun fundamento razonable á la peregrina opinion que combatimos, hemos hecho en el laboratorio de nuestro cargo repetidas esperiencias con diferentes cuerpos, convenciéndonos mas y mas, en vista de los resultados obtenidos, de que la solidificacion de los bronces en los moldes, como la de los demas metales vaciados en un receptáculo cualquiera, se verifica siempre desde la circunferencia al centro. Y con efecto, cuando en un crisol ú otra vasija echamos un metal fundido para obtener sus cristales, ¿no decantamos, pasados algunos segundos, la parte que se conserva líquida y hallamos una geoda del metal cristalizado adherido á las partes del vaso que lo contiene? Cuando ponemos candente una barra de hierro y la rompemos en el momento en que yá su superficie está obscura, ¿no vemos en la fractura, que se conserva hácia el centro el color rojo cereza que ha desaperecido de la superficie? ¿No se observa que despues de enfriado el metal en los moldes de los cañones, la superficie superior de la mazarota presenta un hundimiento ó cavidad en su centro, en vez de la prominencia que deberia resultar si fuese este el primeramente solidificado? Cuando las

turquesas de balas de fusil tienen los bebederos estrechos, de modo que los golletes se enfrían y solidifican antes de dar al molde de la bala el metal necesario para suplir la falta que la contracción, por el enfriamiento, origina ¿no hallamos luego en el centro del proyectil el hueco correspondiente á esta falta de metal?

276. Estos hechos y los otros muchos que á cada momento se observan, corroboran la opinion que respecto á la solidificación de los bronce, tienen formada todos los que no pretenden sacar de sus esperiencias teorías originales y nuevas; tanto mas, cuanto que la observacion de que la capa exterior de las piezas suele resultar, ó resulta siempre, mas rica en estaño que las que la siguen, puede comprenderse bien, considerando que, por la frialdad del molde, aquella capa se ha solidificado cuasi repentinamente, sin dar lugar á que el estaño se retire por su mayor fusibilidad, como sucede en las siguientes, donde la solidificación mas lenta de la aligacion permite al estaño irse reconcentrando hácia los últimos puntos que permanecen líquidos.

277. Esta esplicacion resulta conforme con lo que los hechos demuestran en el taller del torno y la barrena. Al empezar á tornear una pieza, la costra metálica, digámoslo asi, que la recubre aparece muy dura; pero desde que se quita aquella primera capa el metal es dulce y se tornea perfectamente. La barrena entra con mas facilidad en el primer cuerpo de la pieza que en el segundo y tercero, porque en ellos, siendo mayores los diámetros, se ha reunido mayor cantidad de estaño.

Las manchas de metal blanco aparecen mas en la superficie interior que en la exterior de los cañones, y si el extremo superior de la mazarota es la parte mas rica en estaño, convenimos en que el metal mas fusible ha sido llevado allí por la corriente de los gases que producen la ebullicion observada, pero creemos que esas burbujas gaseosas ganan su salida por el

centro, y no por la circunferencia de la base superior del lingote.

Omitamos, pues, la enumeracion de otras pruebas, en favor de una teoría universalmente reconocida como cierta; y partiendo de ella, ecsaminemos lo que sucede dentro del molde de un cañon de á 24 despues de verificada la colada.

278. La forma interior del molde colocado en la fosa, con su mazarota, segun el método actual de fundir estensamente es-  
plicado en la memoria de Don Pedro Lujan que insertamos íntegra al final de este volúmen; es, prescindiendo de las molduras y adornos, la de un cono truncado, terminado por un cilindro que insiste sobre la base menor del cono, segun representa la (fig. 6, de la lám. 14). La parte que constituye la mazarota, tiene aqui tres objetos, á saber; 1.º surtir de metal al molde, cuando por la contraccion del bronce al solidificarse, disminuye de volúmen; 2.º recibir las impurezas ó escorias que el metal llevó consigo al hacer la colada; las cuales, por su menor gravedad específica, ganan la parte superior y forman una masa esponjosa, que á no ser por la mazarota, constituiría la parte de la tulipa de la pieza; y 3.º comprimir con su considerable peso el metal que ha de formar el cañon, y obligarle á que reuniendo ó estrechando sus moléculas al solidificarse, resulte mas denso y homogéneo.

279. Veamos, pues, hasta que punto las mazarotas llenan actualmente los tres objetos que las están encomendados. Si representamos con líneas paralelas al contorno del perímetro del molde, las capas de metal que se ván sucesivamente solidificando, llegará el caso en que los extremos de estas líneas se reunan, estrechando poco á poco el espacio que abrazan. El punto de reunion será aquel en que desde luego estuvieron mas cercanas, es decir el centro del anillo del astrágalo. Una vez solidificado este, los tres efectos de la mazarota cesan desde luego, aunque toda ella permaneciese líquida; y resulta dentro del molde un cono de metal fundido, cuyo vértice está en el centro del anillo del

astrágalo, y que abandonado á sí mismo, se solidificará obedeciendo sus moléculas solo á la ley de atracción, que obra de la circunferencia al centro, mientras las de la masa ya solidificada, obedecieron á la resultante de esta fuerza y la de la presión de la mazarota.

Este cono de metal líquido debe ser el mas rico de estaño, y al solidificarse, no teniendo quien remplace los espacios vacíos que por su contracción natural resultan, origina los escarabajos y manchas blancas notadas en el segundo cuerpo de las piezas de grueso calibre.

De esta manera, ciertamente convincente y lógica, explica Don Francisco Lujan el indicado fenómeno, en una excelente memoria, parte de la cual se insertó en el tratado de química que sirve de testo en esta academia (tomo 2.<sup>o</sup> pág. 190 y siguientes), en donde se demuestra la desproporción de las mazarotas que hoy se emplean relativamente á las piezas á que se las destina, y la conveniencia de modificarlas con arreglo al volumen y figura de los cañones; ó á lo menos construir las mazarotas tales, que su peso estuviese en razón del de la pieza á que corresponden, es decir:

Calibres.	Peso de las mazarotas.
Para el cañon de á 4.....	634 libras.
Para el de á 8.....	1200
Para el de á 12.....	2800
Para el de á 16.....	3587
Para el de á 24.....	5806

Pudiendo compararse estos datos con los que arroja la tabla siguiente.



*DIMENSIONES de las piezas y mazarotas de los calibres regulares que se funden actualmente, sus pesos y diferencias de estos, y de las longitudes entre cada cañon y su mazarota.*

CALIBRES.	LONGITUD DE LAS PIEZAS.		MAZAROTAS.		Pesos de las piezas sensórido y sin mazarotas.	Peso de las mazarotas.	Diferencia de pesos.	DIFERENCIA DE LONGITUDES.						
	<i>Pies.</i>	<i>Pulgad. Lineas.</i>	<i>Pies.</i>	<i>Pulgad. Lineas.</i>					<i>Pies.</i>	<i>Pulgad. Lineas.</i>				
24.....	10.....	».....	5.....	2.....	».....	1.....	6.....	1.....	8093	5385	2708	4.....	10.....	».....
16.....	9.....	».....	3.....	11.....	10.....	1.....	4.....	».....	5500	3000	2500	5.....	».....	2.....
12.....	6.....	6.....	3.....	6.....	3.....	1.....	».....	6.....	2715	1685	1030	2.....	11.....	9.....
8.....	5.....	8.....	3.....	».....	».....	».....	10.....	9.....	1875	1203	672	2.....	8.....	».....
4.....	4.....	6.....	1.....	10.....	2.....	».....	9.....	11.....	1000	634	368	2.....	7.....	10.....
Obus de á 9.	3.....	5.....	4.....	4.....	3.....	1.....	4.....	».....	3600	2934	666	».....	10.....	7.....
Obus de á 7.	2.....	4.....	2.....	9.....	2.....	».....	11.....	3.....	1070	1030	40	».....	4.....	8.....

No hemos querido hacer alteracion alguna en esta tabla; pero debemos advertir aqui, que segun lo últimamente dispuesto por el Escelentísimo Señor Director General del cuerpo, el obus de á 9 citado en ella debe llamarse *obus corto de 9 pulgadas antiguo*; y el de á 7, *obus corto de 7 pulgadas*, para diferenciarlos; el primero, del *obus largo de 9 pulgadas*, que es el que se llamaba antes obus de á 80 á la Paixhans, y del *obus corto de 9 pulgadas*, que es el de sitio del mismo calibre que ha de ensayarse; y el segundo, del *obus largo de 7 pulgadas*, que tambien está proyectado y que debe substituirle. Asi mismo está mandado que al obus de á 24 de las baterías rodadas, se le denomine *obus de 6 1/2 pulgadas*, y al de á 12 de montaña *obus corto de 5 pulgadas*, para distinguirlo del *obus largo de 5 pulgadas*, que es el que se está probando con destino á las baterías de arrastre de carril estrecho.

280. El método que Don Francisco Lujan propone para evitar estos inconvenientes, es el mismo que ha usado Mr. Emile Martin para su cañon de á 24 de hierro de fundicion gris; y que muy anteriormente se practicaba en Francia, donde la falta de método y de acierto en la proporcion y figura de las mazarotas, hizo que los cañones resultasen poco densos hácia la culata; no obstante lo cual Géisler, en 1718, atribuia á tal sistema la superioridad de la artillería de bronce francesa.

Consiste pues, dicho método en colocar los moldes inversamente en la fosa, es decir, con la culata hácia arriba; con lo que el molde, con su mazarota, tendrá la figura de un cono truncado inverso, como representa la (fig. 7 de la lám. 14).

281. Siguiendo las huellas de la teoría sería preferible dejar el molde boca arriba, y construir un cono truncado de bronce, cuya base menor fuese la mayor del de la pieza; y la otra la que determina el cálculo, para que la presion sea la misma en los diferentes cuerpos de la pieza, cuya altura y la que haya de tener la mazarota, se dán de antemano; ó si se fija la base superior, el cálculo dará la altura de la mazarota (figs. 8

y 9); pues así se obtendría el metal más denso en la culata de la pieza y esta densidad sería doble de la que tiene en la actualidad, como se demuestra matemáticamente en la memoria ya citada, á que nos referimos; pero el excesivo coste que este medio acarrearía, así por el metal empleado, como por el trabajo del desbaste, nos obliga á ceñirnos al medio primeramente indicado, en el que la solidez de las piezas puede conciliarse con la economía.

Es verdad que el metal de la culata será el menos denso de la pieza, pero el arreglo de las dimensiones de la mazarota, y su acción sobre el metal hasta el último momento de la solidificación, producirían un bronce muy denso y compacto en este cuerpo de la pieza, y mejor en los otros; librando á los cañones de grueso calibre de los defectos notados en el ánima, y mejorando la condición de todos ellos. El aumento de gasto consistiría entonces en el mayor peso de la mazarota, y en el trabajo de cortarla dejando el cascabel.

282. Resultados también satisfactorios se obtendrían construyendo cilíndricos los dos primeros cuerpos de la pieza, y cónico el correspondiente á la caña (fig. 8 lám. 14), cuidando de que su base superior tuviese con la altura la relación necesaria, para que la presión, representada por sus productos, fuese la conveniente. El molde se colocaría en la fosa boca arriba, y el gasto sería el de desbastar la parte correspondiente á la caña.

Estos dispendios quedarían indudablemente recompensados con la mejor calidad y mayor duración de las piezas, pudiendo ensayarse con tales broncees si era realizable el proyecto, tantas veces indicado, de disminuir el espesor de metales de los cañones.

283. Además, estos medios podrían facilitar la fundición en hueco, de los cañones de grueso calibre, tan combatida por unos como celebrada por otros, pero reconocida por todos como muy económica. Sin detenernos aquí á enumerar las ra-

zones en que se fundan los partidarios de ambos sistemas, las cuales pueden verse al final del título 3.º de este tratado; diremos solo que la fundicion en hueco bien dirigida, proporcionaria al metal del interior del ánima de la pieza, una dureza análoga á la que las piezas ordinarias presentan en el exterior, y que los defectos y manchas de estaño que ahora aparecen en el ánima, ó desaparecerian en virtud de la menor masa de metal, ó quedarian embebidos en su espesor.

284. La objecion de que en las piezas antiguas fundidas en hueco resultaba con frecuencia el ánima torcida, por la dificultad de fijar el macho, no debe ser tan considerable hoy, en que los procedimientos de la moldería se han perfeccionado, y en que la práctica de poner granos de cobre, permitiria asegurar la cabeza del macho por una barreta de hierro dulce, que ocupando precisamente el sitio del grano, saliese luego al hacer el barreno á rosca donde debe entrar este.

285. Los antiguos machos de hierro, revestidos de arcilla, que se emplearon para fundir en hueco, y cuya capa solia romperse por el golpeo del metal al caer dentro del molde, podrian substituirse por un tubo de hierro dulce, del espesor en sus paredes que la esperiencia determinase como mas conveniente, cerrado por el estremo que corresponde á la culata, y relleno de arena ó arcilla refractaria; contando siempre para sus dimensiones con la dilatacion del hierro y con la temperatura que deberia sufrir antes y despues de hecha la colada. A este tubo quedaria adherido el bronce, pero sacando luego la arena ó tierra que contenia, la máquina de barrenar quitaria facilmente el hierro dejando descubiertas las primeras capas de bronce, cuyas buenas cualidades reconocen hasta los enemigos de este sistema.

286. Otra innovacion importante nos atreveremos á proponer en el actual sistema de construir artillería, á riesgo de que los partidarios de las prácticas añejas, califiquen de temeridad nuestro deseo de buscar el acierto. Se refiere esta indi-

cacion á la forma actual de nuestras piezas, y á sus adornos y molduras. Hemos dicho al hablar de la artillería de hierro, que la elasticidad es una de las primeras circunstancias que se requieren en el metal de cañones, y que á la falta de esta propiedad puede con razon atribuirse la destruccion de muchas piezas, que se rompen despues de un largo trasporte, en virtud de las vibraciones contínuas que el movimiento del carruage produce. Estas vibraciones originan un desarreglo ó trastorno molecular, que predispone el cuerpo para estallar ó romperse cuando se le esija un moderado servicio. Es verdad que este fenómeno, con sobrada frecuencia observado en la artillería de hierro colado, no es comun á la de bronce; pero tambien lo es que el temor de que esta liga pierda de su elasticidad y tenacidad, nos retrae de aumentar la cantidad de estaño que entra en su composicion, y que en mayores dosis nos proporcionaria la dureza que tanto se echa de menos en los cañones de bronce de á 24 y 16. Por lo tanto será digao de consideracion todo medio que tienda á acrecentar en los bronces una elasticidad que decrece en razon del aumento de su dureza. Ahora bien, la esperiencia enseña que la figura de los cuerpos, como que interviene directamente en la colocacion particular de sus moléculas, contribuye en gran manera á modificar su fuerza elástica; y asi observamos que los discos, baquetas y otros cuerpos, eminentemente elásticos por su figura, pierden esta propiedad cuando sus dimensiones no son uniformes, y cuando las líneas que marcan sus contornos se interrumpen bruscamente; porque estos resaltos é interrupciones de su materia, rompen, por decirlo asi, sus vibraciones. Este fenómeno debe ser aun mas sensible en los cuerpos fundidos, pues como en ellos la solidificacion es una cristalización verdadera, la materia que entra á rellenar los huecos y molduras, altera la colocacion uniforme de las moléculas ó cristales.

287. Fundados en estas consideraciones, creémos que siendo las molduras de las piezas adornos innecesarios, que con sus



resaltos, redondeados ó agudos, interrumpen á cada paso la continuidad de la materia, y aumentan el coste y el trabajo en los talleres del torno y de moldería; sería preferible darles la forma de un cono truncado perfecto, sin otro resalto ni adorno que un bocel en el brocal con una lengüeta en la parte superior que facilitase la puntería, haciendo paralelas la línea de mira y la prolongacion del eje de la pieza; substituyendo á la lámpara una semiesfera concéntrica á la de la concavidad del fondo de la recámara, que, como en otro lugar hemos indicado, no debería ser plana como en la actualidad se usa.

288. Las asas son igualmente perjudiciales que las molduras; embarazan la construccion de los moldes, y la cera, pez y demas cuerpos con que se moldean, infiltrándose en los barro cuando se las derrite, pueden ser origen luego de vientos y escarabajos en el cuerpo de la pieza: su colocacion requiere sumo cuidado, hace variar la uniformidad de los herrajes en los moldes, y despues induce á errores en la puntería, cuando el eje de la careña está desnivelado. Y esta opinion no es solo nuestra, pues D. César Gonzalez atribuye á los gases que producen los cuerpos con que se moldean las asas, los vientos, escarabajos y demas defectos que se encuentran en el interior de los cañones de bronce. Es cierto que para las maniobras de fuerza, especialmente en los cañones grandes, se notaria mucho su falta, pero creémos que para estos casos podrian reemplazarse con unas fuertes bragas de hierro, divididas cada una en dos semicírculos unidos á charnela por uno de sus extremos, y susceptibles de unirse por el otro con un tornillo, segun marca la (fig. 4 lam. 14). Con un cincho de estos colocado por delante de los muñones y otro por detras, á la distancia conveniente para dejar en medio del espacio que los divida el centro de gravedad de la pieza, podrian ejecutarse perfectamente las maniobras y ejercicios de cabria. Para que estos cinchos, especialmente el de delante, no resbalasen por la pieza en razon de su figura cónica, podrian tener erizada de puntas su ca-

ra interior á modo de dientes de lima, con lo cual y con la presion que ejerceria la fuerza del tornillo *Q* oprimiendo el cincho contra la pieza, quedarian asegurados en su posicion. Además de que, como la braga de atrás, queda sujeta, de un lado por los muñones y de otro por la figura cónica de la pieza, puede facilmente ligarse á esta la de delante, y asegurar la posicion de entrambas.

Por otra parte; el cascabel puede estar oradado por un taladro perpendicular al eje de la pieza, por el cual pueda pasar una beta de cabria; como sucede en Inglaterra y otros paises: y en el brocal, por delante del bocel de que hemos hablado (287), puede hacerse, al tornear la pieza, una ranura ó media caña, que permita afirmar en ella con seguridad la misma beta, con lo que se facilitaria estraordinariamente el manejo de las piezas, cualquiera que fuese su calibre.

Este sistema de fundir sin molduras, que en nuestro sentir reportaria ventajas á la artillería de bronce, sería utilísimo en la de hierro fundido, donde la poca elasticidad de la materia ecsige que se procure conservarla por todos los medios posibles; y las esperiencias hechas en Prusia con cañones de á 12 de hierro, confirman plenamente la solidez de estas teorías.

289. La utilidad de la figura cóncava semiesférica para el fondo de la recámara, ha sido á veces objeto de controversias en las que cada cual ha aducido en su favor gran copia de razones mas ó menos fundadas. Nosotros al consignar nuestro dictámen de que el fondo de las recámaras sea cóncavo semiesférico, y que la culata del cañon sea igualmente una semiesfera concéntrica á la del ánima, hemos tenido presente cuanto concierne al modo de obrar de la pólvora en el acto de su inflamacion dentro de las piezas; y el hecho, muchas veces observado, de cañones de hierro reventados unicamente por el esfuerzo perpendicular y uniforme de los gases, contra el fondo plano de sus ánimas. La objeccion presentada contra este sistema de ser difícil limpiar bien las recámaras de esta figura,

está desvanecida en la práctica y uso de la artillería naval, y el mayor deterioro que se calcula que tales piezas pueden sufrir ó causar á los montages, quedaria mas que recompensado con los mayores alcances, obtenidos en pruebas comparativas verificadas especialmente con este objeto.

A fines del siglo pasado, cuando nuestro poder marítimo era aun altamente respetado en Europa, el comisario general de artillería de la armada D. Francisco Javier Rovira, propuso un sistema de obuses para el artillado de los buques de guerra. Estos obuses destinados á lanzar en tiros directos los proyectiles huecos, tenian en forma semiesférica el fondo de la recámara. La observacion y las esperiencias practicadas de intento, dieron márgen á algunas modificaciones en los obuses á la Rovira, propuestas por su mismo autor; quien en 1803 ya caminaba en sus ensayos bajo la idea, de *que donde pudiera montarse un cañon de un peso determinado, podria substituirse un obusero del mismo peso y de calibre múltiplo de el de aquel*; y en virtud de esta teoría reforzó sus primitivas piezas obuseras, aumentó hasta el calibre de 60 sus dimensiones, y reemplazó con ellas los cañones de á 18 con que artillaban los navíos sus segundas baterías. Si ecsaminamos atentamente la moderna artillería llamada á la Paixhans, notaremos desde luego que este nuevo sistema es el de Rovira, si bien llevado á mayor grado de perfeccion. No es nuestro ánimo rebajar ni un ápice el mérito de la invencion de Mr. Paixhans, que ignoraria acaso el sistema propuesto por Rovira; pero queremos consignar aqui que en este, como en otros casos semejantes, un sabio español habia trazado de antemano la senda por donde un estrangero habia de llegar despues á eternizar su reputacion en los anales de la ciencia. El nombre de Paixhans es conocido de todo el que posea los primeros rudimentos de nuestro arte, y el de Rovira... ¡Rovira era español!

Segun consta en la memoria citada (213), por los dias 4, 5 y 6 de Setiembre de 1799, en el departamento del Ferrol, se

hicieron pruebas comparativas entre dos obuses de á 24 de hierro, ambos á la Rovira y fundidos en la Cabada, pero uno de ellos con recámara cilíndrica de fondo plano, y el otro igualmente recamarado pero con el fondo semiesférico. Este último pesaba 7 arrobas menos, y dió, á igualdad de cargas, mayores alcances con todo género de munición, segun demuestran las dos tablas siguientes.

**TABLA PRIMERA.**

Orden de los tiros.	Especie de obus.	Cargas de pólvora. <i>Lbs.</i>	Especie de munición.	Grados de elevación.		Alcance al primer choque.
				<i>Grados.</i>	<i>Lineas.</i>	
1	Recám. <sup>a</sup> semiesf. <sup>a</sup>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Granada.	5		580
2	Id. ....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id. ....	5		530
3	Id. ....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id. ....	5		585
4	Id. ....	2	Id. ....	5		480
5	Id. ....	2	Id. ....	5		568 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
6	Id. ....	2	Id. ....	5		531
7	Recámara cilínd. <sup>a</sup>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id. ....	5		500
8	Id. ....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id. ....	5		485
9	Id. ....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id. ....	5		480
10	Id. ....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id. ....	10		712
11	Id. ....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id. ....	10		Perdido.
12	Id. ....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id. ....	10		698
13	Recám. <sup>a</sup> semiesf. <sup>a</sup>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id. ....	10		719
14	Id. ....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id. ....	10		760
15	Id. ....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id. ....	10		730
16	Id. ....	2	Id. ....	10		720
17	Id. ....	2	Id. ....	10		700
18	Id. ....	2	Id. ....	10		767 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
19	Recámara cilínd. <sup>a</sup>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Metralla ordin. <sup>a</sup> de balas	10		250
20	Id. ....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id. ....	10		290
21	Id. ....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id. en botes con balas.	10		440

Orden de los tipos.	Especie de obus.	Cargas de pólvora.	Especie de municion.	Grados de elevacion.	Alcance al primer choque.
		Libs.			Toesas.
22	Recámara cilind. <sup>a</sup>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Met. <sup>a</sup> en botes con balas	10	460
23	Id . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id botes con cortadillos.	10	290
24	Id . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id . . . . .	10	230
25	Recám. <sup>a</sup> semiesf. <sup>a</sup>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Metralla ordin. <sup>a</sup> de balas	10	280
26	Id . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id . . . . .	10	260
27	Id . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id, botes con balas.	10	480
28	Id . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id . . . . .	10	470
29	Id . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id, botes con cortadillos.	10	260
30	Id . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id . . . . .	10	260
31	Recámara cilind. <sup>a</sup>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id, ordinaria de balas	5	190
32	Id . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id . . . . .	5	170
33	Id . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Botes con balas.	5	462
34	Id . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id . . . . .	5	430
35	Recám. <sup>a</sup> semiesf. <sup>a</sup>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Metralla ordin. <sup>a</sup> de balas	5	230
36	Id . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id . . . . .	5	200
37	Id . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id, botes con balas.	5	360
38	Id . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id . . . . .	5	350
39	Id . . . . .	2	Id, ordinaria de balas.	5	250
40	Id . . . . .	2	Id . . . . .	5	270
41	Id . . . . .	2	Id, botes con balas.	5	290
42	Id . . . . .	2	Id . . . . .	5	280
43	Id . . . . .	2	Id, ordinaria de balas.	10	260
44	Id . . . . .	2	Id . . . . .	10	250
45	Id . . . . .	2	Id, botes con balas.	10	405
46	Id . . . . .	2	Id . . . . .	10	400



### TABLA SEGUNDA.

Orden de los tiros.	Especie de obus.	Cargas en libras.	Especie de municion.	Grados de elevacion.	Alcance
					al primer choque.
					<i>Tozas.</i>
1	Recámara cilínd. <sup>a</sup>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Bala rasa.....	2	245
2	Id.....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Metralla ord. <sup>a</sup> de balas.	2	150
3	Id. semiesférica..	2	Bala rasa.....	2	250
4	Id.....	2	Metralla ord. <sup>a</sup> de balas.	2	160
5	Id. cilíndrica....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Bala rasa.....	3	235
6	Id.....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Metralla ord. <sup>a</sup> de balas.	3	170
7	Id. semiesférica..	2	Bala rasa.....	3	250
8	Id.....	2	Metralla ord. <sup>a</sup> de balas.	3	130
9	Id. cilíndrica....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Bala rasa.....	3	240
10	Id. semiesférica..	2	Id.....	3	210
11	Id. cilíndrica....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Id.....	3	300
12	Id. semiesférica..	2	Id.....	3	280
13	Id. cilíndrica....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Granada.....	3	500
14	Id. semiesférica..	2	Id.....	3	450
15	Id. cilíndrica....	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Bala rasa.....	3	230

Estando á punto de dar á la prensa este escrito, hemos recibido el tratado sobre el nuevo sistema de artillería de plaza, propuesto por Mr. C. Timmerhans, y recientemente publicado en Lieja. La opinion de un gefe tan distinguido y que ha dado á luz tan interesantes trabajos sobre diferentes ramos de nuestro arte, ha venido á corroborar la idea que hemos emitido acerca de la utilidad y conveniencia de las variaciones que hemos indicado, en la forma de nuestras piezas.

Mr. Timmerhans propone dotar las plazas, de cañones

bomberos y obuseros, de tal magnitud, que su uso sea imposible al sitiador; que sus alcances obliguen á este á colocar sus obras á una distancia tal, que sean ineficaces contra la plaza los fuegos de sus mejores baterías; ó á tener, por tanto, que colocar sus trabajos, donde hayan de sufrir el estrago que ocasionarian las bombas y granadas lanzadas en tiros directos con fuerza y eficacia. En una palabra: Mr. Timmerhans pretende con su nueva artillería, restablecer el equilibrio entre las fuerzas y recursos del sitiador y el sitiado, dando á este armas que aquel no pueda manejar. Al aplicar este autor á su nuevo sistema las sanas doctrinas consignadas por él mismo, respecto á la construccion de las piezas de artillería; propone que los nuevos cañones tengan exteriormente la forma de un tronco de cono, desde el brocal hasta el punto correspondiente á aquel donde comienza la recámara; desde allí la de otro tronco de cono inverso al anterior, al cual sigue un trozo cilíndrico que termina en una semiesfera, que es la lámpara de la pieza; es decir, que la forma exterior de esta parte del cañon es concéntrica á la interior de su recámara, cuyo fondo es tambien semiesférico. Estas piezas no tienen asas ni molduras, á escepcion de un bocel ó faja colocada en el brocal con el objeto de destruir al ángulo de mira natural, formado por la inclinacion que tiene la generatriz del cono respecto al eje de la pieza. Este bocel tiene en su parte superior un tope ó punto de mira fijo, que llena el objeto indicado de hacer paralelas las líneas de tiro y la del eje de figura, pudiendo fijar mejor la puntería por encima de su arista superior que por el punto mas alto de la superficie curva del bocel que ciñe y robustece la boca de la pieza. Por detrás del fogon, sale del emisferio de la culata un trozo prismático, cuya cara anterior está ligeramente inclinada respecto al eje de la pieza. Este prisma determina el otro punto de mira y sirve para fijar el alza. Diametralmente opuesto á este, hay en la parte inferior de la culata otro prisma, cuya base permite descansar la pieza sobre

la cabeza de la rosca de puntería. Nos abstenemos de dar mas detalles, porque nuestro objeto no es otro que el de hacer ver, que en las modificaciones que hemos indicado como útiles en la forma de nuestros cañones, tenemos de nuestra parte la opinion muy respetable de Mr. Timmerhans; sin que se entienda por eso que el cálculo y forma propuesta por dicho autor para su nueva artillería, sean considerados por nosotros como aplicables á nuestros cañones; pues hay que atender, no solo al objeto á que se destinan las enormes piezas de que trata Mr. Timmerhans, sino tambien á que deben ser fabricadas de hierro colado; por consiguiente habria que tener en cuenta en las nuestras, sus dimensiones y objeto de su servicio por una parte, y por otra las diversas propiedades de la materia, si hubieran de ser fundidas de bronce.

290. Para concluir de tratar de la artillería de bronce de liga binaria de cobre y estaño, réstanos solo hablar de la parte manufacturera de esta industria, y de los signos exteriores que denotan, segun los fundidores, la buena calidad del bronce. En cuanto á lo primero, poco ó nada han adelantado los estrangeros relativamente á lo que se practica en la fundicion de Sevilla, cuyos productos son sin duda los mejores de Europa. Los procedimientos empleados en esta fábrica merecen ser detenidamente estudiados, y por mas que hubiéramos nosotros trabajado en procurarnos noticias y pormenores, jamás hubiéramos podido obtener un resultado tan completo como el que presenta la memoria que insertamos íntegra al final de este volúmen. Su autor, el Coronel, primer Comandante de artillería y fundidor mayor de Sevilla, Don Pedro Lujan, ha redactado este trabajo en virtud de órden del Esmo. Sr. Director General del Cuerpo, para que sirva de testo en la Academia del arma, en reemplazo del artículo de fundicion de la obra del General Morla, que, sin perder nada de su mérito eminente, no podia sin embargo llenar este objeto, atendidos los adelantos posteriores de la química y la variacion de su nomenclatura.

La memoria del fundidor mayor de Sevilla es un trabajo concienzudo, que sobre ser debido á la acreditada pluma de un oficial tan distinguido por sus talentos, tiene la ventaja de estar redactado bajo la inmediata influencia de los resultados que la práctica presenta.

291. Enteramente análogo es el método de fundir usado en Francia, y los ensayos hechos por Mr. Dussaussoy de moldear en arena los cañones de bronce para obtener las ventajas de economía y facilidad que tal método presentaría, han dado tan malos resultados como los hechos en Rusia, empleando moldes de hierro. En uno y otro caso, el metal ha resultado esponjoso y lleno de vientos, como es muy natural que suceda; pues los moldes de arena vitrificándose en su superficie interior por el contacto del metal fundido, impiden, como los de hierro, que salgan los gases que se producen y que en los moldes de tierra escapan en gran parte al través de sus moléculas.

292. Con el objeto de que pueda hacerse la debida comparacion entre algunos procedimientos de nuestra fundicion y los correspondientes de las francesas de Tolosa, Strasburgo y Douay copiamos á continuacion los siguientes interesantes datos.

1.º La esperiencia ha demostrado en dichas fundiciones, que de cada 30000 kilog. de bronce que se funden, solo se obtienen en piezas concluidas 13500 kilog; es decir, que cada 100 partes de bronce se distribuyen en la forma siguiente.

En piezas concluidas. . . . .	45
Bronce que pasa á las escorias. . . . .	6
Idem en mazarotas, recortes, virutas sacadas por las barrenas, canales, bebederos y demas desperdicios de fábrica. . . . .	49
Total. . . . .	<u>100</u>

2.º En cada fundicion debe entrar siempre un décimo, al menos, de su peso, de cobre nuevo.

3.º El estaño nuevo que se ponga en cada fundicion, debe ser  $\frac{15}{100}$  del peso del cobre nuevo que se haya empleado en la misma, tanto para reparar la pérdida de estaño que siempre se origina en la fundicion, cuanto para reemplazar el que falta al bronce viejo que se refunde; pues la práctica mas comun es emplear:

Para 1000 kilóg. de piezas de artillería concluidas.

222 de cobre nuevo.

33 de estaño nuevo.

804 de piezas antiguas.

1163 de desperdicios de fábrica.

2222 bronce total, que entra en fusion.

4.º La tabla siguiente suministra gran porcion de detalles relativos á las prácticas en uso en la fundicion de Tolosa.

CALIBRES.	SITIO.		PLAZA.		BATALLA.		OBUSES.		MORTEROS.	
	24	16	12	8	12	8	24	6	10	8
	<i>Kilóg.</i>	<i>Kilóg.</i>	<i>Kilóg.</i>	<i>Kilóg.</i>	<i>Kilóg.</i>	<i>Kilóg.</i>	<i>Kilóg.</i>	<i>Kilóg.</i>	<i>Kilóg.</i>	<i>Kilóg.</i>
Carga del horno. . . . .	6114	4450	3580	2420	2500	1700	1820	2320	2325	1074
Pieza en bruto. . . . .	3760	2640	2020	1430	1233	854	1582	2237	2320	834
Mazarota. . . . .	1600	1230	1070	615	1070	615	»	»	»	»
Canales y bederos. . . . .	150	145	140	135	140	135	155	140	140	140
Pérdida probable. . . . .	604	435	350	240	147	96	103	143	65	60
Pérdida probable p. 100. . . . .	9,8	9,79	9,79	9,9	5,6	5,6	5,6	5,6	2,6	5,7

5.º Se procura con esmero que, tanto el cobre, como el estaño que se emplean, estén en el mas alto grado de pureza: y á este fin hay en las fundiciones hornos de afino: generalmente se



dá la preferencia á los cobres afinados de Inglaterra y al estaño de Banca y de Cornouailles. En el estaño suelen tolerarse algunas centésimas de cobre y aun de hierro, pero de ningun modo arsénico ni plomo.

6.º Cuando por circunstancias particulares hay que echar mano de la aligacion llamada soldadura de plomeros, ó la que se emplea para el estañado de las vasijas de cobre, ú otra cualquiera que, como estas, contenga mucho plomo; se emplea para separarlo un procedimiento, fundado en la diferente fusibilidad del estaño y de la liga de este metal con el plomo, en ciertas proporciones. A este fin se calienta lentamente el metal en hornos de reverbero, y muy pronto empieza á licuarse el plomo aligado á una corta dosis de estaño, quedando el resto de este metal en forma esponjosa. Separado el producto de la licuacion se aumenta el fuego y se obtiene el estaño en moldes ó lingoteras, para sujetarlo á los procedimientos ordinarios del afino, pues en tal estado dista aun mucho del grado de pureza apetecible.

7.º Las dimensiones de los hornos franceses están arregladas, procsimamente, á las relaciones siguientes. La superficie de la parrilla suele ser 0,14 de la del baño, El espacio vacio que dejan los hierros de la parrilla, varía segun el combustible y la cantidad de aire que suministran las ventosas; pero comunmente es de 0,28 de la suma de los orificios de los respiraderos. La profundidad del baño es de 0,<sup>m</sup> 42 para los hornos de 30000 kilóg.; 0,<sup>m</sup> 36 para los de 15000; y 0,<sup>m</sup> 30 para los de 8000. La altura de la bóveda desde la superficie del baño es, en dichos hornos, de 1,04; 0,83 y 0,80. Estos datos y el volúmen del bronce que ha de fundirse, determinan en cada horno el radio de su caldera.

8.º En comprobacion de que respecto al peso, ó dimensiones de las mazarotas no están tampoco de acuerdo los fundidores franceses, insertamos la tabla siguiente que espresa las que en 1833 se usaban en las tres fundiciones de aquel pais.

DESIGNACION  
DE LAS PIEZAS.

DIMENSIONES DE LAS MAZAROTAS.

DESIGNACION DE LAS PIEZAS.	LONGITUDES EN			DIAMETROS EN		
	Donay.	Strasbourg- go.	Tolosa.	Donay.	Strasbourg- go.	Tolosa.
Cañones de..... <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 20px;"> <span>de sitio de</span> <span>24.....</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 20px;"> <span>de plaza de</span> <span>16.....</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 20px;"> <span>de batalla de</span> <span>12.....</span> </div>	m.	m.	m.	m.	m.	m.
	1,80	1,70	1,93	0,37	0,41	0,43
	1,70	1,70	1,91	0,34	0,37	0,37
	1,45	1,40	1,79	0,31	0,33	0,35
	1,22	1,30	1,32	0,27	0,30	0,32
	1,25	1,30	1,59	0,29	0,30	0,35
	1,35	1,30	1,49	0,26	0,28	0,31
	0,97	1,10	0,00	0,23	0,24	0,00
	0,92	1,00	0,00	0,20	0,21	0,00
	1,03	1,00	0,00	0,38	0,40	0,00
	1,05	1,00	0,00	0,32	0,33	0,00
	0,97	1,00	0,00	0,28	0,30	0,00
Obuses.....	6.....	1,40	1,79	0,38	0,40	0,00
	3 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> ..	1,40	1,79	0,35	0,36	0,37
	12.....	1,40	1,79	0,34	0,14	0,37
Morteros á la Gomer.....	10.....	1,20	0,81	0,22	0,22	0,00
	8.....	1,00	0,00	0,26	0,27	0,25
Probetas.....	0,80	0,93	0,61	0,26	0,25	
Pedretos.....	0,92	1,40	0,00	0,35	0,00	
	1,35		0,00			

::

9.º Finalmente: los siguientes resultados de escrupulosos análisis, demuestran la falta de homogenidad del bronce en las diferentes partes de las piezas francesas, y la relacion en que está este defecto con el volúmen de cada una.

CALIBRES.. . . . .	8	12	16	24	
Ley de la fundicion.....	11,734	10,950	10,920	11,730	
En la su- perficie... {	Brocal.....	10,730	11,885	11,307	11,290
	Asas.....	11,940	12,635	12,128	12,380
	Fondo del ánima.	12,931	12,671	12,412	12,340
En el eje. {	Brocal.....	10,894	11,152	11,000	10,987
	Asas.....	12,002	11,735	11,943	11,859
	Fondo del ánima.	13,624	12,140	15,540	12,820
Paredes del ánima. {	Brocal.....	10,540	11,011	10,938	11,116
	Asas.....	11,840	12,205	12,082	11,830
	Fondo del ánima.	13,324	12,826	12,291	12,287

293. Estando demostrado que la mayor fluidez de los broncees, interviene directamente en su mejor calidad depues de solidificados; y siendo esta fluidez aun mas necesaria cuando se trate de fundir en hueco, creémos que los hornos de fundicion son susceptibles de mejorar su figura, para obtener en el laboratorio un calor mucho mas intenso. Los hornos que se emplean para refundir el hierro y cuyo dibujo damos en la (lám. 14 figs. 10 y 11) poséen indudablemente mayor poder calorífico, y sustituirian con ventaja á los que actualmente se emplean para fundir el bronce; pues las esperiencias hechas con este objeto, han dcmostrado que en dichos hornos de hierro, el

bronce entra mas pronto en fusion, produce menos escorias y adquiere una temperatura muy superior. Asi es que en Rusia, en Augsbourgo, en Carlsruhe y en otros puntos, los hornos de fundir bronce se asemejan mucho á los de refundir el hierro y dan los mejores resultados. Las chimeneas de los hornos rusos, tienen hasta 40 pies de altura. La pérdida se calcula en ellos en 2 por 100 solamente; el coste de la fundicion es 3 francos 72 céntimos por cada 100 libras francesas y el consumo de combustible es de 0,6 pies cúbicos de carbon y 5,5 idem de leña. Antes de las dos horas de fuego empieza á entrar el metal en fusion.

Los ensayos hechos en Metz con estos hornos de reverbero y con el carbon de piedra, dieron mal resultado y Mr. Darstein les echó la culpa de que reventasen 18 morteros fundidos en ellos; pero si hemos de creer al General Ravichio de Peretsdorf, este accidente provino de la codicia del fundidor, que adulteraba los buenos bronce que recibia del Gobierno.

294. Sea como fuere, creémos que, pues en Trubia deben construirse hornos de reverbero para refundir el hierro, nada se perderia por ensayar en ellos la fundicion del bronce y examinar bien los resultados, para compararlos con los que se obtienen en Sevilla; á cuyo fin convendria obrar en ambos con bronce nuevos, con objeto de igualar en lo posible las circunstancias.

295. Segun Mr. Moritz Meyer, los caracteres que debe presentar un buen bronce son: un aspecto particular y característico, sin variacion alguna en el color de la masa; este color debe ser una tinta rojiza, homogénea, y tirando siempre al amarillo pálido.

Cuando aparecen puntos marcados de un amarillo brillante debe sospecharse la presencia del zinc.

Cuando estos puntos tienen un color de paja, el bronce contiene plomo, y si son de un color rojo subido denotan falta de estaño.

La fractura del bronce debe ser semejante á la de la madera hendida longitudinalmente con un hacha cortante, y á veces presenta cierta predisposicion á la forma octaédrica.

La superficie no debe ser muy unida.

Cuando la liga no es íntima se conoce á la simple vista, y apretando sobre ella la yema del dedo pulgar, se ven en la sombra pequeños puntos negros, que revelan una fundicion en la que el metal blanco está en desagregacion completa con el cobre: y es curioso ver como unos fundidores atribuyen el defecto á un enfriamiento repentino, y otros á una solidificacion demasiado lenta; demostrando de este modo lo mucho, y muy interesante, que sobre este particular se ignora.

296. Como todos estos recursos no pasan de ser medios prácticos, mas ó menos eficaces, para reconocer la calidad de un bronce; y como en otro lugar hemos indicado la necesidad y conveniencia de que ningun bronce viejo pase á refundirse, sin que preceda un escrupuloso análisis de su composicion química; creemos indispensable enunciar aqui, alguno, al menos, de los medios de que la ciencia dispone para este fin.

La cantidad de bronce que se quiere analizar, se reduce á limaduras ó granalla, y se pesa exactamente. En tal estado se vierte sobre ella ácido azóico, que precipita al estaño en forma de ácido stánnico, quedando disuelto el cobre, juntamente con el zinc y el plomo, que son los metales que mas generalmente acompañan al bronce. En seguida se filtra la disolucion, y secando bien lo que queda en el filtro, se pesa, y restando el peso del filtro, se tendrá el de el ácido stánnico obtenido; y como este contiene en cada 100 partes 78,62 de estaño y 21,38 de oxígeno, segun su fórmula  $SnO^2$ , es fácil deducir la cantidad de este metal que formaba parte de la liga. Sobre el líquido que ha pasado por el filtro se vierte ácido sulfúrico y se filtra nuevamente el producto obtenido, que es el sulfato de plomo insoluble; se seca y se pesa, y recordando que esta sal se compone en cada 100 partes, de 26,44 de ácido sulfúrico y 73,56



de protóxido de plomo, cuya base se forma de 7,17 de oxígeno y 92,83 del metal, se vendrá en conocimiento de la dosis de plomo sobre que se opera.

Réstanos hallar la parte de zinc que aun permanece con el cobre, disueltos ambos en el líquido resultante; y para esto haremos pasar por él una corriente de hidrógeno sulfurado, con lo que el cobre se precipita en estado de sulfuro: filtrando de nuevo la disolución, se la hierve para expeler el hidrógeno sulfurado sobrante y vertiendo en ella carbonato de sosa en exceso, se obtiene sobre otro filtro el zinc precipitado. Para apreciar la cantidad en que están estos dos últimos metales, basta saber que el carbonato de zinc obtenido de este modo es básico y se compone de 72,8 de óxido de zinc, 15,0 de ácido carbónico y 12,2 de agua; y que el óxido de zinc se forma de 80,1 del metal y 19,9 de oxígeno. En cuanto al sulfuro de cobre, basta restar de la cantidad de bronce sobre que se opera el peso del estaño, zinc y plomo obtenidos, para saber la dosis de cobre que nos queda; pero para mayor seguridad diremos, que el cuerpo insoluble que en este análisis hemos recogido en el filtro, es un bisulfuro de cobre; y su composición la de 20,27 de azufre y 79,73 del metal, en cada 100 partes.

Si se sospecha que en el bronce puede haber hierro, se observa el mismo método analítico; pero antes de precipitar el zinc por el carbonato de sosa, se echa en la disolución agua régia, con la que se consigue precipitar al hierro en estado de peróxido, cuya composición es de 30,66 de oxígeno y 69,34 de hierro. El análisis se concluye como antes, para obtener el zinc carbonatado.

Omitimos, en obsequio de la brevedad, la explicación de otros medios mas complicados de analizar el bronce, tanto porque los demas metales que puedan entrar en la liga, lo verifican siempre en cantidades diminutas, cuanto porque la explicación de un método de ensayo cuya escrupulosidad llegase á tal extremo, pertenece esclusivamente á las obras de química.

297. Concluamos de una vez nuestro trabajo, trazando una ligera reseña de las esperiencias hechas con objeto de mejorar el bronce de cañones, por medio de la adiccion de una corta cantidad de hierro.

Este procedimiento puede decirse que está en su infancia; y hombres de mucha importancia en la ciencia, como por ejemplo Thenard, créen que acaso no está distante el momento en que tales ensayos obtengan los mas ventajosos resultados y saquen á la fabricacion de artillería de bronce del estado de parálisis en que se halla.

Sin embargo esta liga ternaria, objeto de tantas investigaciones hace 26 ó 30 años, ha sido enteramente abandonada luego, á pesar del buen resultado obtenido en Prusia con algunos cañones fundidos de ella. La gran temperatura que el hierro exige para fundirse, es un grave inconveniente en la manipulacion de la liga ternaria, aunque algunos afirman que la operacion se facilita mucho con la adiccion de un poco de arsénico, ó empleando en vez de hierro oja de lata en trozos que por su poco espesor se funden antes; sirviéndoles como de fundente, el estaño que recubre la oja de hierro.

298. Mr. Dussaussoy ha observado que los cañones de la liga ternaria presentan una superficie considerablemente dura, cuya ventaja seria muy atendible en las piezas que se fundiesen en hueco. La liga ternaria sometida á la refundicion abandona al hierro, que quedando libre, se oxida prontamente. Esta propiedad es un inconveniente, pero no insuperable, pues es bien factible añadir de nuevo al bronce que resulta, la misma cantidad de hierro que haya abandonado.

299. Segun Mr. Moritz Meyer, en Francia se hicieron ensayos de liga ternaria de cobre, estaño y hierro por los años de 1780.

Siete años despues se intentó con buen écsito en Sajonia una liga de cobre, hierro y antimonio ó zinc.

Los esperimentos de Achard, en Berlin, probaron que la

operacion de aligar el cobre con el hierro se facilita por medio del antimonio, y mejor aun por el arsénico.

Del ecsámen comparativo de diferentes ligas de esta especie, resulta que la de mayor cohesion es la de 7 de cobre, 8,8 de hierro y 3,2 de arsénico; y la mas tenaz la de 95,2 de cobre, 24 de hierro y 24 de antimonio; ó bien 83,5 de cobre, 66 de hierro, 83 de estaño, y 1,8 de arsénico.

En 1819 el general Godél ensayó varias ligas compuestas de cobre, zinc y hierro. En concepto de este General la liga mas tenaz seria la de 100 de cobre, 10 de estaño y 10 de hierro.

En 1807 Mr. Bourgeois intentó otra liga de cobre, estaño y otro componente de que hizo misterio.

En 1823 se fundieron tres cañones de á 12, formados de 100 partes de cobre, 19 de estaño y 12 de hierro; y aunque la fundicion no resultó muy buena, los cañones sufrieron pruebas extraordinarias, aun despues de disminuido su espesor de metales en una cuarta parte. El General Godél dice que una de estas piezas resistió hasta 20000 disparos. Se cree generalmente que le sobra algun cero á este guarismo.

En 1827 se probó un cañon de á 12 prusiano, cuya liga se cree formada de 100 partes de cobre, 11 de estaño, y 25,7 de hierro colado. La fundicion se habia hecho en horno de reverbero; duró 14 horas en vez de las 8 que generalmente dura; el hierro se introdujo cuando el cobre estaba en plena fusion; el estaño al tiempo acostumbrado, y el molde fué de arena. El cañon fué torneado, hasta disminuir su espesor de metales  $\frac{1}{4}$  del ordinario y se hicieron con él:

300 disparos en 2 horas y 30 minutos.	
350.....3.....	13
350.....3.....	10

En seguida se torneó de nuevo la pieza hasta dejarla con

la mitad del espesor de metales correspondiente á su calibre, y se hicieron:

300 disparos en 2 horas y 40 minutos á 5. <sup>o</sup> Reaumur.		
350.....2.....35.....7		
120.....».....42.....5		
320.....2.....30.....7		

Escaminada la pieza, se habia dilatado horizontalmente  $\frac{1}{2}$  línea, y verticalmente 1 línea.

En vista de estos resultados el gobierno francés, en 1825, nombró una comision de oficiales generales de artilleria, que auxiliados de los célebres químicos Gay-Lussac y D' Arcet, hicieron en Douay los ensayos convenientes acerca de esta liga ternaria. El écsito sin embargo, no correspondió á las esperanzas concebidas, y la liga fué abandonada, no solo en Francia, sino tambien en Rusia.

Si la prueba que citamos, y otras que refiere Mr. Moritz Meyer son verídicas y bien ejecutadas, no debe desmayarse seguramente en el estudio de una aligacion que ofrece unos resultados verdaderamente asombrosos.

300. Mr. Dumas, que atribuye á la casualidad el descubrimiento de las propiedades de la liga de bronce y hierro, crée que el mejor medio de fabricarla es el de usar la oja de lata, no debiendo pasar la cantidad de hierro de una á dos partes, á lo sumo, para cada ciento de bronce ordinario. Reconoce la mayor dureza y tenacidad que el bronce adquiere por la adición de  $\frac{1}{100}$  de hierro, pero dice que estas ventajas, reales y efectivas cuando se funden objetos de pequeñas dimensiones, desaparecen cuando se trata de fundir cuerpos de considerable volúmen, y concluye aconsejando que solo se añada el hierro cuando se trate de mejorar bronce viejos de mala calidad, ó cuando hayan de fundirse objetos pequeños; conceptuando además que la adición de  $\frac{3}{100}$  de zinc comunica al bronce ordinario propiedades análogas á las del hierro.

### *Bronce de campanas, y su aplicacion á la artillería.*

301. El metal de campanas, compuesto generalmente de 80 partes de cobre y 20 de estaño, mas ó menos puros ambos componentes, segun su procedencia, puede ser aplicado para la fabricacion de piezas de artillería, mediante la substraccion conveniente del metal superabundante. Como no es nuevo el espectáculo de ver transformadas las campanas, de instrumentos religiosos en máquinas de guerra, espondremos aqui el método que para hacer útil en las fundiciones de artillería un bronce tan impuro y tan cargado de estaño, usaron en Francia; cuando en su sangrienta revolucion necesitaron artillería para combatir contra todos los ejércitos de Europa. El proceder que vamos á explicar fue debido en su origen á Mr. Fourcroy, pero la experiencia despues, introdujo en la práctica interesantes mejoras, viniendo á quedar reducido á las siguientes manipulaciones.

1.<sup>a</sup> Se toma una cierta cantidad de metal de campanas, y se la calcina en un horno de reverbero; los óxidos formados se recogen, se pulverizan, y mezclándolos con doble de su peso del mismo metal, se los funde en un horno semejante al usado para la calcinacion. Revuelta perfectamente la mezcla se aumenta el fuego, y al cabo de algunas horas queda el cobre líquido ocupando el fondo del crisol ó caldera del horno, y sobre él una gran cantidad de escorias formadas de los óxidos de cobre y estaño, unidos á las tierras procedentes del horno. Limpio el baño se procede á la colada, y se obtienen lingotes de cobre que contiene aun una centésima de estaño, lo cual se ha de tener presente al formar la nueva liga para fundir artillería. Las escorias procedentes de esta operacion, despues de pulverizadas y lavadas para quitarlas las partículas de cobre que contenian, sirvieron para componer los caminos



públicos al principio de la revolución, pues Fourcroy solo trató de obtener el cobre desde luego; pero MM. Anfrye y Lecour, reconociendo la necesidad y economía de utilizar el cobre y estaño que contenian tales escorias, estudiaron el modo de beneficiarlas, y completaron este interesante procedimiento metalúrgico.

2.<sup>a</sup> Las escorias obtenidas se calientan fuertemente en un horno de reverbero con un octavo de su peso de carbon, el cual, reduciendo los óxidos de cobre y estaño, produce un bronce cuya composicion es de 60 partes del 1.<sup>o</sup> para 40 del 2.<sup>o</sup> procsimamente; y además unas nuevas escorias, mucho mas ricas de estaño que las anteriores, y que tratadas á su vez con carbon en hornos de manga, vienen á producir otra liga compuesta de 28 partes de cobre y 72 de estaño.

3.<sup>a</sup> La primera de estas dos ligas obtenidas de el beneficio de las escorias, se calcina en un horno de reverbero sin remover la masa metálica, con lo que se consigue que el baño se cubra de una capa de óxido de 5 á 6 milímetros de espesor. Mientras esta capa de óxidos es blanca, contiene solo estaño: cuando empieza á tomar el color gris indica que el oxígeno empieza á interesarse con el cobre, y cuando el color llega á ser moreno negruzco se limpia el baño y se verifica la colada. El bronce obtenido por este medio, presenta la misma ley de composicion que el metal de campanas, y por consiguiente se le sujeta, como á él, á los procedimientos esplicados.

4.<sup>a</sup> De igual modo que á la anterior se trata á la segunda liga, procedente del beneficio de las escorias ricas, y obtenida en los hornos de manga; con lo que se consigue una nueva cantidad de metal de campanas, y unas segundas escorias muy ricas en estaño, en razon á la composicion de la liga beneficiada.

5.<sup>a</sup> Las escorias procedentes de las operaciones 3.<sup>a</sup> y 4.<sup>a</sup> se reducen á polvo, y mezclándolas con un décimo de su peso

de carbon, se humedecen y se amasan formando una pasta. En tal estado se las funde en un horno de manga, y operándose la reduccion consiguiente se obtiene una cantidad considerable de estaño cuasi puro. Puede suceder sin embargo, que este estaño contenga demasiado cobre, en cuyo caso se le funde en una caldera de hierro colado, y se le deja enfriar hasta tanto que el metal, aunque líquido, no carbonice el papel. El cobre, aligado á una cierta cantidad de estaño, habrá ganado el fondo de la caldera en forma de una masa pastosa; y el estaño puro, que ocupará la parte superior, se separa por capas sucesivas, y se moldea para destinarlo á sus usos comunes.

Hemos visto como por esta serie de operaciones sucesivas, hemos venido, no solo á utilizar todo el bronce de cañones que el metal de campanas contenia, sino que además hemos obtenido por separado el estaño superabundante que entraba en su composicion; mas como el tratamiento de las escorias sea un tanto largo y dispendioso, Mr. Bréant adoptó posteriormente otro mas corto, racional y económico.

Mezcló las escorias con mayor cantidad de carbon, á fin de conseguir la completa reduccion de todos los óxidos metálicos, auxiliando esta operacion por la adiccion de ciertas bases propias para poner á los óxidos en libertad; tales como el vidrio de botellas, el carbonato de cal, y las últimas escorias procedentes de operaciones anteriores.

Obtenida la masa metálica la sometió á una licuacion lenta y bien entendida, colocando los lingotes ó salmones sobre la solera inclinada de un horno de reverbero. La primera porcion del metal licuado consistia en una aligacion de plomo y estaño; la segunda era de estaño cuasi puro, y la tercera de estaño aligado á cierta cantidad de cobre; quedando la masa metálica reducida á un cuerpo esponjoso y cristalino, compuesto en su mayor parte de cobre, con muy poco estaño y con todas las impurezas que las escorias contenian. Este residuo era considerado como *cobre negro*, y como tal destinado á sufrir las ope-

raciones del afino para obtener el cobre puro: el estaño plomizo se espandia en el comercio como aplicable á diferentes usos, y el estaño puro, juntamente con el que contenia algo de cobre, eran destinados á las fundiciones de artillería; donde, despues de analizado el segundo, podian emplearse para la fabricacion de los broncees.

El método de Fourcroy para tratar primeramente el metal de campanas, y el de Bréant para beneficiar las escorias, darian, combinados, los mejores resultados siempre que fuese necesario echar mano de este bronce, ú otro semejante, para fabricar artillería (a).

302. Hemos terminado el fin que nos propusimos, de extractar en esta memoria cuanto de notable y útil hemos hallado respecto á la pólvora en general y á las piezas de artillería; y estando muy distantes de lisongearnos del acierto en nuestra eleccion, nos consideraremos suficientemente recompensados si este modesto trabajo sirve á lo menos de estímulo, para que otras mejor cortadas plumas tracen en mayor escala bosquejos de superior importancia y utilidad.

---

(a) La mucha estension y acierto con que en el título 3.º hemos hallado tratado, no solo todo lo concerniente á la parte manufacturera de la fabricacion de la artillería de bronce, sino tambien los pormenores relativos al beneficio de los metales de la liga, naturaleza de sus minas etc. como asi mismo las teorías generales de la aligacion, fábrica y propiedades de estos productos, nos induce á retirar gran parte de los materiales que habíamos acopiado para esta memoria; y si aun hemos tratado en ella de algunas materias que aparecerán duplicadas, ha sido porque, difriendo en algunas circunstancias de mas ó menos interés, hemos querido evitar la intercalacion en el testo de las notas que hubieran sido necesarias.

---

# APÉNDICE

*sobre la fabricacion de los proyectiles de hierro fundido y forjado, sólidos y huecos.*





### *Fabricacion de las municiones de hierro colado.*



1. **L**a perfeccion progresiva que ha adquirido el material de la artillería, y la exactitud que en la actualidad se exige en las dimensiones de las municiones, han dado grande importancia á la fabricacion de los proyectiles; como que de ellos depende, no solo el que se aproveche toda la fuerza impulsiva de la pólvora, sino tambien la vida y conservacion de los cañones, la exactitud de los tiros, y la amplitud de los alcances.

Desde los proyectiles de piedra, que los antiguos arrojaron con sus enormes bombardas, hasta nuestras actuales municiones de hierro, sólidas y huecas, se han empleado diferentes materias para construirlas, variando al mismo tiempo sus dimensiones y figuras. La piedra, el hierro batido, el plomo, el bronce y el hierro colado han servido á veces para este fin, siendo el

último metal el que en la actualidad se emplea esclusivamente para las municiones gruesas de artillería, y el hierro forjado el que le reemplaza á veces en la metralla para los trenes de campaña, segun se verá despues. La forma de los proyectiles ha sido por lo comun la de una esfera mas ó menos perfecta; tambien se han usado cilíndricos, y acaso cilindrocónicos; cuya última forma, habiendo resultado ventajosa en las balas de plomo de las carabinas rayadas, tal vez pueda ser adoptada igualmente para las balas de cañon y aun para las granadas y Sharapnells (a).

2. Los primeros proyectiles de hierro que se usaron, no solo tenian mucho viento, sino que no siendo completamente esféricos, solian atorarse dentro del ánima de la pieza y hacerla reventar; y esta es una de las causas con que, en 1590, Don Diego de Alava y Viamont esplicaba en su libro, titulado *El perfecto capitán*, la esplosion de algunas piezas de artillería de bronce de aquella época.

3. Las razones que han hecho preferir la arena á las arcillas para moldear la artillería de hierro son comunes á la fabricacion de las municiones, las cuales se construyen del modo siguiente.

---

(a) El nombre de estos proyectiles, que es el de su inventor, lo hemos visto escrito de diferentes modos. El que le damos nosotros está conforme con el que usa Mr. Thiery en su tratado sobre la aplicacion del hierro á la artillería.

### *Moldeo de los proyectiles sólidos.*

4. Los modelos que se emplean para moldear las balas de cañon, son generalmente de laton, cobre, bronce ó hierro colado de fundicion gris; perfectamente torneada y tersa su superficie, y esactamente arregladas sus dimensiones á los modelos que deben existir en las fundiciones, aprobados por el gobierno, y sin otro uso que el de servir de tipo para confrontar los destinados al servicio.

5. Cada modelo es una esfera hueca que se divide en dos mitades que se unen perfectamente, para lo cual tienen sus espigas ó encaje correspondiente (lam. 15 fig. 1.<sup>a</sup>). Cada semiesfera tiene interiormente una barreta atravesada ó muletilla puesta á rosca para poder sacar el modelo, una vez moldeado.

En esta semiesfera inferior es donde están las espigas ó relieve del encaje, que debe quedar bien terso y arreglado para que se separen sin dificultad las dos partes del modelo.

6. Para que los proyectiles resulten bien esféricos, es menester que el modelo no lo sea, sino que el diámetro del círculo mácsimo que determina la separacion de los dos semimodelos, sea un poquito mayor que el perpendicular al plano de dicho círculo mácsimo; y en cuanto á que resulten las balas justas al calibre, es necesario observar la contraccion de la clase de hierro que se emplea, y la naturaleza de la arena de los moldes, para con estos datos, determinar las dimensiones del modelo.

7. Las cajas para moldear pueden ser de hierro ó de madera; estas últimas deben desterrarse de todo taller bien dirigido, pues estan sujetas á reparaciones continuas, se aflojan, se ajustan mal entre sí y se quemán, al menor descuido que haya.

8. Cada caja de hierro se divide en dos piezas, macho y

hembra, de figura piramidal truncada, rectangular ó cuadrada tales como las que representan las (figs. 2, 3, 4, 5 y 6 de la lámina 13) que se unen por sus bases mayores por medio de topes ó espigas que tienen en los ángulos, sujetándose despues una á otra con aldabillas de hierro ú otro mecanismo equivalente.

9. Las dimensiones de las cajas dependen del número de balas, que se hayan de moldear en cada una y del tamaño ó calibres de que hayan de ser, y la esperiencia ha demostrado; 1.º Que solo deben moldearse en cada caja dos balas, si son de á 24 ó 16, y 4 si son de á 12 ó de á 8. 2.º Que entre el modelo y las paredes de la caja debe haber una capa de arena, que tenga por lo menos 0<sup>m</sup>, 030 de espesor, debiendo ser doble el espacio, que separe cada dos modelos entre sí. 3.º Que la altura de las pirámides que forman las medias cajas debe ser 0<sup>m</sup>, 135 para las balas de 16 ó 24 y 0<sup>m</sup>, 117 para las de 8 y 12; y 4.º Que la inclinacion de las caras de estas pirámides sea  $\frac{1}{12}$  de su altura, y el espesor de sus paredes de 0<sup>m</sup>, 009.

10. Para moldear el bebedero se usan dos modelos, que pueden ser de madera, de los cuales, el uno se arma vertical sobre el otro en la disposicion que denotan las figuras (2, 3, 4 y 6). En la primera y última de dichas figuras puede verse que la pieza, que se coloca horizontal para formar la canal por donde ha de ir el metal á los moldes, es mas delgada por las estremidades en que se aprocsima á los modelos, y el objeto no es otro que el de que se pueda cortar luego bien la rebaba que forma, con cuyo fin en las ferrerías de las Árdenas se dá á dicha pieza una figura tal que sus extremos sean triangulares (fig. 10).

11. Para la operacion del moldeo, el operario coloca sobre un banco á propósito una plancha de fundicion, sobre la cual asienta por su base mayor la media caja hembra (figs 2, 3, 4, 5, y 6). Dentro de ella coloca, á la distancia conveniente de sus paredes, las semiesferas de los modelos, y entre ellas la pieza *a b* de las canales, todo ligeramente caliente para que la arena no

se adhiera, á cuyo fin se polvorean de carbon, no solo los modelos, sino tambien la plancha de fundicion sobre que descansan.

12. Hecho esto se empiezan á cubrir los modelos con una capa de arena fina que no haya servido, apretándola con las manos hasta llenar la mitad de la caja, que entonces ya se hace con una especie de atacador prismático ó pala gruesa y estrecha (fig. 15), añadiendo nuevas capas de arena hasta llenar la caja, en cuyo caso se la comprime con otro atacador ó baqueta representado en la (figura 16) golpeando con su parte cilíndrica; en seguida se iguala con una regla la superficie superior; se introduce repetidas veces una aguja delgada en direccion de los modelos, para dar salida á los gases que luego se producen, y cubriendo la base menor de la caja con otra plancha de fundicion, se la dá la vuelta, se quita la que cerraba la base mayor, y queda descubierta la concavidad de los modelos.

13. Si la superficie que se descubre en la arena, no quedase tersa, se usa para suavizarla y unir la una paleta de hierro, (fig. 17).

14. En esta disposicion se colocan los otros semimodelos, ajustándolos en su encaje; se coloca asi mismo la otra media caja sujetándola con sus aldabillas ó pernos con chavetas &c; se pone el molde del bebedero en su lugar, y polvoreándolo todo con carbon bien tamizado, se vuelven á echar y comprimir las capas de arena del mismo modo que se hizo para la primera media caja, y queda concluido el molde.

15. Para sacar los modelos se separan las dos medias cajas poniéndolas una junto á otra, sentadas por su base menor, y se procede con sumo cuidado para no desbaratar los bordes de la concavidad que deja cada semimodelo, pues á esta operacion, siendo mal hecha, se deben luego las rebabas y defectos que presentan las municiones.

16. En la actualidad se ejecuta este trabajo con grande facilidad y perfeccion del modo siguiente. Se empieza humede-



ciendo con un pincel la arena del molde por junto á las aristas del modelo; se conmueve este ligeramente dando dos ó tres pequeños golpes contra sus paredes con el mango de un martillo. Se coloca sobre cada semiesfera un cilindro hueco de igual diámetro (fig. 20.), que se ajusta á ella por medio de un encastre ó encaje. En seguida se coloca una bolandera ó redondela con su asa de hierro, cuyo diámetro interior es el suficiente para que permita solo la libre entrada del cilindro, y así se hace que baje resbalando por la superficie de este hasta descansar sobre la arena (fig. 21). En tal disposición se sujeta con una mano la bolandera y con la otra se levanta el modelo con el cilindro que le acompaña, y que encuentra trazado un camino invariable por la abertura de aquella. Luego que ya el modelo se ha desprendido de la arena se levanta todo con cuidado, consiguiendo por este medio tan sencillo que no sufran nada las aristas del molde.

17. Quitadas las semiesferas se sacan también los modelos del bebedero y la canal, y si hubiese algún deterioro se remedia por medio de las herramientas representadas en las figuras (18 y 19) de las que la primera es una especie de hongo de hierro con su mango, y la segunda una cuchara ó paleta convexa del mismo metal, ó bien sea de latón ó bronce, concluyendo por soplar el molde con un fuelle de mano para hacer salir los granos sueltos de arena.

18. Hecha esta operación se vuelve la media caja superior, se asienta con cuidado sobre la otra, se echan las aldabillas ó chavetas y se conduce al sitio donde se haya de hacer la colada; usando la precaución de tapar el orificio del bebedero con una planchuela, teniéndolo en esta disposición hasta el momento de la fundición, para que no pueda caer dentro del molde arena, ni ningún otro cuerpo extraño.

### *Moldeo de los proyectiles huecos.*

19. Los proyectiles huecos se moldearon primero en dos medias cajas como los sólidos; despues se usaron cajas divididas en tres trozos, y últimamente se han adoptado de nuevo en Francia las divididas en dos piezas, como mas sencillas y fáciles de manejar.

20. Los modelos son, como los de las balas, dos semiesferas huecas de bronce ó de fundicion que se unen por medio de un encaje (lám. 15. fig. 1.<sup>a</sup>). El semimodelo que tiene la ranura interior se llama la hembra, y el otro el macho. Ambos tienen en el polo un agujero para recibir, el primero un árbol ó tarugo, cuyo hueco en el molde ha de servir despues para recibir el mango del ochete; y el segundo otro tarugo pequeño que sirve para sujetarlo á la arena, á fin de que no se caiga al separar las medias cajas despues de moldeado, y servía antiguamente para el respiradero. Además la hembra, en los modelos de bombas, tiene los encajes y mortajas correspondientes para recibir los modelos de la boquilla ó collarín; ó bien sean de las asas que ponen á sus bombas los ingleses y franceses y que reemplazan con ventaja á nuestras boquillas, que suelen ser causa de mas de un accidente desgraciado.

21. El taruguillo ó espiga que se pone para sujetar el semimodelo macho, tiene la contra de que, como penetra en la arena del molde, hace en ella un agujero que es necesario tapar despues, y este inconveniente se ha remediado en las forjas del Mosella, sujetando el semimodelo hembra por medio del modelo del árbol del ochete, que se construye algo mas largo, y se le hace una mortaja, para fijarle con una chaveta al atravesano que tiene la caja correspondiente (fig. 8), y del cual se hablará despues.

Es verdad que de este modo el operario, para separar las

medias cajas, tiene que dar antes la vuelta y colocar arriba la que estaba debajo; pero en cambio ofrece la ventaja de que para moldear tiene que unir perfectamente los dos semimodelos, mientras que estando el macho suspendido solian quedar frecuentemente mal unidas las dos bases.

La plancha de palastro que cubre la caja, tiene tambien su agujero para dar paso al árbol.

22. Si las bombas han de tener asas, como en la actualidad se practica en el extranjero, constan estas de dos partes, á saber; un resalto ú oreja, hecha en la misma bomba atravesada de un agujero, y de una anilla de hierro forjado, que pasando por él tiene libre movimiento giratorio. La construccion de estas asas complica ciertamente el moldeo de las bombas; pero se ha simplificado yá de tal modo el medio de colocarlas y moldearlas, que no debe, en nuestro concepto, vacilarse en sustituirlas á las boquillas que con tanta frecuencia se rompen en nuestras bombas, y que escapándose de las mordazas pueden originar una desgracia, si este accidente tiene lugar al introducir la bomba en el mortero.

23. Los modelos del resalto ó asa de la bomba, son de cobre, y constan de tres ó mas piezas á fin de poder estraerlos del molde, dejando embutido en él el anillo de hierro forjado. Dichos modelos entran encastrados en la semiesfera correspondiente y no sobrepuestos, á fin de evitar que haya rebabas (fig. 22). De las tres piezas de que constan, la una, en la cual está abierta la mitad del agujero por donde ha de pasar la anilla, se sujeta á la semiesfera por medio de dos tornillos. Las otras dos se unen en un plano que pasa por el eje de dicho agujero y las espigas que sirven para sujetarlas por medio de clavijas tienen todas, sus caras paralelas al eje del semimodelo.

Los anillos de hierro forjado son circulares, excepto la parte que atraviesa la oreja ó asa de la bomba, que es rectilínea (fig. 23); y está cubierta con una capa de tierra arcillosa, porque de lo contrario se adheriria al hierro fundido y vendria á

quedar en una posición fija y sin el libre juego que debe tener.

El espesor de esta capa de tierra ha de ser el suficiente para llenar exactamente el agujero de la oreja de la bomba, á fin de que resulte luego el espacio necesario para el libre movimiento del anillo.

24. Las cajas para moldear las bombas y granadas pueden ser como las de las balas, y aunque generalmente no se moldea mas que un proyectil en cada caja, no hay inconveniente, cuando son granadas, en moldear en cada una dos ó mas, según sus tamaños.

25. Entre las cajas de diversas figuras que han sido empleadas para moldear las bombas y granadas de grueso calibre, han obtenido la preferencia por su menor volumen y mas fácil ensamble, las eptagonales representadas en las (figs. 7, 8, y 9).

26. Todas las cajas de moldear proyectiles huecos tienen sus mangos ó agarraderos para facilitar su manejo, y las medias cajas se unen entre sí por medio de bridas con sus tornillos de presión.

La media caja hembra está atravesada en su base menor por una barreta de hierro dulce que sirve para asegurar el ochete, á cuyo fin tiene la escopleadura ó mortaja correspondiente. La construcción y colocación de esta pieza es de mucho interés porque depende de ella la buena fabricación del proyectil. Su posición se asegura por medio de unos pernos, entrando sus extremos entre unas patillas que al efecto tiene la caja.

La superficie superior de la barreta debe quedar en el mismo plano en que está todo el borde de la base menor de la caja.

Las caras de la parte de la barreta donde debe apoyarse la chaveta del eje del ochete, deben estar pulimentadas y tersas, y el orificio por donde debe entrar este debe ser cónico y estar bien torneado; en una palabra, como que el eje ó mango del ochete ha de asegurarse precisamente en la barreta, no debe perdonarse medio para que al fijar su posición quede perfectamente centrado.

27. Llamamos ochete al modelo ó cuerpo sólido, que colocado dentro del molde de la bomba, ha de producir el vacío interior en que se pone la carga del proyectil. Para construirlo es necesario primero un eje ó árbol de hierro de figura troncocónica, formado de una plancha de palastro arrollada sobre un mandril. El extremo mayor está oradado con varios agujeros pequeños, que sirven para dar salida á los vapores que el calor origina en el interior del ochete, y su diámetro es necesariamente algo menor que el de la boca ú ojo del proyectil. El extremo mas delgado que ha de apoyarse en la barreta de la caja está torneado, tiene su abertura para la chaveta y concluye en un cuadrado para recibir la manivela cuando se tornea el ochete (fig. 11).

La parte del árbol que corresponde á la boca del proyectil está cubierta de arcilla y el espesor de esta capa arreglada al diámetro que aquella debe tener.

28. Antiguamente se moldeaban los ochetes con barros, pero en la actualidad se hace con mayor facilidad y exactitud con arena, sirviéndose de cajas á propósito, de cobre ó de fundicion, que tienen interiormente la forma que se quiere dar al ochete (fig. 13). Estas cajas se dividen en dos, dando una seccion por su círculo mácsimo horizontal y tienen su encaje correspondiente. Durante el moldeo se unen las medias cajas entre sí por medio de chavetas en forma de herradura que engrapan en unas orejas que tienen exteriormente. La media caja inferior tiene una base que se asegura con tornillos á una pieza de madera, que descansa en un soporte de la misma materia, y que tienen ambas, asi como la caja, el agujero necesario para dar paso al árbol del ochete.

La colocacion de este árbol debe ser tal, que su eje se confunda con el de la caja, y á este fin el agujero del soporte de madera tiene una virola de hierro, que viene justa al diámetro del árbol, y asegura su posicion.

29. Para los ochetes de las granadas se emplean última-



mente unas cajas mas sencillas y que son aplicables á las de las bombas. La figura (14) representa una de ellas, en la que se vé desde luego, que las dos medias cajas se unen sujetando sus orejas salientes, por medio de estribos y tornillos de presión. Bajo la base de la caja inferior, se ajusta una pieza cónica, que descansa en un agujero de la misma figura practicado en el soporte de madera. Entre dicha base, ó solera de la caja, y la pieza cónica indicada, hay unas virolas de hierro que sirven para centrar bien el eje del ochete.

Una vez moldeado este, se levanta la media caja superior, y volviendo la inferior con la mano derecha, se le recibe en la izquierda si es de pequeño calibre; y si es grande se la coloca sobre dos caballetes, y dejándola girar sobre sus orejas, que hacen el oficio de muñones, se recibe el ochete con ambas manos.

30. Desde luego se vé en las figuras, que á la media caja superior le falta un segmento esférico, que es el que corresponde al culote con que actualmente se funden las bombas, habiéndose desterrado absolutamente el uso de las escéntricas, que teniendo diferentes espesores, solian reventar por la parte mas débil; mas como la ventaja de los culotes no está demostrada en absoluto, suelen fundirse bombas sin ellos, en cuyo caso la media caja superior está tambien abierta por arriba, para que pueda trabajar la baqueta ó pison del moldeador, y se cierra luego con un casquete esférico llamado *sombbrero*, que acaba de comprimir la arena, y completa la figura esférica del ochete.

Este no se hace solo de arena porque seria frágil, difícil de secar, y se desprenderia del árbol, por lo tanto se empieza por colocar á este en un torno para formar sobre él la muñeca; á cuyo fin, en un agujero que tiene en medio, se pone una estaquilla de madera, á la cual se sujeta el extremo de una soga de heno ó de esparto de 18 á 20 milímetros de espesor; se dan vueltas al eje y se la vá arrollando alrededor de él en espiral,

y unas vueltas sobre otras, apretándola todo lo posible hasta formar una bola, cuyo diámetro varía desde 40 á 135 milímetros, según los calibres. Hecho esto se reviste la soga con una capa de arcilla, arreglándola á las dimensiones debidas con una terraja de madera; en seguida se hacen en esta muñeca cuatro, seis ó mas agujeros con un punzon, ó con el dedo, para dar salida á los gases, y se lleva á secar á una estufa, ó se coloca sobre la plancha del horno de fundicion, dándole vueltas de cuando en cuando, para que se seque por igual.

31. La tierra que se emplea para estos modelos, es la arcilla llamada comunmente *tierra de alfareros*, que despues de molida y tamizada, se mezcla con  $\frac{1}{3}$  de estiércol de caballo, y se amasa con agua hasta darla una consistencia pastosa.

Esta misma tierra puede servir para cubrir el eje del ochete en la parte que corresponde á la boquilla, pero se la ha de pasar por tamiz de seda, disminuir hasta  $\frac{1}{5}$  el estiércol de caballo, y añadir un poco de arena muy fina.

32. Una vez seco el barro del ochete, vuelve este al torno para arreglar en su árbol á las justas dimensiones la parte que sirve de modelo para la boquilla ú ojo del proyectil, lo cual se consigue con el auxilio de un formon, y un calibrador, ó de un rascador circular (figs. 11 y 12).

Es necesario asegurarse de que la muñeca ha quedado adherida al árbol, pues de otro modo se subiria al hacer la colada, en razon á su menor peso, y resultaria escéntrico el proyectil; siendo ademas preciso observar si se han obstruido los agujeros que se hicieron para dar paso á los gases, en cuyo caso se renuevan con un punzon.

Visto que la muñeca está corriente, se toma la media caja inferior del molde del ochete (figs. 13 y 14), se la fija despues de caliente sobre su soporte de madera, y se coloca el árbol, asegurando su posicion por medio de su chaveta, y del anillo de hierro del soporte.

En tal disposicion se empieza á echar la arena, comprimién-

dola por capas sucesivas alrededor de la muñeca con una moleta ó batidera plana de madera. Cuando esté llena esta media caja, se coloca la otra, tambien caliente, apretándola en su encastre correspondiente, y asegurándola con los tornillos ó estribos de que hablamos al hacer su describeion; se sigue echando la arena por la abertura superior, ó mejor por el orificio de una redondela, que se pone sobre ella para evitar que padezcan sus aristas con el choque de una batidera pequeña de hierro con que se apisona la arena de esta media caja, y cuando está llena se quita la redondela, se enrasa perfectamente la superficie de arriba, si el proyectil ha de tener culote, y sino se echa mas arena para completar la esfera, que se arregla, poniendo el casquete esférico ó sombrero que cierra la caja en este caso.

33. Concluido de formar por tales medios el ochete, se desarma con cuidado la caja; se saca el modelo; se le quitan las rebabas que pueda haber sacado; se corrigen las pequeñas faltas que puede tener, y se ecsamina con los descantillones correspondientes si todas sus dimensiones son justas y arregladas á su calibre, como asi mismo si está bien tomada en el eje la distancia desde el cuerpo del ochete al modelo del agujero de la boquilla.

Igualmente se ecsamina la consistencia de la arena del modelo, que no debe estar demasiado comprimida, porque cerraría el paso á los gases, y se hendiria al secarlo.

34. Aprobado el ochete, recibe una mano de carbonilla ó betun negro, formado de carbon en polvo muy fino, estiércol de caballo y cola fuerte ó almidon, diluido en agua y á falta de estos se dá consistencia al betun con un poco de arcilla desleida. Esta especie de brasca, con la cual se reviste tambien el modelo del ojo ó boquilla del proyectil, tiene el doble objeto de impedir á un mismo tiempo que el hierro fundido se infiltre en la masa del ochete, y que la arena de este se vitrifique, y cueste luego trabajo limpiar la bomba interiormente. Con esta brasca quedan concluidos los ochetes, no faltando

para usarlos otra cosa sino que se sequen un poco en una estufa ú otro aparato equivalente.

35. Pasemos, pues, á moldear un proyectil hueco; y daremos la descripción de los procedimientos que se usan para una bomba, por ser mas complicados en razon de las asas que las granadas no tienen, siendo igual en ambas el trabajo en todo lo restante.

El operario empieza por colocar horizontalmente la plancha de moldear; sobre ella sienta el semimodelo hembra, calentado de antemano, y arma sobre él del modo explicado los modelos de los orejas ó asas de la bomba, dejando dentro de sus agujeros los anillos de hierro forjado, revestidos ya de arcilla en los puntos en que puede tocarles la fundicion. En el orificio del polo del semimodelo coloca, bien centrado, el tarugo ó falso árbol que ha de dejar el hueco para el eje del ochete, y asienta por su base mayor, cubriendo el semimodelo, la media caja en que está la barreta; de manera que la direccion de esta sea perpendicular á la prolongacion de los orificios de las orejas de la bomba, y que el agujero de la barreta venga á recibir el extremo del falso árbol del ochete.

En medio del ángulo de los lados mayores, en las cajas epigonales, se coloca sobre la plancha el modelo de la canal del bebedero, tocando por su extremo al semimodelo esférico de la bomba, se polvorea todo con carbon, y se empieza á echar la arena con cuidado.

La primera capa ha de tener de 7 á 9 milímetros de espesor, y se forma de arena mezclada con algo de carbon de piedra en polvo, por cuyo medio se obtiene en las bombas una superficie tersa y unida. Los anillos de las asas se mantienen verticales hasta que la arena misma los sostiene en esta posicion; y se van echando y apisonando por los medios ordinarios, capas sucesivas de arena, hasta que se llena del todo la media caja. Entonces con una aguja de 1 milímetro de diámetro se hacen muchos agujeritos en la masa de arena, los cuales sin

permitir que salga por ellos la fundicion, dan sin embargo libre paso á los gases.

36. El general Morla aconseja para este fin, que tanto en las balas como en las bombas y granadas, se deje en el punto mas alto del emisferio superior del molde, un gollete, respiradero ú orificio por el cual salgan los vapores y el aire, cortando luego esta escresencia con un cortafrio: pero este método ha sido abandonado en cuasi todas las ferrerías, porque la esperiencia ha demostrado que es mucho mas ventajosa la práctica de oradar con la aguja, del modo que hemos dicho, la arena de las dos medias cajas.

37. Concluida de llenar de arena la primera media caja, segun el método indicado, se cubre su base menor con otra plancha de fundicion, y se la dá vuelta sentándola sobre ella.

Se quita la plancha que cubre la base superior; se iguala la superficie de la arena, remediando las faltas que presente; se coloca en su encaje el semimodelo macho; se ajusta el modelo cónico del bebedero sobre el extremo del de su canal (figura 8); se ajusta la otra media caja por su base mayor, sujetando ambas mitades con sus chavetas ó tornillos; se polvorean la arena y los modelos con carbon, y se empieza á formar el molde del mismo modo que el otro medio, hasta llenar del todo la caja, abriendo en seguida con la aguja diversos taladros, especialmente hácia el punto mas alto del semimodelo de la bomba.

38. Hemos dicho que en la actualidad, el semimodelo hembra queda sujeto á la barreta de la caja por medio del falso árbol del ochete; por consiguiente antes de abrir las cajas para sacar los modelos, hay que darlas la vuelta de modo que la media caja de la barreta venga á quedar arriba, y mediante esta precaucion se separan las dos mitades para sacar los semimodelos del mismo modo que se esplicó al tratar de los proyectiles sólidos; pero es necesario no olvidar que antes de



mover el semimodelo hembra hay que quitar la tuerca del falso árbol, y las chavetas ó espigas con que se sujetaron los modelos de las orejas de las asas. Estos quedan embutidos en la arena cuando se retira la semiesfera, pero como están, según digimos, formados de tres ó mas piezas, se los retira poco á poco y con cuidado de no maltratar el molde, ni conmover los anillos, que han de quedar allí implantados.

39. Concluido de este modo el molde, y retirado el falso árbol y los modelos del bebedero y su canal, resta solo volver á unir las medias cajas, dejando dentro el ochete, operacion la mas delicada de todas, pues depende de ella el que salgan iguales los espesores de los proyectiles huecos: sin cuya circunstancia, prescindiendo de otros inconvenientes, se hacen aun mas inciertos de lo que ya son de por sí, los alcances y direcciones de los fuegos curvos.

40. Para colocar el ochete se sitúa la media caja de la barreta sobre dos caballetes, y con su base menor hácia abajo; se toma un ochete; se vé si ha sufrido algun deterioro; se le quita, pasándole la mano, el polvo de carbon que se le haya adherido, y se reconoce de nuevo si el modelo para el ojo ó boca de la bomba está arreglado al descantillon, y si hay algo que obstruya el ánima ó vacío interior del árbol.

41. Aprobado que sea el ochete, se le introduce verticalmente dentro del molde, de modo que el extremo delgado del eje venga á entrar en la mortaja, que hay en la barreta de la caja; se pasa un operario por debajo de los caballetes para poner la chaveta, y otro ecsamina por arriba si el ochete está equidistante de las paredes del molde, sirviéndose de un instrumento en forma de T, y cuando vé que está bien centrado se aprieta la chaveta y queda asegurado de esta posicion. Entonces se coloca en su puesto la media caja macho, se ponen los tornillos ó pasadores, y el molde queda corriente, esperando el momento de la colada, pero hasta que este llegue, debe estar tapado el bebedero con una planchuela para evitar el ries-

go, de que se introduzca cualquier cuerpo extraño. Si se compara el método de moldear que hemos explicado, con el que antiguamente se usaba, se observará que no es este ramo de la industria el que menos adelantos ha hecho, á beneficio de las lecciones de la esperiencia y de la luz de la teoría.

Las bombas fundidas por el método propuesto, salen tersas, bien centradas, homogéneas y libres de los vientos y demas defectos que sacan con frecuencia en el collarin ó en las asas las que se funden con la boca hácia arriba.

Despues de lo dicho créemos que poca dificultad podrá ofrecer el moldeo de las bombas con boquillas en vez de asas, si, como en nuestro pais, se las dá la preferencia que en nuestro concepto no merecen.

*Modo de hacer la colada, desbaratar los moldes de los proyectiles y concluirlos.*

42. A poco que se reflexione sobre el servicio á que se destinan las bombas, granadas y balas, se concibe desde luego que el hierro de que se fabriquen ha de ofrecer la tenacidad y resistencia suficientes, para que no se rompan dentro del ánima de las piezas, ni en su choque contra cuerpos duros; pero que su cohesion no sea tal, en los proyectiles huecos, que destruyan ó atenuen demasiado los efectos de la esplosion.

43. Como al tratar de la fabricacion de las piezas de hierro hemos dado bastantes nociones sobre las propiedades de las diferentes clases de fundicion que pueden obtenerse, llamamos aqui la atencion sobre aquellas consideraciones, y solo diremos que en nuestro concepto la fundicion gris clara, llamada *truitée* por los franceses, es la mas á propósito para construir bombas y granadas, pudiendo ser un poco mas gris, es decir, mas tenaz, para las balas.

44. Pasemos por lo tanto á tratar del modo de hacer la colada, operacion que escige en los talleres mucho orden y método para evitar los accidentes que pueden ocurrir manejando un líquido, cuya temperatura escede de 130° del pyrómetro.

Lo primero que se hace, es parar la máquina de los fuelles; abrir la embocadura del crisol del horno; limpiar bien el baño, arrollando las escorias, y descubrir el hierro líquido, que ha de trasportarse á los moldes en las *cucharas*. Estas son unos recipientes semiesféricos de hierro con mango del mismo metal, cuya longitud es de unos 30 centímetros, y el diámetro de la cuchara de 21. Para usar éstas cucharas es necesario revestirlas de una capa de arcilla refractaria ó arena grasa, amasada con estiércol de caballo, secarlas lentamente y llenarlas, una ó dos horas antes de servirse de ellas, de carbon encendido ó escorias calientes.

45. Los moldeadores son los que hacen generalmente la colada, y para este servicio se cubren el brazo y la pierna derecha con fieltro ó piel fuerte, para preservarse de las gotas que pueden hacer salpicar los resoplidos de los gases del molde, el enfriamiento repentino &c. Cada uno llena su cuchara en el baño, la lleva junto al molde y allí, un ayudante con un hurgon ó garabato de madera quita de la superficie del metal los carbones, escorias y cuerpos estraños, dejándola neta para echar el hierro en el molde. Como dicho hurgon se inflama al momento, se sirve de él el ayudante para dar fuego á los gases que se desprenden con abundancia del molde, y que encendiéndose, facilitan la emision en mayor cantidad.

46. Cuando el volúmen del cuerpo que se funde exsige mas metal del que cabe en la cuchara, sirven el molde los dos obremos, ayudándose á fin de que el chorro no se interrumpa hasta que esté llena de metal la abertura superior del bebedero.

La esperiencia sola puede suministrar mas pormenores para los detalles de esta manipulacion; y los fundidores por su práctica conocen bien cuándo han de echar el metal en el molde con mas ó menos velocidad, y cuándo es conveniente dejar que se enfrie un poco en la cuchara antes de verterlo en el molde, como sucede con frecuencia en los hornos alimentados con cooke.

47. Cuando el metal del bebedero está coagulado en disposicion de que no pueda verterse, se vuelven las cajas sin sacudimiento alguno, lo de abajo arriba, con el doble objeto de impedir que el peso del metal haga variar la figura del emisferio inferior, y que los gases reunidos en el punto mas alto hagan esponjoso el metal en aquella parte. Si no se aprovecha el momento oportuno de dar esta vuelta á las cajas, los proyectiles salen amelonados ó con vientos en el punto que ha ocupado la parte superior durante la colada. A las cajas de las balas se las dan dos vueltas, á fin de que los gases se reúnan, si es posible, hácia el centro de figura y hagan que concurra el de gravedad al mismo punto.

— Cuando se cree que la fundicion está ya enteramente sólida se quitan los tornillos ó chavetas á las cajas, y se separan sus mitades superiores.

48. Los ejes de los ochetes se sacan en un torno oblicuo que se hace dar vueltas para destrozár todo el ochete y facilitar su salida, se raspa bien el collarin ó boquilla para quitar las rebabas y se principia en caliente la operacion de arreglar el ojo y ánima de las bombas por medio de un instrumento cónico de fundicion blanca que termina en ochava de caras acanalladas para hacer mas vivas las aristas. Los diámetros interior y exterior de la boquilla ú ojo de la bomba se reconocen por medio de rondajas ó anillas á propósito.

49. Las granadas pequeñas se sujetan para esta operacion por medio de un cincho ó corona de hierro de mango recurvo que llega hasta el suelo y sobre el cual pone el pie el operario. Todos los proyectiles se dejan en la media caja inferior hasta que estan á un rojo muy oscuro. Para sacar de allí las bombas se las introduce por la boca una barra redonda de hierro y se las deja amontonadas en el taller hasta que se enfrían del todo.

50. La arena de las cajas vuelve á servir humedeciéndola y mezclándola parte de arena nueva. Cuando ya estan frios los proyectiles pasan á un taller, donde estan las herramientas y útiles necesarios para cortar las rebabas de las balas y limpiar y concluir en frio los proyectiles huecos. Allí se empieza por revisar uno á uno los proyectiles, desechando todos los que desde luego aparezcan amelonados, atigerados ó con cualquier otro defecto sensible, y los demas se ponen sobre cajas semiesféricas y con un cortafrio se cortan el bebedero y las rebabas, si las tuviere, remachando el corte con un martillo.

51. En las bombas se limpia bien la tierra de las asas, y se vé si los anillos han quedado con el libre movimiento que deben, y si hubiera, como con frecuencia acontece, algun pequeño obstáculo ó rebaba dentro del agujero de la oreja de la bomba se lo corta con el auxilio de un cincel en forma de gu-



bia: se limpian perfectamente por dentro y por fuera, y se arregla la boca ó abertura del collarin, si lo tuviere, dejándola en sus justas dimensiones, para lo que se sirven generalmente de una máquina tal como la representada en la (fig. 33), con cuya operacion quedan enteramente concluidos los proyectiles huecos.

52. Las balas necesitan ademas alisar su superficie, tanto para quitar las pequeñas escresencias y la arena que aparecen en ella, y que las impedirian pasar por las vitolas, cuanto para redondearlas mas y acabar de borrar, en cuanto es posible, las señales que dejan en ellas la union de las cajas y el sitio de la canal del bebedero.

A este fin se las introduce en un gran barril de hierro colado (figura 27), suficientemente grande y reforzado para sufrir el choque y golpeo de las balas durante el movimiento de rotacion que aquel verifica sobre su eje.

Por este medio se descubren tambien los vientos ó huecos que pueden tener las balas cerca de la superficie, pues donde les haya, queda esta como abollada, y cede al punzon ó martillo con que se reconocen.

53. La operacion de alisar las balas debe durar de 4 á 5 horas, y la velocidad con que gire el barril debe ser de 15 á 16 vueltas por minuto; pues si fuera mayor, las balas, animadas por la fuerza centífuga, se ceñirian á las paredes del barril y no se chocarian unas á otras como se apetece. Cuando se sacan las balas del barril, se las repasa de nuevo una á una, desechando las inútiles; y las que son aprobadas, pasan á sufrir la operacion del rebatido, la cual tiene por objeto: 1.º hacer mas tersa y unida la superficie de las balas, que por este medio resisten mas la influencia destructora de la atmósfera: 2.º acabar de quitar todas las escresencias de la superficie, dejando el proyectil arreglado al calibre; y por último asegurarse de la bondad de las balas, pues toda la que tenga muchos vientos, ó sea de un hierro muy agrio, se romperá en el rebatido.

54. Para esta operacion son necesarios un horno de reverbero, un martinete, y cierto número tenazas y garabatos de hierro. La simple inspeccion de las (figs. 28 y 29 de la lám. 15) debe bastar para formar idea del uso y naturaleza de estos hornos de reverbero, cuyas dimensiones dependen del trabajo útil del martinete, á quien deben surtir. Estos hornos se alimentan con leña, que puesta sobre las parrillas, produce una llama larga que cubre el suelo inclinado, en donde estan las balas, colocadas en tres ó cuatro filas, y al estremo del cual está la chimenea.

Cuanto mayor sea el tiro del horno, tanto mas apresurada será su marcha, y por consiguiente se oxidarán menos los proyectiles. La temperatura que se dé á estos no debe pasar del rojo cereza, porque de lo contrario, se oxidarían demasiado, en cuyo caso antes de llevarlas al martinete, se limpian con un cepillo de alambre para impedir que con la percusion, el óxido formado se una al hierro, y resulte su superficie áspera. Cuando se han sacado diez balas por la puerta inferior del horno, se introducen otras diez por la otra para hacer su marcha continua, sin que los enfriamientos que produce esta operacion sean demasiado frecuentes.

55. El martinete (figs. 30, 31 y 32) solo difiere de los comunes, en que la boca del martillo, y la cara superior del yunque tienen una concavidad cada uno, de la figura de un segmento esférico correspondiente al diámetro del calibre inmediato superior, al de los proyectiles que se han de batir.

La sagita del segmento esférico cóncavo del martillo es  $\frac{1}{10}$  del diámetro del proyectil que se trabaja, y la del de el yunque  $\frac{2}{10}$ .

Cuando por el uso varían estas sagitas hasta aproximarse al radio, hay que relevar estas dos piezas del martinete con otras nuevas. El peso del martillo debe variar con los calibres, del modo siguiente:

Para balas de á 24.....	60 kilóg.
Id. de á 16.....	40
Id. de á 12.....	30
Id. de á 8.....	25

La velocidad debe ser de 180 golpes por minuto con el menor vuelo posible. Cada bala ha de recibir 120 golpes á lo menos.

56. Para el servicio del horno y el martinete hay un obrero y dos ayudantes, de los cuales el primero cuida de suministrar al horno el combustible y las balas frias, y el segundo las vá sacando enrojeadas, dejándolas rodar por un tubo, que las conduce á una plancha de fundicion, cerca de la cual está el obrero que las coge con unas tenazas y las presenta en la concavidad del yunque, haciéndolas girar en todos sentidos para que la percusion obre en toda su superficie.

Durante el trabajo cae sobre una de las caras laterales del martillo un caño de agua que refresca esta pieza y el yunque, y contribuye á que las balas tomen mejor pulimento.

57. Para quitar una bala y poner otra, el segundo ayudante suspende el martillo por medio de una máquina llamada el caballo; ó bien el obrero empuja la bala, que está en el yunque por medio de la otra que tiene ya agarrada con las tenazas; pero este medio, aunque más breve, tiene la contra de que es muy fácil que la bala reciba el golpe del martillo estando todavia sobre la parte plana del yunque con grave deterioro de los tres cuerpos.

58. El trabajo de este taller se prosigue sin interrupcion de dia y de noche, relevándose los operarios de seis en seis horas, y no habiendo mas detencion que las paradas necesarias para quitar cada proyectil. Un solo martillo bate en 24 horas,

---

600 balas de á.....	24
700 de á.....	16

800 de á.....	12
900 de á.....	8

Este procedimiento, aplicado á las granadas, no ha dado los buenos resultados que se suponian.

59. Aunque en cada fábrica varían los detalles de la ejecucion y division del trabajo, sin embargo, para dar idea del tiempo que se emplea para fabricar las municiones y del producto que es lícito esperar de un taller bien dirigido, damos aqui las siguientes noticias copiadas de la misma obra que vamos estractando, y que no dejarán de presentar algun interés.

Un moldeador puede moldear en una hora:

3 bombas de á 12 ó de á 10 (a)	} A un solo proyectil por caja.	} No contando el tiempo necesario para colocar los ochetes, á razon de 15 ochetes en cada hora.
4 idem de á 8.....		
6 granadas de á 8.....		
10 idem de á 6, de á 24 ó de á 12.....		á dos por caja.
10 balas de á 24 ó 16.....		á dos por caja.
16 id de á 12 ó de á 8.....		á cuatro por caja.

Cada moldeador emplea en cada colada 300 kilóg. de fundicion de proyectiles sólidos ó huecos, y además la necesaria para los bebederos &c. y su trabajo en cada una de estas coladas, viene á ser de menos de 7 horas, á saber:

Para preparar la arena.....	$\frac{1}{2}$ hora.
Moldear y colocar los ochetes de los proyectiles huecos.....	4 »
El vaciado.....	1 $\frac{1}{2}$
Otras menudencias.....	$\frac{1}{2}$
	<hr/>
	6 $\frac{1}{2}$

---

(a) Calibres franceses ó sus equivalentes españoles.

El trabajo se iguala entre los moldeadores, de modo que á cada uno le toquen municiones de todos los calibres.

Para cada tres moldeadores, debe haber dos ayudantes, que preparèn los árboles, moldéen los ochetes, escorifiquen el metal durante la colada, ayuden á volver las cajas, á quitar los árboles, á limpiar las bocas de las bombas y granadas, á perfeccionarlas en caliente y á preparar la arena.

Hay tambien dos cortadores de rebabas y bebederos que ademas de su trabajo particular ayudan á la colada y al desbarate de los moldes: si los proyectiles que se funden son sólidos, basta uno de estos últimos operarios.

60. Generalmente se hacen dos coladas cada veinte y cuatro horas; por consiguiente, habiendo doce horas de intervalo de una á otra, y no siendo necesarias mas que siete para los trabajos preparatorios, pueden servir en ambas unos mismos obreros, tomándose el descanso necesario.

61. La práctica de fundir las balas de hierro en moldes del mismo metal, está abandonada hace mucho tiempo; pues aunque es mucho mas espedita, simple y económica que la de moldear en arena, los proyectiles resultan menos tersos, menos esféricos y con vientos mucho mayores. Asi es que solo en casos extraordinarios se usa este procedimiento, que consiste en tomar unas cajas construidas al efecto, de hierro colado, esféricas interiormente, prismáticas por fuera y divididas longitudinalmente en dos mitades, que se unen por medio de unas espigas. A estas cajas, despues de bien limpias, se las dá en el interior una ligera capa de arcilla desleida; se calientan hasta que la mano no pueda resistirlo, y en seguida se colocan unas junto á otras en unos marcos largos formados de barras de hierro, dentro de los cuales se ajustan unas cajas á otras por medio de cuñas del mismo metal, y quedan formando unas verdaderas turquesas y en disposicion de recibir la colada que se hace por los medios ordinarios.



### *Fabricacion de la metralla.*

62. Las balas pequeñas de hierro que se fabricaban antiguamente para la metralla, solian presentar los inconvenientes de tener poco peso, de romperse facilmente, de surcar y deteriorar mucho el ánima de las piezas de bronce, y otros de mas ó menos entidad; por lo que se trató á toda costa de substituir las por las balas de hierro forjado. Mas en vista de las mejoras introducidas en el arte de fundir y de los adelantos hechos en la metalúrgia del hierro, se procuró de comparar la metralla de hierro batido con la que podia fundirse modernamente; y las pruebas hechas en Francia en 1824, demostraron que empleando para fundir las balas de metralla una buena fundicion gris, resultaban exentas de los principales defectos, de que adolecian las antiguas; por lo que, y en vista de que el coste de estas está con el de las de hierro batido en la relacion de 2 á 3, se resolvió que la metralla de todos tamaños para la dotacion de las baterías de sitio y plaza, fuese, como para la artillería de marina, de hierro colado; reservándose la de hierro batido para las baterías de campaña.

63. La fabricacion de la metralla fundida difiere muy poco de la de los proyectiles gruesos ya esplicada. Se moldea, como ellos, en arena en cajas de hierro prismáticas de base rectangular (fig. 34); pudiendo servir una misma caja para todos los calibres, pues segun su tamaño, se arreglará el número de los que se han de moldear en cada una.

En la caja que representa la figura pueden moldearse 12 balas de los números 1 y 2, 14 de los números 3 y 4, ó 16 del número 5.

64. Los modelos son de cobre ó de hierro y están tambien divididos en dos mitades. Los moldes se hacen en la disposicion que demuestra la figura, en dos filas á lo largo de la caja,

distantes entre sí unos 46 milímetros para dar espacio á la colocacion de la canal y del bebedero comun, que está en el centro. La distancia entre cada dos moldes, y la de estos á la caja, es de unos 23 milímetros. El bebedero comun debe ser ancho y mas alto que la caja, á fin de que el peso del metal contenido en él obligue al de los moldes á llenar bien sus huecos.

La fundicion gris, en perfecto estado de fluidez, es la única que produce balas de buena calidad, pues las otras llenan mal los moldes por su excesiva pastosidad.

65. Cuando se enfrian los moldes y se cortan los bebederos, se llevan las balas á un barril de madera recercado de hierro, y atravesado de un eje giratorio, á fin de que con el rozamiento y choque de unas con otras se despojen de la arena que las recubre. Generalmente se ponen de una vez 100 kilóg. de balas, y dura la operacion unos diez minutos, pasados los cuales, se sacan las balas y se repasan una á una, sujetándolas en un tornillo para quitarlas las rebabas, &c.

En seguida se procede á alisarlas, como se hizo con las balas grandes, metiéndolas en un barril de hierro colado, en el que se ponen de una vez 1600 balas del numero 5, que ocupan una tercera parte de su capacidad.

66. Concluido el alisado, sufren las balas de metralla la última operacion, llamada el recocido, que se reduce á calentarlas por espacio de una hora al rojo violado en cajas abiertas de fundicion, que se colocan dentro de un horno, calentado con carbon de piedra. Este procedimiento tiene por objeto darlas cierto pavon, que las preserva de la oxidacion, en tales términos, que suelen estar muchos años en los almacenes, sin que se las note deterioro.

67. Las balas de metralla de hierro dulce se forjan entre dos piezas cóncavas, aceradas y templadas, de las cuales, la una tiene su mango, y pesa sobre 20 kilóg. poco mas ó menos, y la otra está fija en el yunque (fig. 35 y 36).

La concavidad que presentan estas piezas es un segmento de esfera del mismo diámetro que la bala que se forja, y su sagita es el tercio de dicho diámetro.

El hierro que se emplea, es de lo mas inferior, tirado en cilindros del diámetro de la vitola de recibo, y si fuese cuadrado se le matan las aristas en la fragua, dejándolo ochavado, en cuya disposicion se le dán las caldas para que reciba bien la figura esférica, que se le ha de imprimir.

68. En cada fragua hay un maestro, un forjador, y un aprendiz que mueve los fuelles. El maestro trabaja alternativamente dos barras, para que mientras hace la bala de la una, la otra esté en el fuego. Cuando la estremidad de la barra está ya al rojo blanco, á punto de fundirse, la coge por el otro extremo con la mano izquierda, la presenta sobre la concavidad de la pieza del yunque, y con la mano derecha coloca sobre ella la otra pieza cóncava. En esta disposicion el forjador golpea fuertemente con la maza, mientras el maestro va volviendo en todas direcciones la barra, para que se vaya formando la bala.

69. Cuando el maestro reconoce, por medio de la vitola, que el proyectil está ya en sus justas dimensiones, rompe con un cortafrio la parte por donde está adherido á la barra; lo deja sobre la concavidad del yunque con el corte hácia abajo, y vuelve á colocar sobre él la otra pieza cóncava para acabar de redondear la bala con los golpes sucesivos que da el forjador.

70. Cuando la bala ha salido un poco chica, al tiempo de separarla de la barra por medio del cortafrio, se la deja un poco de gollete; con cuyo exceso de metal se la dán sus dimensiones: y si fuese grande se la disminuye á fuerza de caldas.

71. Para que las dos piezas cóncavas no se destemplan, es necesario cuidar durante el trabajo de refrescarlas con agua, por cuyo medio se consigue tambien que las balas salgan mas compactas y unidas en su superficie.

Un buen maestro debe forjar al día 100 kilóg. de balas de metralla de todos tamaños.

72. Es preciso confesar que este modo de fabricar proyectiles, deja mucho que desear, y está muy distante, de la perfección que han logrado otros ramos de la misma industria. Tal vez depende de la poca importancia, que se dá á esta manufactura, en vista del buen resultado que produce la actual fundición gris, aplicada al mismo objeto; además de que creémos, que si se perfecciona el arte, ya tan adelantado, de hacer dulce por la cementación el hierro colado de objetos de pequeñas dimensiones, concluirá por desterrarse por innecesario y costoso, el uso de la metralla de hierro forjado.

*Dimensiones de los proyectiles.*

.73. Concluiremos este apéndice con las tablas de las dimensiones de nuestras municiones de hierro, segun lo mandado por la superioridad en 1843, con una noticia del reconocimiento que precede á su admision, y por último una breve consideracion acerca del viento de los proyectiles.



**E**STADO de las dimensiones en medida española y en milímetros y fracción decimal de milímetro, de las municiones de artillería que están en uso entre nosotros, y con arreglo á las cuales deben fundirse de ensayo en la fábrica de Trubia.

	DE BALAS.					DE BOMBAS.		DE GRANADAS.												
	24.		16.		12.	8.		4.	14.		12.		9.		7.		24.		12.	
	Pulgad.	Líneas. Punt.	Pulgad.	Líneas. Punt.	Pulgad.	Líneas. Punt.	Pulgad.	Líneas. Punt.	Pulgad.	Líneas. Punt.	Pulgad.	Líneas. Punt.	Pulgad.	Líneas. Punt.	Pulgad.	Líneas. Punt.	Pulgad.	Líneas. Punt.	Pulgad.	Líneas. Punt.
Calibres de las piezas.....	6...7...0.	5...9...1.	5...2...8.	4...6...10.	3...7...6.	13...11...11.	11...9...8.	9...3...11.	7...2...3.	6...7...0.	5...2...8.									
Idem de las mismas en milímetros.....	..152,761..	..133,672..	..121,255..	..106,033..	..84,163..	..324,910..	..274,163..	..216,553..	..166,888..	..152,761..	..121,255..									
Vientos medios.....	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.	0...1...6.
Idem en milímetros.....	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..	...2,901..
Diámetro medio exterior de los proyectiles admisibles.....	6...5...6.	5...7...7.	5...1...2.	4...5...4.	3...6...0.	13...10...5.	11...8...2.	9...2...5.	7...0...9.	6...5...6.	5...1...2.									
Idem en milímetros.....	..149,860..	..130,771..	..118,354..	..103,198..	..81,268..	..322,009..	..271,268..	..213,652..	..163,987..	..149,860..	..118,354..									
Espesor de metales en las paredes.....	»	»	»	»	»	1...9...0.	1...7...0.	1...3...0.	1...2...0.	1...0...0.	0...9...4.									
Idem en milímetros.....	»	»	»	»	»	..40,633..	..36,763..	..29,023..	..27,088..	..23,219..	..18,058..									
Espesor de metales en el culote.....	»	»	»	»	»	2...8...8.	2...6...4.	»	»	»	»									
Idem en milímetros.....	»	»	»	»	»	..63,207..	..58,692..	»	»	»	»									
Diámetro mayor ó exterior de la boquilla.....	»	»	»	»	»	1...6...8.	1...6...8.	1...2...0.	1...0...10.	1...0...0.	0...10...6.									
Idem en milímetros.....	»	»	»	»	»	..34,182..	..34,182..	..27,088..	..24,831..	..23,219..	..20,316..									
Diámetro menor ó interior de la boquilla.....	»	»	»	»	»	1...5...6.	1...5...6.	1...0...10.	1...0...6.	0...10...9.	0...9...8.									
Idem en milímetros.....	»	»	»	»	»	..33,860..	..33,860..	..28,831..	..24,186..	..20,800..	..18,703..									

**NOTAS.**

- 1.<sup>a</sup> El viento máximo en las balas de todos los calibres, en las granadas de campaña y en las de á 9 y 7 que se deben ó pueden arrojar con obuses largos, debe ser menor de dos líneas, y el mínimo mayor de una; es decir, que la vitola mayor y el cilindro de recepción deben tener una línea menos que el diámetro del ánima de cada pieza, y la vitola menor, dos líneas menos que dicho diámetro.
- 2.<sup>a</sup> En los morteros y obuses cortos, en que no hay miedo que se atoren las municiones, puede ser el viento mínimo de algo mas de seis puntos, y el máximo de menos de dos líneas y media, debiendo ser por consiguiente la vitola mayor de seis puntos menos que el diámetro del ánima, y la menor de dos y media líneas menos que dicho diámetro; límites que es necesario sean mas grandes por el mayor diámetro de estos proyectiles.
- 3.<sup>a</sup> Téngase presente que la granada de á 9 de que aqui se trata es la de *el obus corto de 9 pulgadas antiguo*, segun la moderna nomenclatura; la granada de á 7 de la tabla corresponde *al obus corto del mismo calibre*, la de á 24 *al obus de 6 1/2 pulgadas* y la de á 12 *al obus corto de 5 pulgadas*: siendo de inferir que la granada de á 9 sirve igualmente para *el obus largo de este calibre*, llamado antiguamente *obus de á 80 á la Paichans*, y para *el obus corto de á 9* destinado para las baterías de sitio. Asi mismo la granada de á 7 debe servir para *el obus largo de este calibre* que ha de ensayarse, y la de á 12 para *el obus largo de á 5 pulgadas* que se proyecta para las baterías de arrastre de carril estrecho.





**TABLA de las dimensiones de las boquillas de las bombas de 14 y 12 pulgadas que deben fundirse de ensayo en la fábrica de Trubia, en medida española y en milímetros y fracción decimal de milímetro.**

<b>BOMBAS.</b>					
DE A 14.			DE A 12.		
Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.
1	2	»	1	»	»
27,088 <sup>m</sup>			23,219 <sup>m</sup>		
4	»	»	3	10	»
92,878 <sup>m</sup>			89,007 <sup>m</sup>		
3	2	»	3	»	»
73,527 <sup>m</sup>			69,658 <sup>m</sup>		

Distancia desde el raso de metales hasta la parte superior de la boquilla.

Idem en milímetros.....

Dicha distancia se divide en dos partes iguales, una para el labio ó borde, y otra para el cuello.

Diámetro exterior del labio.....

Idem en milímetros.....

Diámetro exterior del cuello.....

Idem en milímetros.....

1 2 »

27,088<sup>m</sup>

4 » »

92,878<sup>m</sup>

3 2 »

73,527<sup>m</sup>

1 » »

23,219<sup>m</sup>

3 10 »

89,007<sup>m</sup>

3 » »

69,658<sup>m</sup>

*Tabla de las dimensiones de las tres diferentes clases de balas de hierro batido para metralla.*

NÚMEROS.	CALIBRES.											
	DE Á 12.			DE Á 8.			DE Á 4.			OBÚS DE Á 7.		
	Pulg.	Lin.	Punt.	Pulg.	Lin.	Punt.	Pulg.	Lin.	Punt.	Pulg.	Lin.	Punt.
Del número 1.º . . .	1	7	10	1	5	3	1	1	10	1	7	10
Del número 2.º . . .	1	2	»	1	»	7	1	»	3	»	»	»
Del número 3.º . . .	1	»	10	»	11	11	»	»	»	»	»	»

	<i>Libras. Onzas.</i>	
(a) El peso medio de la bomba de á 14 es de . . . . .	159	»
El de la bomba de á 12 . . . . .	106	»
El de la granada de á 9 . . . . .	54	»
El de la de á 7 . . . . .	22	»
El de la antigua, llamada de mano . . . . .	2	»
El de la de á 6½ pulgadas, llamada antes de á 24 . . . . .	17	»
El de la bala de á 24 . . . . .	25	12
El de la de á 16 . . . . .	17	»
El de la de á 12 . . . . .	12	12
El de la de á 8 . . . . .	8	4
El de la de á 4 . . . . .	4	4

Las bombas españolas son mas pesadas que las francesas, lo

(a) De estas se desechan las que pasan de 163 libras ó no llegan á 154.

que consiste, segun unos, en que es mejor el hierro de las nuestras, y segun otros, en que las francesas están fabricadas con mas esmero.

Antes de declarar útiles los proyectiles se los reconoce escrupulosamente, á cuyo fin, despues de un atento ecsámen hecho por la simple vista, en el que se desechan todos los sensiblemente defectuosos, se confrontan sus diámetros por medio de dos vitolas ó aros circulares de hierro con sus mangos. El diámetro de una de ellas ha de ser ecsactamente igual al que debe tener el proyectil; y el de la otra uno, dos, tres ó mas puntos mayor, segun se prevenga. Por esta segunda vitola debe pasar el proyectil libremente en todos sentidos, pero de ningun modo por la primera. El objeto de hacer pasar la vitola por diferentes círculos máximos del proyectil es el de cerciorarse de que la forma de este no es amelonada.

Si en la superficie apareciese abolladura ó cascarilla, que denotase ó hiciese sospechar la ecsistencia de algun hueco ó cavidad, se reconoce el proyectil golpeándole en aquella parte con un martillo particular, llamado por su forma de *pico de gorrion*.

En los proyectiles huecos se reconoce ademas su espesor de metales con el auxilio de compases curvos, ecsaminando en las bombas si están arregladas á los modelos las dimensiones de sus boquillas ó asas.

Las balas se reconocen tambien haciendo rodar las que ya han sido medidas con las vitolas, por un tubo de hierro del diámetro justo que pertenece al cañon del calibre correspondiente. Todas las que se atorán ó detienen en el tubo son desechadas desde luego.

Este proceder es aplicable igualmente á los proyectiles huecos que no tengan asas ni boquilla.

Las bombas de diámetros diminutos pueden aprovecharse en los morteros cónicos.

La metralla no se calibra.



### *Viento de los proyectiles.*

74. Cuando el Excmo. Sr. D. Tomas de Morla escribia su tratado de artillería, la fabricacion de las municiones no estaba tan adelantada como en la actualidad, no obstante que este ramo de la industria no sea el que mas difiera en sus procedimientos de las prácticas de entonces, y sin embargo, ya declamó fuertemente contra el mucho viento de los proyectiles.

Las razones que espuso son tan claras, tan convincentes, que no podemos resistir al deseo de insertarlas aqui, como que siempre fueron dignas de consideracion, y mucho mas hoy que la perfeccion de los artefactos debe permitir que se reduzcan al minimum los vientos de las municiones.

75. Nuestro ilustre maestro, al combatir la costumbre admitida de tolerar hasta dos líneas de viento en los proyectiles, dice así:

«Todas las municiones, tanto huecas como sólidas, tienen por lo comun dos líneas menos de diámetro que las respectivas piezas para que sirven. Es innegable, que si se fabrican y reciben sin esactitud, de modo que sus diámetros sean muy diferentes, que algunas estén amelonadas, y que en todas haya una escrescencia mas ó menos considerable por uno de sus círculos máximos, esto es por el contiguo á la union del molde: entonces es indispensable dar á las municiones el espresado viento, y aun asi acontece que alguna bala se queda atracada, ó atorada en el cañon. Mas esta práctica tiene en contra gravísimos inconvenientes.

1.º «Una gran parte del fluido producido por la pólvora se disipa por el viento del proyectil, á lo que ayuda la figura esférica de este, y de consiguiente no contribuye á su mayor velocidad.

2.º «Como las balas están sentadas sobre la superficie inte-

»rior de la recámara de un cañon, el fluido que sale en cantidad  
»por la parte opuesta, que es donde queda el hueco del viento,  
»la oprime tan fuertemente que desde los disparos de prueba,  
»queda un *asiento* ó concavidad en el parage donde sentaba la  
»bala; y como esta sea impelida con mayor fuerza hácia la boca  
»de la pieza, al salir del asiento toma otra direccion y choca, y  
»golpea la parte superior del ánima, y de allí la inferior: de  
»modo que estos asientos y golpes se ván aumentando conti-  
»nuamente hasta inutilizar la pieza.

3.º «Aunque en los morteros se suele precaver este incon-  
»veniente por medio de estaquillas, que aseguran la posicion de  
»la bomba; no obstante, al menor descuido de su debida colo-  
»cacion ó deformidad de la bomba, hace esta asiento, choca  
»al mortero mas arriba de las asas, las bombas se rompen y  
»la pieza queda inútil.

4.º «En fin, estos choques de los proyectiles en las piezas,  
»ocasionan tambien el grande perjuicio de que sus direcciones  
»son erróneas, y compuestas de la direccion del ánima, ó de su  
»puntería, y de la del choque último que hayan dado; á lo que  
»se pueden atribuir las grandes diferencias que se encuentran  
»entre los alcances de dos balas iguales, é igualmente arrojadas.

«Para precaver estos inconvenientes de tanta entidad, se ha  
»pensado y aun ejecutado últimamente, disminuir los vientos  
»de las municiones, fijándolos á sola una línea; pero esta idea,  
»como todas las modernas, ha sido impugnada por todos los ofi-  
»ciales afectos á los métodos antiguos. Sus principales objeccio-  
»nes se reducen á decir:

1.º «Que no se podrán tirar balas rojas, porque aumentán-  
»dose el diámetro de ellas con el calor, no cabrán en el cañon;  
»y si se usa de las de un calibre inferior, los tiros serán muy  
»inciertos.

2.º «Que por mas precauciones que se tengan al recibo de  
»las balas, ó se habrán de desechar las mas ó muchas no podrán  
»entrar en sus respectivos cañones.

3.º “Que el herrumbre ataca de tal modo el hierro, y dilata sus dimensiones, singularmente en las costas y plazas marítimas, que á poco tiempo las balas se resistirán á entrar en su respectivo cañon.

4.º “En fin, que en siendo un poco gruesa la hoja de lata, con que se aseguran las balas á sus saleros para el servicio de campaña, no podrá entrar el cartucho en el cañon.

“Mas á la verdad todos estos inconvenientes parecen mas especiosos que sólidos. En primer lugar la esperiencia ha manifestado que enrojeciendo una bala de á 12, hasta tomar el rojo color de cereza (grado mas fuerte de calor, que el que se acostumbra dar á las balas), solo se dilata 9 puntos; de consiguiente podrá entrar en el cañon, aun cuando su viento sea de sola una línea: ademas este es un uso accidental de las balas, y por él no se deben sacrificar las grandes ventajas del ordinario y comun.

“En segundo lugar: es positivo que fabricándose las municiones, como nosotros al presente, seria necesario desechar el mayor número para que todas las admitidas fueran de un mismo calibre á pocos puntos de diferencia; pero es fácil remediar este inconveniente batiendo las balas, como despues se dirá; se objetará que este método ocasiona un exceso de gastos considerable; ¿pero en la guerra hay gastos excesivos, cuando atraen grandes y conocidas ventajas?

“En tercer lugar: es cierto que las balas situadas á las orillas de la mar donde las bañen sus aguas, á poco tiempo aumentan su calibre considerablemente; porque el herrumbre las ataca vivamente sin darles lugar para que se desprendan las partes corroidas; mas no sucede asi con las espuestas al rocío, y al agua dulce, ó de lluvias: el herrumbre hace lentos progresos en ellas, y la parte atacada de él se cae en cascarilla: de lo que resulta, que lejos de aumentarse el calibre de las balas se disminuye, como se observa en las municiones muy antiguas, cuyos vientos son de muchas líneas.

“En fin se ha hecho el experimento de ceñir una bala, de »solo una línea de viento, de seis gruesos de oja de lata, y ha »entrado sin dificultad en su respectivo cañon; de consiguien- »te no es temible se resista fajada con una sola por gruesa »que sea.”

76. Parece que las razones espuestas ninguna duda dejan acerca de la necesidad de reducir todo lo posible el viento de los proyectiles, y sin embargo en un periódico prusiano titulado *Archivos para los cuerpos Reales de Artillería é Ingenieros* apareció no hace mucho, un artículo impugnando esta doctrina y pretendiendo demostrar que, dentro de los límites de una á tres líneas de viento en los proyectiles, será preferible el mayor viento al menor.

Solo el respeto con que se miran las producciones de los redactores del periódico citado, pudo libertar á aquella memoria del peso del ridículo con que al principio se vió amenazada, y muchos oficiales de artillería conocidos por sus talentos la acogieron, y la comentaron cada cual á su sabor.

77. El teniente coronel frances Mr. Tortel tradujo la memoria del periódico prusiano, y la publicó acompañada de varias observaciones, que aparecieron extractadas en la entrega 16 de nuestro memorial de artillería, tomo I, cuya lectura recomendamos.

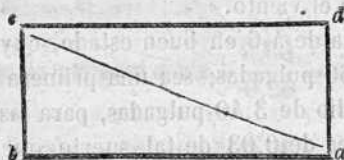
78. El autor de una opinion tan contraria á la que generalmente está recibida respecto á los efectos del viento de los proyectiles, conviene desde luego en la pérdida de gas que origina el espacio vacío que deja el proyectil dentro del ánima, pero en cuanto á la influencia que el menor diámetro del proyectil puede tener en la certeza de los tiros, y el deterioro que pueda originar en el ánima de la pieza, disiente absolutamente de la opinion recibida, y funda su dictámen de esta manera.

“El gas que se desarrolla detrás del proyectil empuja á »este último hácia adelante, pero al mismo tiempo se esca- »pa en parte por el espacio vacío que queda entre la bala y la

»pared del ánima. Las partes de gas mas vecinas á este espacio ó salida son las que se ponen mas pronto en movimiento, y escapan con tanta mas facilidad quanto mayor, es el hueco; por consecuencia hay mucha mas pérdida de gas por encima de la bala que por los costados: al mismo tiempo la densidad del gas producido, que llega á su máximum en su medio de accion, esto es, que es la mas fuerte detrás del proyectil en una línea que se separa poco del eje de la pieza, vá debilitándose á medida que se aprocsima á las paredes, y mas todavía á medida que se acerca á las salidas ó aberturas. Esta densidad disminuirá mas rápidamente en su marcha hácia la abertura á proporcion que la última sea mayor. Supongamos ahora por ejemplo un elemento infinitamente pequeño del proyectil, y ecsaminemos el efecto producido sobre él por la tension ó el resorte de la capa infinitamente delgada del gas que le toca inmediatamente; y nótese que basta considerar el efecto producido por esta capa en contacto, porque cualquiera que sea la altura del gas desarrollado no ejerce su accion sino por dicha capa mientras no se tome en cuenta la pesantez del gas, como nos sucede ahora. La presion ejercida sobre el elemento en cuestion y segun la normal al citado elemento, puede descomponerse en tres fuerzas: primera, segun una direccion paralela al eje que se supone horizontal; segunda, que sigue una direccion vertical; y la tercera, segun una direccion horizontal perpendicularmente al plano vertical que pasa por el eje. Todas las fuerzas que obran en este último sentido, estando colocadas simétricamente á derecha é izquierda de la bala, se neutralizan. La suma de las fuerzas que obran segun la primera direccion determina la marcha del proyectil adelante: no nos queda mas que considerar que las fuerzas que se ejercen verticalmente; y es fácil asegurarse de que su resultante obrará de arriba abajo, es decir, determinará una presion de la bala contra la pared inferior del ánima. Es indudable, como hemos dicho



»antes, que la densidad del gas que se escapa por el espacio  
 »comprendido entre la bala y la pared superior del ánima, es  
 »tanto mas débil, cuanto mas grande es el espacio; y como la  
 »tension del gas y por consecuencia la presion que ejerce, de-  
 »pende de esta densidad, es claro que la presion de arriba aba-  
 »jo, ejercida por el proyectil contra la pared inferior del áni-  
 »ma, es tanto mas débil comparativamente con la que tiene  
 »lugar detrás de la bala, cuanto mayor es el viento de esta.



» «Sea  $a$  el centro de gravedad del proyectil,  $a b$  la fuerza que  
 »obra paralelamente al eje de la pieza,  $a d$  la que le es perpen-  
 »dicular:  $a c$  será la resultante de estas fuerzas; el ángulo  $c a b$   
 »será tanto mayor cuanto lo sea la fuerza  $a d$  respecto á la  $a b$   
 »; la fuerza  $a d$  es con relacion á la  $a b$  tanto mas grande  
 »cuanto mas pequeño es el viento; luego:

» «El ángulo bajo el cual rebota el proyectil en lo interior  
 »del ánima, y bajo el cual concluye por salir, es tanto mas  
 »pequeño, cuanto mas grande es el viento, y tanto mayor quan-  
 »to menor es el viento.

» «Y como en una serie de un gran número de disparos la  
 »dispersion será tanto mas considerable, cuanto el ángulo de  
 »partida esté mas prócsimo á su límite mayor, y esta disper-  
 »sion será menor, á proporcion que el ángulo lo sea igual-  
 »mente, se sigue:

» «Que la probabilidad en la certeza del tiro, mientras no se  
 »considere mas que su dependencia del ángulo de partida del  
 »proyectil, es mayor á proporcion que el viento es mas grande.

» «La dispersion de las balas no depende unicamente del

»ángulo de partida; es preciso además tener en cuenta las di-  
»ferencias que afectan á las velocidades iniciales, y solo con  
»relacion á estos dos efectos combinados puede establecerse la  
»probabilidad de la certeza en el tiro.

El autor se propone probar por cálculos muy sencillos esta  
otra proposicion.

«Que en el límite de la tolerancia admitida en la artillería,  
»la suma de las diferencias de las velocidades iniciales resultan-  
»tes de los diferentes diámetros de las balas; es tanto menor,  
»cuanto mayor es el viento.

«Sea una pieza de á 6 en buen estado, cuyo diámetro in-  
»terior sea de 3,60 pulgadas; sea una primera serie de balas  
»del diámetro medio de 3,40 pulgadas, para las cuales la tole-  
»rancia extrema sea de 0,03 de tal suerte que los diámetros  
»mas pequeños tengan 3,37 y los mayores 3,43.

«Sea una segunda serie de balas mayores, diámetro medio  
»de 3,50 con la misma tolerancia de 0,03 de manera que  
»tengan el diámetro de 3,47 á 3,53; el viento nominal de  
»la primera serie es de 0,20, el de la segunda de 0,10. Ad-  
»mitamos que se hayan empleado para las balas de ambas se-  
»ries unas cargas tales que el alcance medio sea generalmente  
»igual, permaneciendo las mismas todas las demas circunstan-  
»cias, y veamos las diferencias que afectarán á las velocidades  
»iniciales por consecuencia de la diferencia en los diámetros y  
»en el peso de los proyectiles. Las velocidades iniciales de los  
»cuerpos de diferentes pesos movidos por fuerzas uniformemen-  
»te aceleradas, están en razon inversa de las raices cuadradas  
»de estos pesos. Aqui los cuerpos tienen la misma pesantez  
»específica; pueden pues substituirse los volúmenes á los pesos,  
»y se tendrá una idea de las diferencias en las velocidades  
»iniciales que provienen de los diferentes pesos por consecuen-  
»cia de las diferencias en los diámetros, tomando en cada se-  
»rie la diferencia de los volúmenes extremos correspondientes  
»á los diámetros extremos, dividiéndola por el volúmen medio

»y estrayendo la raíz cuadrada del cociente. Este cálculo dá:

«Para la primera serie.....0,2300.

«Para la segunda.....0,2267.

«Consideremos ahora las velocidades iniciales resultantes de la pérdida de gas, y se tendrá una idea aproscimada de las diferencias que afectarán á dichas velocidades en este concepto, dividiendo el límite del viento por el viento medio, lo que dá:

$$\text{«Para la primera serie.. } \frac{0,06}{0,20} = 0,30$$

$$\text{«Para la segunda..... } \frac{0,06}{0,10} = 0,60$$

«Puesto que las diferencias en las velocidades iniciales dependen de la relacion combinada de las que resultan á causa de la desigualdad del peso, y de las que provienen de la pérdida de gas, es preciso para obtener un resultado completo multiplicar el número obtenido para las primeras por el que han dado las segundas. Se tiene pues para la medida aproscimativa de las diferencias totales en las velocidades iniciales á causa del viento, á saber:

«Primera serie, viento mayor..  $0,2300 \times 0,3 = 0,069$ .

«Segunda serie, viento menor..  $0,2267 \times 0,6 = 0,136$ .

«Asi, dependiendo la dispersion de los proyectiles del ángulo de partida y de las velocidades iniciales, queda probado:

«Que la probabilidad en la certeza del tiro es menor para un viento mas pequeño, y mayor para un viento mas grande.»

El autor pasa á demostrar en seguida que esta ótra asercion, que á causa de un viento mayor el cañon padece mas, es completamente errónea.

«Representémonos dos cañones sin defectos y con diámetros idénticos, para uno de los cuales se tomen proyectiles »mas pequeños que para el otro. Indudablemente el cañon en »que los proyectiles den rebotes segun el ángulo mas abierto, »con la fuerza mas grande y en mayor número, será el que »se deteriorará mas pronto. Pero se ha hecho ver de una ma- »nobra incontestable que la ventaja está de parte del viento ma- »yor, porque mientras mas pequeño es el viento, mayor es la »presión *ad* que empuja al proyectil contra la pared inferior »del anima, y mayor es tambien el ángulo *cab* segun el cual »se verifican los rebotes ó golpes; luego debe concluirse natu- »ralmente que el número de estos será tambien mas conside- »rable.

«Asi los cañones se deterioran tanto mas pronto, cuanto »menor es el viento, y se conservan mejor, cuanto mas gran- »de es.»

A la objecion de que las armas, cuyos proyectiles no tienen viento alguno, son las que proporcionan los tiros mas certeros, responde el autor diciendo:

«Que recuerde el lector que la probabilidad del tiro en los »cañones no viene á ser desfavorable precisamente por el vien- »to en sí mismo, sino principalmente por la diferencia de los »vientos reales de muchos proyectiles de un cierto diámetro »medio nominal. Siendo dadas dos series de proyectiles, y sien- »do iguales por otra parte todas las demas circunstancias, si »los vientos parciales de cada serie son iguales entre sí, el »viento mayor no necesitará sino de una carga mayor, pero »la probabilidad del tiro será la misma si los rebotes dentro »del anima son los mismos: mas una misma diferencia absoluta »en los diámetros de los proyectiles produce cambios de viento »proporcionalmente mas grandes en el caso del viento nominal »mas pequeño que en el caso del viento nominal mayor, y he »aquí el origen de donde se derivan las diferencias en la pro- »babilidad del tiro. En las armas donde no existe viento no

»existe diferencia; el tercer término de comparacion desaparece, y por lo tanto no hay cuestion ni de comparacion ni de resultado de comparacion.

«Igualmente, si se compara un cañon usado con uno nuevo sin defectos, no se deberán atribuir las desviaciones que se verifiquen en los tiros del primero á que un viento mas considerable determine diferencias mayores en las velocidades iniciales á consecuencia de la mas grande pérdida de gas; estas diferencias por el contrario son menores en un cañon viejo que en uno nuevo, y las desviaciones son mas bien producidas por las desigualdades del ánima, que ocasionan ángulos de rebote mas grandes, que aumentan por consiguiente el límite del ángulo de partida, como tambien por las pérdidas de fuerzas, cuyas pérdidas crecen con el ángulo de rebote y con el número de estos mismos rebotes, y someten el tiro á las mayores casualidades, haciéndolo mas irregular, y dando lugar por otra parte á mas grandes desigualdades en las velocidades iniciales.

«Supongamos dos cañones igualmente defectuosos, de tal suerte que las desigualdades del uno sean exactamente las del otro; supongamos tambien que los vientos de sus proyectiles sean diferentes; claro es que á los inconvenientes del viento menor vendrán á unirse los que resultan de los defectos del ánima. Las balas en este caso rebotarán bajo ángulos mayores mas fuertemente y mas número de veces que en el cañon de mayor viento, destruirán mas pronto la pieza, y disminuirán la probabilidad del tiro.

«En consecuencia de todas estas consideraciones el autor establece rigorosamente la siguiente asercion.

*«Entre dos cañones igualmente perfectos ó igualmente defectuosos (es decir con las mismas desigualdades en el ánima), el que tenga mayor viento tendrá tambien mas probabilidad en la exactitud del tiro, y presentará menos anomalías en el curso de varios disparos.»*



79. Por mas respeto que nosotros tributemos á la merecida reputacion del autor y apologistas de este pensamiento, solo nos conformaremos con su teoría cuando haya recibido una completa sancion de parte de la esperiencia; lo cual ciertamente no nos parece verosímil, pues ni nos conformamos con las consideraciones hechas acerca del modo de obrar de la fuerza impulsiva de los gases, porque no creemos que en la cuestion se ha dado la intervencion debida á todos los datos que pueden influir, ni hallamos por último razon alguna, para que si la teoría esplicada se admite como cierta dentro de los límites de 1 á 3 líneas de viento, no lo sea igualmente desde tres líneas en adelante.

80. Hemos indicado aqui este modo, verdaderamente nuevo, de considerar los efectos del viento de los proyectiles, sin detenernos á analizarlo tan minuciosamente como seria necesario, porque creemos dar ya á esta memoria demasiada estension; pero llamamos la atencion de nuestros lectores hácia un asunto tan digno de ser meditado y los remitimos al número ya citado del memorial de Artillería, donde hallarán mas extensamente tratada esta materia, tanto por su autor, cuanto por Mr. Tortel; verán asimismo la opinion del periodista prusiano, acerca de la aplicacion hecha por Lombard de la fórmula de Euler al movimiento de los proyectiles y por último las razonadas objeciones espuestas, aunque con demasiado laconismo, por los redactores del memorial. En nuestro pobre concepto esta opinion es una de las muchas que se formulan bajo la influencia del deseo de presentar ideas originales y nuevas, deseo laudable y que suele dar margen á importantes descubrimientos, pero que tambien induce á graves errores, pues las imaginaciones de los mas grandes hombres son las que suelen padecer los mayores extravios.

### **TITULO III.**

*De la fundicion de las piezas de  
artillería de bronce.*

### TITULO III.

De la fundicion de las piezas de  
artilleria de bronce.

# FUNDICION

DE LAS PIEZAS DE ARTILLERIA DE BRONCE.



**ARTÍCULO REDACTADO,**

con arreglo á las prácticas establecidas en el día en la fábrica de Sevilla,

por el Coronel 1.<sup>er</sup> Comandante de artillería

Y FUNDIDOR MAYOR

**D. PEDRO DE LUXAN,**

EN VIRTUD DE ORDEN DEL ESCMO. SR. DIRECTOR GENERAL  
DEL CUERPO.



EXHIBITION

DE LAS FIERAS DE ARTILLERIA DE BRONZE

EXHIBITION

DE LAS FIERAS DE ARTILLERIA DE BRONZE

EXHIBITION

EXHIBITION

EXHIBITION

EXHIBITION

EXHIBITION





---

## Número 1.

---

### *Del cobre y del estaño, sus afinos y liga mas oportuna para las piezas de artillería.*

---

1. El cobre, conocido desde la antigüedad, es quizás el metal que tiene mas usos en la sociedad: es sólido, rojo amarillo, muy brillante. Apenas se le pone en contacto con la llama la colora en verde. Adquiere olor por el frotamiento y su sabor es desagradable. Es el metal mas sonoro; y tambien de los mas dúctiles, pues se hacen de él hojas muy delgadas, y tubos de un diámetro muy pequeño: es mas ductil que el hierro y menos que la plata: su tenacidad es mayor que la de esta y menor que la de aquel; pues cuando un alambre de plata de  $\frac{1}{10}$  de pulgada resiste hasta 270 libras, el de cobre alcanza á  $299\frac{1}{2}$  y el de hierro á 450: es bastante pesado, pues la gravedad específica del cobre fundido es de 8,895. Al fuego se enrojece primero, luego se pone alba, entra en fusion á  $27^{\circ}$  próximamente, del pyrómetro de Wedgwood, por consiguiente au-

tes que el hierro y despues que el oro. Si se le forja estando rojo, se desprenden de su superficie muchas hojas que son de metal ocsidado, en que se convertiria toda la cantidad de él por continuas caldas; y asi se le bate en frio, pues por su misma naturaleza se deja reducir á planchas con mucha facilidad.

2. A la temperatura ordinaria la accion del cobre sobre el gas oxígeno y sobre el aire, estando secos, es nula: sobre estos mismos gases, estando húmedos, tiene una accion débil, ocsidándose entonces con ambos; cubriéndose su superficie de una ligera capa de óxido, en su contacto con el primero; y de carbonato con el segundo, siempre que el aire pueda renovarse.

3. El calor favorece singularmente su ocsidacion, y antes que llegue al rojo, absorbe el oxígeno de una manera muy sensible siendo obscuro el óxido que se forma: tal es su manera de obrar sobre el aire.

4. El agua pura no lo disuelve, pero sí cargada de algun ácido; y por este motivo se encuentra en la naturaleza, como en Rio-Tinto disuelto en algunas aguas, que se llaman aguas cementicas, y su cobre precipitado por medio del hierro, cobre de cementacion.

5. Se disuelve en los ácidos con color verde ó azul, y sobre todo en el azóico con mucha efervescencia por el desprendimiento del gas azooso que se manifiesta en los vapores rojos: en el clorohídrico no se disuelve sino ayudado del calor, si bien ataca su óxido con mucha mas facilidad: tambien le disuelven mas ó menos los ácidos animales y vejetales, cristalizando todas estas sales menos el clorohidrato. Los álcalis le precipitan de estas disoluciones en estado de óxido ó carbonato, segun sean ó no cáusticos; y el ziac y hierro en estado metálico. Tambien los álcalis pueden disolver el cobre, y sobre todo en el amoniaco forma una disolucion hermosa de color azul. Téngase presente que todas estas disoluciones son muy venenosas para la economía animal, y por lo tanto lo peligroso de las vasijas de cobre sino están bien estañadas.

6. En todos los países se hallan minas de cobre que se introduce en el comercio bajo diferentes formas y pureza: en *torales* de cobre negro, en *rosetas*, en *panes*, en *escudos* de Suecia, en *planchas*, y en *trozos de cortaduras* de estas. El cobre negro es el que resulta de la simple fundición del mineral que para nada sirve sino se afina: las rosetas son unas masas que se obtienen fundiendo el cobre negro y refrescando la superficie del baño con agua, su fractura presenta granos que prueban no estar completamente afinado: los panes provienen regularmente de fundiciones que no han resultado bastante puras para reducirlo á planchas. Su fractura empieza á presentar algunas fibras: los escudos de Suecia vienen á ser un cobre de esta clase: las planchas se forman por medio del cilindro, y dan un cobre muy fibroso; pero que solo debe usarse en este estado, pues seria una gran falta de economía el volverle á fundir: finalmente los desperdicios y cortaduras de las planchas son de la misma especie, y solo se debe cuidar no vengan mezclados por fraude con otros trozos de metal mas barato.

7. El cobre existe naturalmente bajo cuatro estados: 1.º en el estado nativo: 2.º en el de óxido: 3.º combinado con los cuerpos combustibles, sobre todo con el azufre: 4.º en el estado de sal (sulfato, carbonato, arseniato, fosfato).

8. El cobre nativo, se encuentra rara vez en cristales aislados; al contrario, muchas en cristales agrupados confusamente, formando masas dendríticas: tambien se encuentra en pequeñas masas irregulares, unido á varias gangas, y en láminas delgadas en la superficie de diversas materias minerales.

9. Las minas de cobre son las que afectan mas variedad en la naturaleza, y así las hay de diferentes clases que se conocen bajo el nombre de familias.

1.ª familia. El *cobre nativo* es de color rojo de cobre, pero por lo comun aparece negruzco en su superficie, ó tiene varios colores superficiales, ó está cubierto de verde de cobre. Se encuentra en masa, sembrado, superficial, muchas veces capi-

lar, en figura de alambre, arborizado, ramoso, informe, en hojitas, en láminas y cristalizado.

2.<sup>a</sup> El *cobre vidrioso* (óxido oscuro de cobre), tiene color gris de plomo mas claro ó mas oscuro, que tira por lo comun al negro de hierro y amarillo: á veces toma en su fractura color superficial algo azulado. Se encuentra en masa, sembrado, algunas veces superficial y cristalizado: al soplete se funde sin despedir ningun olor, y dá al vidrio del bórax un bellissimo color verde de esmeralda: segun Kirwan se compone de 80 hasta 90 por 100 de cobre, y de 10 á 12 de azufre con un poco de hierro.

3.<sup>a</sup> La *mina de cobre color de violeta* (óxido de cobre) tiene en su fractura reciente color medio entre rojo de cobre y pardo de tumbaga, pero se cubre muy pronto de colores superficiales, que son: rojo oscuro, azul de violeta, azul celeste y verde. Se encuentra en masa, sembrada, superficial y algunas veces cristalizada: al soplete se funde con facilidad sin olor ni humo, comunica al bórax un hermoso color verde de esmeralda, y se compone de 40 hasta 60 por 100 de cobre, un poco de azufre y hierro: muchas veces se confunde con el cobre vidrioso, y por esto le llaman tambien *cobre vidrioso de color de violeta ó mina lazur*.

4.<sup>a</sup> La *pirita de cobre* (sulfuro de cobre) es en su fractura reciente de color perfecto amarillo de laton, ya mas oscuro ya mas pálido, que se acerca en parte al amarillo de oro, y en parte al gris de acero: en las separaciones de las gangas, suele tener colores superficiales hermosos de cola de pavo real. Por lo comun se encuentra en masa, sembrada, á veces superficial, raras veces arborizada, especular, tuberculosa, en racimo, con impresiones; pero con mayor abundancia cristalizada: al soplete chispea y salta al principio fuertemente, despide olor de azufre, y en su fusion con el bórax dá un vidrio muy hermoso. La pirita cristalizada es, segun Kirwan, la mas pobre pues contiene solamente de 4 á 8 por 100: la pirita amarilla

verdosa contiene la mayor cantidad de azufre, y desde 15 hasta 20 por 100 de cobre; pero hay piritas que dan hasta 30 libras de cobre, mucho azufre y mucho hierro: esta es de las minas mas comunes, y se encuentra mas ó menos en casi todas las demas: algunas veces se halla en gangas, depósitos y lechos, llamándola *mina de cobre amarillo*, que contiene por casualidad oro ó plata.

5.<sup>a</sup> La *mina de cobre blanco* (óxido de cobre) tiene color medio entre blanco plateado y amarillo gris. Se encuentra en masa y sembrada: al soplete despidе al principio un humo blanco, que huele á arsénico, y se funde en una escoria gris negra. Segun Henkel se compone de 40 partes de cobre, con arsénico y hierro.

6.<sup>a</sup> La *mina de cobre gris* (óxido de cobre) tiene color gris de acero, que á veces se acerca mucho al negro de hierro: algunas tienen colores superficiales de cuello de pichon ó de acero pavonado. Se encuentra en masa, sembrada, superficial, especular y cristalizada: al soplete chispea y salta mucho al principio, se funde facilmente despidiendo su boton metálico un humo blanco fuerte sin olor particular, y que se pega al carbon con un color blanco azulado: el botoncito de color negro de hierro ó gris de acero es muy agrio, y no se une con el vidrio del bórax, no obstante que le comunica un color amarillento que se acerca algo al del jacinto. Sus partes constitutivas no se conocen todavia con exactitud, y parece que los individuos de esta mina, se diferencian mucho en la proporcion de sus mezclas: una de las que analizó Klaproth contenia 31,36 de cobre, 14,77 de plata, 3,30 de hierro, 34,09 de antimonio, 15,50 de azufre, 0,30 de alúmina, y 4,68 de pérdida.

7.<sup>a</sup> La *mina de cobre negro* (óxido de cobre negruzco) tiene un color negro pardusco, que tira mas ó menos al pardo. Se compone de partículas mates ya mas gruesas, ya mas finas, pulverulentas, que tienen algunas veces coherencia formando una masa sólida, y otras la costra en las separaciones de la pi-



rita de cobre, y de la mina gris de cobre: al soplete despide un humo que huele á azufre, y se funde formando una especie de escoria que tiñe de verde el bórax: suele contener de 40 á 50 de cobre.

8.<sup>a</sup> La *mina de cobre rojo* (óxido de color rojo obscuro) tiene un color rojo obscuro de cochinilla, que tira ya al gris de plomo ya al rojo de carmin. Se encuentra en masa, sembrada, y algunas veces cristalizada: al soplete se reduce esta mina con facilidad sin humo ni olor sensible, pero se transforma muy rápidamente en una especie de cobre vidrioso artificial: con el bórax hace mucha efervescencia, y le tiñe de color verde amarillento: es de las minas mas ricas, pues consta de 73 por 100 de cobre.

9.<sup>a</sup> La *mina de cobre color de teja* (óxido pulverulento mezclado con sesquíóxido de hierro) es de color rojo de jacinto, que se acerca mas ó menos al rojo parduzco y al pardo rojizo. Se encuentra en masa, sembrada, y cubriendo otros minerales: al soplete se pone negra, y por sí sola no entra en fusion, dá al bórax un color verde manchado: se halla muchas veces mezclada con óxido de hierro, y varía en la cantidad de cobre.

10.<sup>a</sup> El *azucar de cobre térreo* (carbonato de cobre) tiene por lo comun azul de esmalte, que pasa algunas veces al azul celeste. Se encuentra en masa, sembrado, y sobrepuesto á otros minerales; otras veces tuberculoso y estalactítico: al soplete se pone negro, no entra por sí solo en fusion, y con el bórax se hincha mucho tiñéndole de verde: segun Kirwan contiene hasta 69 de cobre. 2.<sup>a</sup> especie de esta familia: el *azufre de cobre radiado* (carbonato de cobre) tiene color azul de lapiz-lázuli con varios grados de intensidad. Se encuentra en masa, sembrado, no superficial, algunas veces tuberculoso, en racimos pequeños, y con abundancia cristalizado: al soplete no chispea, toma al principio un color negro de hierro, y no se funde por sí solo: con el bórax hace mucha efervescencia, le tiñe de un

hermoso verde cardenillo, y deja en el fondo un botoncito de cobre puro: segun Fontana contiene hasta 75 por 100.

11.<sup>a</sup> La *malaquita fibrosa* (carbonato de cobre) tiene color verde de prado, que pasa algunas veces al verde esmeralda, verde manzana y verde cardenillo. Se encuentra en masa superficial, tuberculosa, y en cristales: con los ácidos hace efervescencia, al soplete chispea y salta mucho, se pone negra, y no entra por sí sola en fusion: con el bórax hace mucha efervescencia, y le tiñe de color verde obscuro que tira algo al amarillo. 2.<sup>a</sup> especie de esta familia: la *malaquita compacta* (carbonato) tiene color medio entre verde prado y verde cardenillo, su superficie exterior y la superficie de las partes distintas tienen algunas veces color blanco verdoso, y colores superficiales. Se encuentra en masa, sembrada, por lo comun tuberculosa y en racimos, y algunas veces tambien estalactítica y en nudos: al soplete chispea y salta con violencia, se pone negra, y no entra en fusion por sí sola: tambien hace mucha efervescencia con los ácidos y con el bórax, que tiñe de verde obscuro, tirando á veces algo al amarillento. Toma un bello pulimento, y se emplea para varias cosas de adorno: se miraba antiguamente como una especie de piedra preciosa.

12.<sup>a</sup> El *verde de cobre* (carbonato) tiene color verde perfecto de cardenillo con varios grados de intensidad. Se encuentra algunas veces en masas, y muchas cubriendo otros minerales: al soplete se pone negro, no entra en fusion por sí solo, y tiñe de verde al bórax: siempre se halla íntimamente mezclado con tierra caliza y aluminosa en mayor ó menor cantidad, y sobre todo en aquellos parages que tienen aguas cementadas.

13.<sup>a</sup> El *verde de cobre ferruginoso térreo* (carbonato) es un mineral de color subido verde de aceituna, que se acerca muchas veces bastante al verde amarillento. Se encuentra en masa, pero con mayor abundancia sembrado, y parece una mezcla íntima de verde de cobre con óxido de hierro. 2.<sup>a</sup> especie

de esta familia: el *verde de cobre ferruginoso en escorias* (carbonato) tiene color obscuro verde de aceituna, que se acerca mas ó menos al verde pardo obscuro. Se encuentra en masa y sembrado; pero aun se ignoran sus partes componentes, aunque parece que ademas de cobre contiene mucho hierro: se encuentra por lo comun con la familia antecedente, con la mina de cobre gris y otras, regularmente en espato pesado blanco (barita sulfatada).

14.<sup>a</sup> La mina de cobre color de aceituna (arseniato de cobre) tiene color verde de aceituna, que pasa al verde de prado obscuro y al verde negruzco, y aunque raras veces, al verde de cardenillo. Se encuentra por lo comun cristalizada, y rara vez en masa y sembrada: al soplete chispean sus cristales despidiendo humo arsenical, y se funde en una bola gris, que forma al instante un boton puro de cobre si se le trata con bórax.

15.<sup>a</sup> El *cobre muriatado* es de un bello color verde de prado siempre que no se halla manchado de óxido de hierro, sus cristales muy pequeños tienen color de esmeralda, y los mayores verde de aceituna. Se encuentra en masa y algunas veces cristalizado: al soplete arde desde luego con llama azul verdosa que cesa luego que el ácido clorohídrico queda del todo disipado. Don Luis Proust que analizó esta mina, la halló compuesta de 12 partes de agua; 10 de ácido clorohídrico, 57  $\frac{3}{5}$  de cobre, 14  $\frac{2}{5}$  de oxígeno, 2 de óxido rojo de hierro, y 4 de sulfato calizo con un poco de arena; y cree que de esta mina puede haberse formado muy bien la arena verde, que Dombey ha traído del Perú, y cuyo análisis se halla en las memorias de la Academia de París del año 1786; mas este mineral solo se ha encontrado hasta ahora en Chile, en Remolinos y en la Soledad.

10. Todo el cobre que se consume en la sociedad se extrae, del sulfato, del óxido, del carbonato, y del cobre nativo: este no necesita mas que fundirse; el óxido y el carbonato, basta calcinarlos con el carbon; pero el sulfuro, es necesario tostarlo

para quemar el azufre y oxidar el metal, y transformado este en óxido, se trata como el óxido natural.

11. Actualmente los cobres que se emplean en nuestra fundición, son de las minas de Rio-Tinto.

12. Algunas otras minas se conocen de cobre, pero que por ser muy pobres no se benefician á menos de no tener en sus inmediaciones abundancia de leña, y de presentarse sus vetas y filones á una altura superior á la de los barrancos que rodeén el cerro, pero que despues de haber aprovechado las aguas en el movimiento de todas las máquinas se puedan desagüar facilmente sus pozos y galerías por el desnivel de las cañerías que vengan á morir á dichos barrancos. Finalmente las hay de *cobre-latón* que son unas piritas cobrizas mezcladas naturalmente con la blenda del zinc, las que dan el latón por una simple fusión.

13. El beneficio de las minas de cobre es fácil cuando recae sobre los minerales que le contienen en estado de óxido ó de carbonato, en cuyo caso basta despues de haber escogido los trozos mas ricos de mena, hechos pedazos pequeños y lavados para separar las tierras y sales solubles, fundirlos entre carbones para obtener el cobre, pero el beneficio recae sobre los sulfuros que son los mas comunes.

14. El ensayo de todos estos minerales se hace por dos medios: por la *via seca* mediante la fundición del mineral solo ó con varios fundentes al fuego dentro de crisoles, ó por la *via húmeda* con la aplicacion de los reactivos.

15. Los minerales de cobre que contienen este metal en estado de óxido, ó de carbonato, como la malaquita, el cobre azul, el cobre color de teja, el cobre negro &c. fundidos en un crisol con el flujo negro, dan casi todo el cobre que contienen puro y sin pérdida por no contener azufre ni mezcla de otros metales; pues su operacion se reduce á desoxidar el metal, ó dejar elevar el ácido carbónico que se separa, y á fundir la porcion de tierra con que está mezclado, para dar lugar á la

precipitacion del cobre. Tambien pueden ensayarse estos minerales por la via húmeda, tratándolos con el ácido azóico que los disuelve completamente, precipitando el cobre por el hierro, ó bien por el carbonato de sosa, en cuyo caso 194 granos de precipitado contienen 100 partes de cobre.

16. Pero en las minas sulfurosas como las piritas de cobre, el cobre vidrioso, y el cobre gris, uniéndose el azufre de ellos con el álcali del flujo se forma un sulfuro, el cual disuelve parte del cobre de la mina; por cuyo motivo no separándose todo en la fundicion del ensayo, no se puede saber su cantidad. Además, estos minerales de cobre suelen contener otros metales, como plata, antimonio, arsénico, hierro, los cuales quedan mezclados con el cobre resultando éste agrio é impuro; y en cuanto á la plata, quedándose toda ella en el cobre resultante del ensayo, si juzgásemos de la cantidad de este metal precioso por lo que resulta del ensayo posterior de este, caeriamos en error atribuyendo aquella cantidad proporcional á todo el mineral de cobre.

17. El ensayo de estas minas piritosas se debe practicar por la via húmeda: á este fin se hace hervir el mineral pulverizado en cinco partes de ácido sulfúrico concentrado: se evapora el líquido hasta la sequedad, y se lava bien el residuo en agua caliente para disolver toda la sal resultante: de esta disolucion del cobre se separa la plata por medio de una lámina de cobre, y este se separa valiéndose de una lámina de hierro limpio, haciéndolo hervir en ella hasta que no precipite mas: el cobre precipitado se lava, se hace secar con un fuego muy lento y se pesa.

18. Los minerales de cobre que hacen el objeto de un tratamiento metalúrgico son: el cobre nativo, el protóxido, los cobres carbonatados, azul y verde, el cobre sulfatado, el cobre piritoso, en fin los cobres gris mas ó menos argentíferos. Las tres primeras especies basta fundirlas con carbon ó cooke, en un horno de manga, y mejor cuando están ó son suficientemente



puros, en un horno de reverbero, para extraer el cobre. Mas lo que tiene de sencillo el tratamiento de estas dos especies de minerales, tiene el del sulfuro de complicado. Se principia por tostar el mineral; operando sobre pequeñas ó grandes cantidades. En el primer caso se hace pedazos el mineral, y se tuesta entre tres muros bajo un cobertizo. En el segundo se dispone el mineral en pirámides truncadas, sobre un lecho de leña, colocando los pedazos mas gruesos en el centro y los mas pequeños en la superficie: dejando en medio de la pirámide, una canal vertical por la que se echan tizones encendidos, los cuales ponen fuego al combustible y este al sulfuro; resultando óxido de cobre, óxido de hierro, ácido sulfuroso y azufre. Se debe procurar que no se hagan aberturas en las paredes de la pirámide, pues los vapores deben salir siempre por la truncadura. Ordinariamente se hacen cavidades, sobre el plano de la parte superior, para recoger el azufre que se sublima; esta operacion dura algunas veces mas de un año. Por el primer método se termina mas pronto, pero no es tan completa como por el segundo; asi cuando se hace uso de él, se repite dicha operacion tres ó cuatro veces seguidas antes de proceder á la fundicion.

19. El mineral de cobre piritoso, tostado de esta manera, se debe considerar como una mezcla de óxidos de cobre y de hierro, combinado en parte con el ácido sulfúrico, y de cierta cantidad de sulfuro que se escapa sin tostarse. Se le trata en un horno de manga, con carbon de madera ó tierra, añadiendo cuarzo, si la ganga no tiene suficiente sílice, se acalora convenientemente y se obtiene en el baño de recepcion un producto llamado *mata*. Este producto está compuesto de cobre, hierro y azufre, es obscuro, frágil, y contiene menos hierro y azufre, y mas cobre que el mineral, siendo en este producto, donde se encuentra concentrado el cobre. Cuando los minerales son pobres, es indispensable la presencia de cierta cantidad de azufre en los residuos de la torrefaccion, á fin de reunir el metal, ó impedir que quede diseminado y perdido en una gran

masa de escorias: con el fin de poner el azufre á los minerales pobres no sulfurados, se les añade la pirita ó persulfuro de hierro.

20. De todos modos la masa obtenida así, se hace pedazos, y en seguida se somete á muchas torrefacciones, algunas veces á 8 y aun á 12, bajo los cobertizos, entre los tres muros; despues se funde de nuevo en un horno de manga, y muchas veces con cierta cantidad de cuarzo, á fin de oponerse á la reduccion del óxido de hierro y de facilitar la fusion: resultando cobre impuro, llamado *cobre negro*, una nueva masa y escorias formadas principalmente de sílice y óxido de hierro.

21. El cobre aunque negro sale maleable y suele suceder que contenga bastante plata para que se pueda extraer este metal con ventaja. La operacion que se practica se llama *licuacion*. Se funde el cobre en un horno de manga con tres veces su peso de plomo, y se forman unos panes que se llaman de *licuacion*. Puestos estos despues sobre unas planchas de hierro en el horno, á un calor moderado, entra en fusion la mayor parte del plomo que contiene, y arrastra tras sí, casi toda la plata que habia en el cobre. En seguida se ponen los panes, que quedan porosos y menos fusibles que lo eran antes, á la accion de un calor mas fuerte para hacerlos sudar, ó separar una nueva cantidad de plomo, estrayendo de este la plata, por medio de la copela. Los panes de cobre, libres de plomo y plata, se funden y afinan en hornos de reverbero, y sale el cobre puro y metálico, en planchas ó chispas, ó bien despues de variado se refresca para separarlo en rosetas.

22. En cuanto al cobre llamado de *cementacion* que se halla disuelto en el agua en estado de sulfato de cobre como sucede en Rio-Tinto, se beneficia con facilidad introduciendo en dicha agua planchas de hierro, las cuales precipitan el cobre metálico puro de aquel sulfato disuelto por tener el hierro mas afinidad con el oxígeno y el ácido sulfúrico, formándose en este caso un sulfato de hierro.

23. El arte y ciencia del minero consiste en saber apropiarse estas operaciones á la calidad del mineral, y así es que varían en todas partes según sus clases, por lo que describiremos un procedimiento general que pueda servir de base, advirtiendo solamente que cuando se obre con conocimiento, siempre se conseguirá el mismo cobre en su último grado de pureza, siendo una preocupación el creer que todas las minas no sean capaces de darle de una misma calidad.

24. La primera operación, que se practica con una mina de cobre, consiste en escogerla: 1.º separando los pedazos que tienen metal de los puramente pedregosos, y arrojar estos: 2.º apartando los que parezcan enteramente metálicos para remitirlos al horno: 3.º acumulando los que sean una mezcla de piedra y *mena*; por esta se entiende la parte de mina, que contiene el metal, y que forma dentro de ella varias ramificaciones más ó menos voluminosas, profundas y estendidas. Esta mezcla de *mena* y piedra se criba en unos harneros de red de alambre, cuyos agujeros sean de una pulgada en cuadro: y la parte más gruesa que quede en ellos sin pasar, se lava, poniéndola en cubetos que tengan por fondo una criba, cuyos agujeros sean de una línea de diámetro, y sumergiéndola repetidas veces los cubetos en una tina grande, ó estanque de agua: después de lavada así, se tenderá sobre tablas.

25. La parte de la *mena*, que ha pasado por la red de los harneros, se vuelve á cribar por otros, cuyos agujeros sean de 6 á 7 líneas: y lo que no pasa por ellos se lava, y pone sobre tablas separadas, del modo ya dicho. Lo que ha pasado esta segunda vez, se vuelve á cribar por harneros, cuyos agujeros sean de tres líneas en cuadro: lo que no pase por ellos se pone en una especie de artesilla, cuyo fondo está hecho de una red muy menuda de alambre delgado: y sumergiéndola y sacándola fuera del agua de la tina, y con otros movimientos, se consigue que quedando las partes metálicas en el fondo

suban á la superficie las que no contienen metal, y así se puedan separar.

26. De resultas de esta primera operacion se tienen pedazos gruesos de mena lavados sobre unas tablas; otros menores sobre otras tablas, el polvo que se ha precipitado en la cuba, y otras partes pedregosas, que se han separado; además del metal puro que se haya escogido, el cual se envia desde luego al horno. Los primeros y segundos pedazos de mena se repasan y aparta todo lo que es puramente metálico, que se envia á los hornos, y lo restante, con la parte pedregosa, se transporta á una especie de batan ó bocarte semejante á un molino de papel ó de pólvora (con la diferencia de estar los mazos herrados por sus cabezas) en dónde se muelen y reducen á partes menudas, que se lavan; (igualmente que el polvo de la cuba de la anterior operacion) en un lavadero compuesto de seis mesas un poco inclinadas y guarnecidos sus bordes de la propia madera que las mesas para contener el mineral: cada mesa está dividida por su longitud en dos partes por medio de otra tabla que la atraviesa; de modo que vienen á ser doce: el agua entra en ellas por medio de una canal pequeña que nace de otra mayor, de que se surten todas, y viene á llenar un espacio triangular, que está á la cabeza de cada mesa, del cual, lleno que esté, cae el agua sobre el mineral que está contenido en un espacio cuadrado, y lo lleva todo lo largo de la mesa por debajo de una tabla que hace esta separacion, y que para dar paso al agua y al mineral no toca al plano de la mesa: en esta se bate la mena con una especie de rasador, para que el agua lleve consigo las partes heterogéneas al salir por el otro extremo de la mesa por una abertura que forman sus bordes.

27. Las minas que se hayan de calcinar lo pueden ser al aire libre, ó en hornos sencillos, que se reducen á cuatro muros sin cubrir, con sus ventanas ó registros: en ellos se acomoda la mena en lechos alternados con otros de leña: la torrefaccion, quemada, ó calcinacion dura de 24 á 36 horas, y se re-

pite dos, tres, y hasta ocho veces, segun la calidad de la mina.

28. Sea que la mena se haya calcinado ó nó, se conduce al horno de fundicion que puede ser de varias especies; como los representados en las (láminas 26, 27, 28, 29 y 30) de los que se tratará luego.

29. Estos se cargan con una mezcla de mena, carbon, y escorias. Segun ciertas proporciones: las escorias se toman de la fundicion precedente: y el carbon se aumenta mas ó menos segun la mina: por lo comun la que se ha lavado ecsige mayor cantidad.

30. Lleno el horno hasta arriba de esta mezcla, se hacen andar los fuelles, y se deja siempre libre la abertura hecha bajo del muro anterior del horno. A proporcion que el metal se funde cuela en un reservatorio ó toralera que está debajo de la abertura, y echa en un macizo algo elevado del piso. Cuando hay en ella una cierta cantidad de metal, los obreros levantan y estraen con un instrumento de hierro, especie de pala, la parte superior que es vidriosa, ó compuesta de escorias: se continúa apartando estas superficies vidriosas, hasta que la toralera esté llena de materia metálica.

31. Ademas de esta toralera hay otra inferior, con quien tiene comunicacion; una y otra se embetunan interiormente con una mezcla de carbon y tierra fuerte ó arcilla: cuando la superior está llena, se abre la abertura, por donde se comunica con la inferior, y el metal entra en esta.

32. Luego que la toralera superior queda vacía, se vuelve á embetunar, ó cubrir de nuevo con el carbon y tierra: de modo, que esta cubierta tenga cerca de dos pulgadas de grueso, y se tapa la comunicacion con la inferior.

33. Cuando la materia contenida en esta segunda toralera se empieza á condensar, los obreros la estraen del modo siguiente, y con el órden que vamos á esplicar. Se principia quitando los lechos superiores, que son escorias: separadas estas, y luego que el metal haya criado una especie de costra, esto



es, que se haya cuajado la superficie, se rocía con agua, lo que hace fijar la materia hasta un cierto espesor y se eleva y estraee este lecho: y se continúa así rociando, y sacando lechos de cobre hasta estraer toda la materia contenida en la toralera. Se debe tener sumo cuidado con no rociar el cobre, mientras que no haya formado la costra superficial que se ha dicho, pues si por casualidad cae agua en él aun líquido, particularmente hacia las paredes del vaso que lo contiene, saltará con estrépito y precipitación causando varias desgracias.

34. El producto de esta primera fundición es una mezcla de cobre, azufre, y otras materias heterogéneas, y por lo tanto necesita para purificarse de muchas operaciones: estas se reducen á calcinar estas piedras con cinco, ocho, diez, y hasta veinte fuegos, según lo puro de ellas. Se entiende por un fuego, practicar en las piedras la misma operación que con la mina para su torrefacción: dos fuegos, reiterar una segunda vez esta misma operación; y así de los demás. Se tiene la precaución de dar el primer fuego con un simple lecho de rajas de madera, y de aumentar la cantidad de esta, á medida que se acrecienta el número de fuegos, porque cuanto mas azufre contengan las piedras, tanto mas tiempo debe durar el fuego, y se ha de proceder con mas lentitud.

35. Las piedras ya calcinadas se vuelven á fundir en el horno, igualmente que se ha dicho de la mena, con sola la diferencia de disminuir la acción de los fuelles, para que el fuego no sea tan activo: la materia corre á una segunda toralera de donde se estraee en planchas, y se obtiene un poco de cobre negro, y unas segundas piedras de cobre.

36. Estas se calcinan de nuevo con cuatro ó cinco fuegos, y se vuelven á fundir, con cuyas operaciones se obtiene un poco de cobre negro, y unas terceras piedras mas ricas que las precedentes. Vueltas estas á calcinar por cinco fuegos y á liquidar, producen tres cuartas partes de cobre negro, y otras piedras aun mas ricas.

37. El órden descrito seria el que se practicaria en un horno en que se trabajase por la primera vez; mas los procedimientos son muy diversos en los hornos ya corrientes, en que se funden sucesivamente todas las espresadas especies de piedras de cobre, y al fin la mena.

38. Aun cuando en la toralera inferior se reunan los productos de distintas piedras de cobre, no resultará el menor inconveniente; porque el cobre negro ganará el fondo de la toralera, y sucesivamente hasta la superficie irán siendo menos ricas las planchas de piedra de cobre.

39. Los productos, pues, de estas diversas operaciones son escorias, piedra pobre, piedra mediana, piedra rica y cobre negro. Todas estas piedras de cobre se conocen en la metalúrgia por el nombre de *matas*.

40. El cobre negro es el estado último á que se llega á reducir la mena y piedras, con repetidas calcinaciones y fusiones; pero ni aun asi es un metal puro, sino que contiene algo de azufre, plomo, hierro, y algunas veces zinc, de que es preciso despojarle, haciéndole sufrir una operacion llamada afinacion, la cual se ejecuta en un horno de reverbero: mas el grado de afino que se dá á los cobres para espenderlos en el comercio, que regularmente es el de á punto de martinete, no es suficiente para la construccion de las piezas de artillería; asi es que todo el que se compra en nuestra fundicion, antes de emplearlo, se le hace sufrir un nuevo grado de afino, llamado, á punto de artillería.

41. Todos los procedimientos que deben practicarse en el afino del cobre, han de tener por objeto hacer evaporar las substancias volátiles con que puede estar unido, como el azufre, el arsénico, el antimonio &c., y escorificar las fijas como el plomo, el hierro &c. con la menor pérdida del mismo cobre, privándole por estos dos medios, de todas las materias que le han quedado despues del beneficio del mineral, y pueden alterar sus buenas cualidades, cuales son las referidas y algu-

nas otras; porque las cortas cantidades de oro y plata que suele encontrarse en algunos cobres, ademas de ser imposible privarles de ellas por tales medios, en nada perjudican sus propiedades esenciales.

42. Esta operacion puede practicarse en copela la cual está representada en la (lám. 16), cuya figura 1.<sup>a</sup> dá á conocer las canales  $MG$ ,  $KL$ ,  $PQ$ , que dan salida á la humedad, construidas bajo la copela  $A$  y toralera  $B$  de la 2.<sup>a</sup>, en la que se vé el plano de la fragua con el grueso de sus paredes  $k$  y tirantes  $s$  que las sujetan, y la toralera  $T$ : la figura 3.<sup>a</sup> que es su elevacion de frente con su chimenea  $X$ , tiene su gran puerta  $zPz$  que se cubre de medio arriba con una plancha de hierro para resguardar á los bocacopelas de la accion del fuego, y alrededor de la tobera del macizo  $TRQ$  de ladrillos refractarios: finalmente en el perfil de la 4.<sup>a</sup> se vé el macizo  $dm$  de ladrillos refractarios puestos de canto, el cajon  $dmne$  relleno de carbonilla fuertemente apisonada donde se abre la copela con una cuchilla corva, y el fuelle doble  $V$  con su balancin  $X$ ; pero es mucho mas ventajoso, hacerla en hornos de reverbero, que sobre ocasionar menos pérdidas, produce un ahorro considerable de tiempo, jornales y combustible.

43. Estos hornos son muy comunes y no se diferencian de los de fundir artillería, sino en ser mucho mas pequeños, en que su solería en lugar de ser firme de ladrillos ó piedras refractarias, como lo demas de su interior, se hace de carbonilla que puede renovarse con facilidad, en el corto tiempo de medio dia, siempre que llegue á descomponerse; y en que tiene adoptado un gran fuelle que arroja sobre el cobre fundido, en cierto periodo de la afinacion, un chorro continuo de aire.

44. Su capacidad debe ser relativa al uso á que se destina el cobre que se somete al afino: si se ha de reducir á rosetas para luego trocearle en pedazos pequeños, y poder emplearlo de este modo en cantidades sujetas á pesos determinados, que es el único fin de esta reduccion; la cabida del horno no debe

pasar de 50 quintales porque la maniobra de reducir mayor cantidad á dicha forma, sería muy penosa, y los operarios además del excesivo trabajo y fatiga que sufrirían de parte del fuego, estarían demasiado tiempo espuestos al peligro que siempre hay en ella, de alguna esplosion funesta. Un horno cuyo diámetro interior sea de 6 á 7 pies, es proporcionado para afinar de 35 á 36 quintales de cobre de cada vez.

45. Los que sirven en la fundicion de artillería tienen este diámetro, son circulares, y estan cubiertos de una bóveda esférica del mismo diámetro. Esta figura no le es esencial: pudiera tenerla ovalada, elíptica, ó semejante á estas, sin que por esto dejara de surtir el mismo efecto.

46. La (lám. 17) representa uno de estos hornos llamados de *afino*. En el plano y perfil de las figuras 1.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> se vé el cenicero *H*, las parrillas *a*, la meseta *DE* cubierta del recodo curvo del hogar que dirige la llama á la caldera *C*, la tobera *K*, para introducir el cañon del fuelle *M*, los respiraderos *J*, que van á parar á la chimenea y el *g*, que corresponde al mirador *x* con la canal *e* por donde sale el metal á llenar las vaciaderas *S*, y las canales *o, m, n*: en la 2.<sup>a</sup> que es su elevacion por su única puerta *Y*, se representa la chimenea *P*, las levas *N, R*, para levantar las compuertas de hierro que abren dicha puerta y la del hogar *G* por donde se introducen las rajas de leña y las cabezas de los tirantes *V* que se sujetan por los montantes *s*.

47. Los hornos para afinar cobre y los destinados á fundir artillería, solo se diferencian en sus dimensiones; pues por lo demas están construidos bajo unos mismos principios, los cuales no son conformes con los que se siguen actualmente en todas partes, como se hará ver cuando tratemos de los hornos para fundir bronce, siendo aplicable cuanto digamos sobre estos hornos á los destinados á la afinacion del cobre.

48. La carbonilla con que se forma la solería del horno, es una mezcla de tierra arcillosa refractaria, arena tambien

refractaria y carbon de pino, todo molido y bien tamizado en cierta proporcion, que debe variar segun la calidad de la primera. Si las tierras arcillosas, por ejemplo, son algo areniscas, debe ponerse menos cantidad de arena, y al contrario si son muy arcillosas. La carbonilla que se emplea en la fundicion se compone de

Tierra arcillosa, espuestas terreras. . . . .	100
Arena, idem. . . . .	12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Carbon de pino, idem. . . . .	25

49. La tierra arcillosa se trae de Villanueva, que dista una legua de la fábrica, y la arena, de los barreros colorados frente de la Torrecilla, distante una y un cuarto leguas de la misma.

50. Estos ingredientes se mezclan y trituran bien en seco, y despues se humedecen de modo que formen cuerpo al apretarlos con la mano, como las arenas de moldear, para lo que tienen bastante con once cubos de agua.

51. Deben estar exentos de toda materia fundente y vegetal no carbonizada, porque la primera haria fundir la carbonilla, y la segunda la haria rajar ó levantar con el fuego, y en ambos casos se podria alargar la operacion, ó desconcertarla enteramente, en particular con el segundo.

52. Encima del plano interior del material del horno, se pone una tongada de tierra arcillosa de unas 7 pulgadas, bien apretada, la cual forma una primera solería, con la misma inclinacion hácia la sangria, que la que deba tener la que se forma de carbonilla, encima de esta: tambien se puede hacer dicha solería con arena de moldear. Hecha y preparada la carbonilla con las atenciones indicadas, se introducen en el horno dos operarios y la reparten sobre la primera solería, apisonándola y apretándola bien, con pisonos de madera de punta de limon, y despues con pisonos de hierro; formando con ella la



solería que ha de recibir inmediatamente el cobre, y ha de tener la figura de un fondo de caldera, con inclinacion suficiente hácia la sangría, para que cuando se abra para sacar el cobre ya afinado, salga todo sin que quede nada dentro por falta de nivel. Antes de principiar á introducir la carbonilla en el horno, se coloca en la tobera de la sangría un palo redondo de  $1\frac{3}{4}$  pulgadas de diámetro con la misma inclinacion continuada que tiene la solería del horno por la parte inferior; de modo que forme un vacfo y deje  $2\frac{1}{3}$  pulgadas de espesor de carbonilla en esta parte, que es por donde se ha de sangrar el horno para dar salida al metal, cuando esté afinado. Para que los operarios puedan dar á la solería la capacidad y figura conveniente, se les dan dos plantillas hechas de tablas para que se arreglen; la primera del perfil tomado desde el centro de la meseta de la hornilla al de la sangría, y la segunda del que corta perpendicularmente por el centro al primero.

53. El espesor de la carbonilla que forma el plano del fondo de la solería debe tener 5 pulgadas 10 líneas de grueso.

54. Es preciso tener el mayor cuidado en que la carbonilla quede bien apisonada y apretada, formando toda un cuerpo bien unido, pues de lo contrario se levantaria la solería cuando está el cobre fundido, malográndose así la afinacion. Para evitar este accidente se formará la solería en tres veces: en la 1.<sup>a</sup> se pondrá una tongada igual de carbonilla sobre la 1.<sup>a</sup> solería, y se apretará suficientemente: en la 2.<sup>a</sup> otra tongada sobre la 1.<sup>a</sup> formando al mismo tiempo el parapeto delante del hogar; y en la 3.<sup>a</sup> el cordón ó borde todo alrededor de la solería, hasta que su altura se iguale con el nivel de la puerta. Hecha la solería con estas atenciones, se carga el horno con la cantidad de cobre proporcionada á su capacidad, en cuya operacion no hay que tener otro cuidado que el de que los torales descansen sobre unos trozos de ladrillos, para que estando algo levantados, den lugar á que la llama bañe la solería, la seque y enrojezca antes que

empiece á fundirse el cobre, para que la encuentre bastante acalorada al caer fundido sobre ella, pues de no estarlo, se coagularía y formaría una masa que costaría mucho liquidar, lo cual entorpecería la operacion.

55. La carga debe estar colocada de modo que deje libres los respiraderos del horno y la boca del hogar, porque de lo contrario no tendría el fuego la actividad necesaria para fundir el cobre. Tambien se ha de cuidar que los torales estén bien colocados unos sobre otros, á fin de que al ablandarse los inferiores, no se precipiten los superiores sobre la solería, quebrantándola con el golpe. La carga debe ser tal que despues de fundido el cobre y de haberlo escoriado, quede el baño una pulgada mas bajo que el borde inferior de la tobera del fuelle, siendo esta una de las atenciones que no debe despreciarse para que la afinacion siga un curso regular; porque si el cobre llega á la tobera por donde entra el viento, se pega á ella y la obstruye, y desviando con esto la direccion del chorro de aire, no le deja chocar sobre el cobre con la fuerza que necesita: y si está bajo, se subtrae de su accion tanto mas, quanto mas bajo se halle, hasta reducirse á nada y no poder hacer la afinacion, pues sin una corriente de aire que agite el cobre con una fuerza proporcionada, no se verifica esta operacion al menos con el rigor que exige en las afinaciones para la fundicion de artilleria. El afino de este metal, tiene por objeto despojarle en tales términos de todas las materias estrañas que puedan perjudicar sus cualidades, que diste muy poco de estar enteramente privado de ellas.

56. Otra atencion no menos esencial que la indicada, es la de que colocada la solería del horno, se debe cargar inmediatamente y darle fuego antes que la carbonilla tenga lugar de secarse espontaneamente, en cuyo caso se grietearía y quedaria inútil.

57. Cuando la solería es nueva, es preciso que el fuego sea lento al principio para dar lugar á que se seque y acalore á la par del cobre. Si por falta de este cuidado sucediese que el

cobre empezase á fundirse antes que la solería tuviese el grado de calor necesario para mantenerle fundido, se remediará este accidente disminuyendo el fuego ó parándole del todo por algun tiempo, siguiendo despues como anteriormente con este simple procedimiento se consigue equilibrar el calor entre el metal y la carbonilla, y restituir á su debido curso la operacion, de cuya buena direccion es siempre una señal constante, en esta primera época del afino, la uniformidad del color de la solería y la carga; asi como lo es de su desarreglo la desigualdad de dichos colores. Suele haber en esto la preocupacion de creer que acumulando combustible en el hogar, es como se activa el fuego en los hornos; pero con esto solo se consigue hacer humo. El modo de acelerar el acaloramiento de un horno de reverbero consiste en no echar en el hogar mas combustible que el que pueda consumir. La llama es el indicante seguro del estado del horno: cuando en su capacidad hay poco humo es señal de que se le suministra únicamente el combustible necesario; pero la abundancia de aquel manifiesta que se le suministra en exceso el combustible.

58. Despues de todas estas advertencias, de las que no se debe despreciar ninguna para asegurar el buen éxito de la operacion, se continúa el fuego con toda actividad hasta poner el cobre en entera fusion y liquidar bien las escorias, á fin de que se despojen de todo el metal que contengan en sí. Si las escorias son refractarias, lo que se conoce cuando despues de haber sufrido por algun tiempo la accion del fuego se mantienen enteras, se acelera su liquidacion por medio de un fundente. Una arena compuesta de granos cuarzosos, calcáreos, y aluminosos, cual es la de muchos rios, torrentes &c., es el fundente mas á propósito en este caso. Su cantidad debe ser proporcionada á la de las escorias, y no puede errarse si se empieza echando una palada y aumentando la dosis segun la resistencia que se observa en la liquidacion de las mismas escorias. Luego que estas estén bien líquidas, se sacan con un escoriador que debe ser de ma-

dera y no de hierro porque este metal se disuelve en el cobre fundido y es una de las materias de que debe purgarse, y lo que mas se resiste á la afinacion. Si las escorias hubieren tomado el grado de fluidez que conviene, no podrá asirlas el escoriador; pero echando encima alguna palada de la misma carbonilla humedecida, ó de arena, se espesarán y dejarán arrastrar por el escoriador. Esta maniobra de escoriar se repite cuantas veces sea necesario, hasta dejar el baño limpio de escorias. Cuando ya el cobre no arroja mas de estas primeras escorias, que son muy distintas de las que se forman despues en la 2.<sup>a</sup> época de la operacion, que está bien suelto y acalorado el cobre, se le suministra el viento dirigiendo la busa sobre el baño con un poco de inclinacion para producir un chorro de aire contínuo hasta acabar la afinacion. El objeto de este procedimiento es mantener el baño descubierto de las pocas escorias que siempre nadan sobre él y en suficiente agitacion, para facilitar por este medio, la evaporacion de las substancias volátiles que puede contener, é introducir una porcion de oxígeno para acelerar la oxidacion y escorificacion de las fijas. Cuando el chorro de viento no puede producir este doble efecto de mantener el baño descubierto y agitado, es señal de que el cobre no está bastante acalorado, ó desembarazado de escorias, y es preciso remediar este defecto volviendo á escoriar ó acalorando mas el metal, pues de lo contrario poco ó nada adelantaria en su afino. Desde que se hace andar la máquina de viento, debe seguirse la máxima en la aplicacion del fuego, de que se mantenga en un estado medio de actividad, sin acelerarlo ni retardarlo: siempre que se hayan ejecutado bien los procedimientos esplicados hasta aqui, aquella surtirá todo su efecto y la depuracion del cobre, se hará con facilidad apareciendo nuevas escorias muy líquidas que se irán formando continuamente, y cubrirán todo el baño, menos la parte donde el viento ejerce su accion inmediata, de las cuales es preciso limpiarle de tiempo en tiempo, siempre que se vea que van á acabar de cubrirle

del todo, sacándolas con el escoriador del modo referido: prosiguiendo la accion de la maquina y la maniobra de escoriar, se llegará á una época en que el cobre habrá adquirido todo el grado de pureza que puede desearse. Los que tienen práctica en dirigir esta clase de operaciones, tienen muchas señales casi infalibles y demostradas por la esperiencia, por medio de las cuales vienen en conocimiento no solo del grado de pureza del cobre, sino tambien del estado de la operacion, y del curso que sigue en cualquiera época de su afino. Regularmente, aunque no siempre, cuando la operacion ha sido bien conducida, á cierto tiempo de haber empezado á ejercer su accion el viento, es tan abundante la evaporacion de las materias volátiles, que el cobre se pone en un estado de ebullicion muy sensible á la vista y al oido, advirtiéndose elevarse hasta la bóveda del horno las gotas de cobre, y si la puerta está abierta suelen salir por ella en forma de una menuda lluvia, que si se recoje en una pala fina de hierro, se coagulan en globulitos de la figura de garbanzos: siendo esta una de las señales de que la afinacion va adelantando, y de que se acerca á su fin, cuando cesa dicha ebullicion.

59. Entre otras señales que dá el cobre del estado en que se encuentra su afino durante el curso de esta operacion, la mas espedita, segura y fácil de conocer, es la que se toma de las muestras que se sacan por medio de una varilla de hierro redonda de unas 7 líneas de grueso y  $3\frac{1}{2}$  pies de largo, algo mas gruesa en sus extremos redondeados, la cual se introduce en el horno por la tobera del fuelle, sin que pare este, despues de haber limpiado y calentado uno de sus extremos, sumergiéndola como dos pulgadas dentro del baño, y retirándola con presteza para apagarla con la misma, dentro de un cubo de agua fria que debe estar á la mano. La costra de cobre en forma de canuto que se saca pegada á ella, y es lo que se llama *prueba*, denota por su superficie exterior, por su color, el de la fractura, su grano y el espesor de la misma el estado de pureza en que se encuen-



tra el cobre en cualquiera época de su afinación en que se han sacado dichas pruebas.

60. Es inútil sacar muestras antes de dar el viento, porque aunque el cobre cuando contiene materias volátiles empieza á depurarse de ellas desde que llega á enrojarse y á desembarcarse de las substancias estrañas que envuelve en estado de mezcla, ó desde que principia á espeler las primeras escorias; sin embargo de esto la separación de las que contiene en el de combinación, particularmente las fijas, no empieza á verificarse hasta que habiendo adquirido un buen grado de calor y mucha soltura se le agita por el soplo del viento, siendo por consiguiente escusado sacar muestras hasta algún tiempo despues de haber hecho andar este, y que su acción mantenga el baño despejado, respecto á que hasta entonces no empieza la verdadera afinación. Con todo será bueno que los que empiezan á observar esta especie de trabajos conozcan las muestras tomadas en esta primera época para que puedan distinguirlas bien de las que se toman en los últimos periodos de la afinación. Las que se sacan despues de haber empezado á obrar la máquina suelen tener mucho espesor, la superficie exterior es unida y lisa, de un rojo triste, semejante al de nuestra moneda de vellón antigua, la superficie interior desigual, de un color sucio, y con manchas aplomadas.

61. A medida que se adelanta la operación las muestras son mas delgadas, la superficie exterior se pone áspera y su color rojo se alegra, la interior se limpia y tiene un color variado con manchas plateadas y amarillas de color de latón. En las muestras consecutivas á esta se aclara el color y se pone mas rojo, la superficie exterior va perdiendo mas su aspereza; pero se va llenando de agujeros parecidos á los puntos de malla, y prosiguen en el interior las manchas plateadas y amarillas.

62. Continuando la operación se toman muestras de media en media hora, y se verá que van desapareciendo los agujeros, que el color de la superficie exterior se va poniendo reluciente,

y que disminuyen en el interior las manchas amarillas y plateadas. Cuando las muestras salen de un color claro ú oscuro (en lo que hay variedad segun la calidad del cobre) pero reluciente en el exterior, con la superficie unida y lisa, y con algunas eminencias, conservando todavia algunas manchas plateadas y amarillas en la superficie interior, entonces el cobre está en el estado de afinacion llamado de *martinete*; es decir que si se ha de emplear en planchas, pernos y demas obras en que ha de batirse ó limarse está ya bastante afinado para estos usos.

63. Se hace preciso repetir, que debe limpiarse el baño siempre que las escorias van á acabar de cubrirle, y prevenir al mismo tiempo que despues de escoriar no deben sacarse muestras inmediatamente porque entonces no marcan nada; pues se turba y desconcierta la operacion con esta maniobra, tarda en restablecerse su curso cerca de un cuarto de hora, y pasado este tiempo pueden volverse á examinar las muestras.

64. Si estas se prosiguen sacando se notará que el color de la superficie exterior se oscurece mas y mas, y pierde su vivo reluciente, el de la interior toma intensidad, se uniforma y va limpiándose de las manchas plateadas y amarillas.

65. Por fin, llega una época en que las muestras salen como arrugadas y de un color rojo, intenso y uniforme en la superficie interior sin manchas amarillas ni plateadas, y si hay algunas serán de color rojo sanguíneo muy subido, la fractura compacta y de un color rojo oscuro.

66. En este caso el cobre ha llegado á tal grado de afinacion, que en vano se pretenderia querer adelantarla mas, porque los cortos restos de materias estrañas que siempre le quedan, sobre ser en tan corta cantidad que en nada pueden perjudicar á sus buenas cualidades, cualquiera que sean los usos á que se le destine, es imposible privarle de ellas enteramente por otros medios que los de la disolucion en los ácidos, y otros puramente químicos é impracticables en cantidades grandes: y si se prosigue la operacion solo se conseguiria ha-

cer sufrir al cobre unas mermas considerables é inútiles.

67. Cuando el cobre no está muy impuro aparecen estas principales señales á las cinco horas de haber empezado á operar la máquina de viento, pero no es una regla fija, pues su duracion está en razon de su impureza.

68. El cobre sobrecargado de los cuerpos que habitualmente le acompañan, no dá en las primeras muestras las señales que acaban de indicarse, y es preciso atenerse á las de las muestras últimas, que nunca faltan, y aplicar todos los conocimientos, segun se ha explicado, hasta que estas sean de la naturaleza que se ha dicho; lo que sucederá luego que el cobre se haya despojado de las substancias que alteraban su pureza; siendo muy importante conocer precisamente el instante en que el cobre está afinado, porque si se continúa acalorándolo cuando ya está puro, se hace agrio, y para volverle su dulzura, es necesario calentarlo algun tiempo más con carbon.

69. En llegando el cobre al grado de depuracion que se apetece, se le reduce á ciertas formas segun los usos á que se destina. La reduccion á rosetas, no tiene otro fin que el de poderse trocear para hacerlas pedazos y fundirlas en pequeñas ó grandes porciones. Para esto se sangra el horno por la tobera de la sangria, con un punzon de hierro, y en la direccion del vacio que se ha dicho debia dejar el palo que se colocaba en ella al formar la solería, abriendo en esta un agujero proporcionado para que pase el cobre á las tres grandes vaciaderas ó recipientes que están formadas en la fachada delantera del horno: estas vaciaderas son de tierra amarilla bien apisonada, ó de la misma carbonilla con que se construye la solería del horno, bien seca y bien preparada; y luego que empieza á coagularse el baño en la superficie superior, se rocía con un poco de agua para que forme costra, y dos operarios la suspenden con dos formones de hierro, recibéndola otro con un instrumento tambien de hierro en forma de tenedor de dos

puntas que introduce entre ella y el baño, y con el cual arrastra la roseta hasta el borde de la vaciadera, de donde la conducen dos operarios con una palanca atravesada por debajo de la roseta y tenedor, ayudando así al que sostiene este: esta costura sacada de este modo, es lo que se llama roseta. Estraida la primera se forma otra de la misma manera, que se saca por el mismo orden y así sucesivamente hasta llegar á una corta cantidad de cobre que queda en la vaciadera que llaman los operarios *Rey*. Si al sacar las rosetas se apagan con agua, resulta de un color rojo hermoso, y si se deja enfriar al aire libre de un rojo obscuro, triste y feo. Esta diferencia proviene de que las rociadas con agua, por el enfriamiento repentino, sueltan la costrilla de óxido que se forma sobre el cobre referido, y queda la superficie metálica descubierta y en su color natural. En esta operacion por mucho que sea el cuidado y precaucion con que se ande, nunca será demasiado, porque si el operario levanta la roseta antes de tener la superficie bastante resistencia, y estar evaporada toda el agua con que se ha rociado, puede romperse en pedazos, que con su caída, introdujesen en el baño acalorado una porcion de agua, que reducida á vapor repentinamente, produciria quizás una esplosion terrible que podria originar mucho daño. Actualmente en la fundicion en lugar de las vaciaderas se forman dos toraleras las cuales son de ladrillos, y soltando el cobre despues de afinado se llenan y queda reducido á torales, quedando concluida la operacion; ahorrándose por este medio el mucho tiempo que gastan los operarios en la extraccion de las rosetas.

70. La primera afinacion, que se hace en un horno con solería nueva, suele durar de 12 á 15 horas con cobres de mediana calidad, pero como para las consecutivas se halla caliente el horno suelen durar de 8 á 10 horas cada una.

71. Cuando la carbonilla es de buena calidad, está bien hecha la solería y el cobre contiene pocas materias fundentes, pueden hacerse seis ó siete afinaciones sucesivas, sin tener que

renovarla, pero en faltando a'guna de estas circunstancias, se hace mas frecuente la renovacion.

72. De todos modos, es indispensable reconocer la solería despues de cada afinacion, y hallándola rajada ó levantada alguna parte de ella, se debe hacer de nuevo por no aventurar la afinacion siguiente, en la que tal vez habria que sacar el cobre á medio afinar.

73. Es preciso que los operarios estén prevenidos para si ocurriese este accidente que suele suceder algunas veces aun en las fabricas mejor dirigidas: sabiendo sangrar el horno por mas abajo de la tobera ordinaria para dar salida al cobre, pues de otro modo, se tendria que desbaratar el horno que sería mucho peor.

74. Acabada la primera afinacion, se limpia bien al agujero de la sangría, del cobre que haya podido quedar pegado á sus paredes, y despues se cierra con carbonilla fresca bien apretada con el extremo de un palo, por la parte de afuera; se vuelve á cargar, se da fuego al horno, y se repiten las mismas operaciones que acaban de esplicarse hasta que el cobre adquiera el grado de afino que quiera dársele.

75. Por medio de estos procedimientos puede ponerse toda clase de cobres en cualquier grado de pureza, pues no hay ninguno por impuro que sea, que se resista á ellos; advirtiendo que cuando entre los cobres que se afinan hay algunos torales de muy mala calidad, es ventajoso separarlos, porque uno ó dos de estos, harán durar mucho la operacion, por cuyo motivo vale mas dejarlos aparte y cuando haya para una carga afinarlos juntos. La esperiencia ha demostrado tambien que es mas económico tratar estos torales con separacion, que repartirlos en las primeras cargas como se practica en algunos establecimientos.

76. Las escorias de las segundas, terceras &c. afinaciones que se hacen con una misma solería, son mas abundantes que las que se producen de la primera cuando es nueva, lo que



proviene de que en las primeras afinaciones está el horno limpio y la carbonilla es nueva, resistiéndose mas estos materiales á la vitrificacion; lo que no puede suceder en iguales términos en las posteriores por razon del calor que ya han sufrido, y de las materias fundentes que se han agregado en las otras, por cuyo motivo se componen casi enteramente dichas escorias, de la tierra de los ladrillos de que está construido el horno, y de la carbonilla que se ha vitrificado.

77. Los adelantamientos de la química han dado á conocer otro método de afinar los cobres, fundado en la menor afinidad de este metal con el oxígeno respecto al hierro, estaño y otros metales; y en la desoxidacion de todos ellos por medio del carbon. Este método se reduce á poner el cobre en un horno de reverbero, y á calentarle poco á poco hasta que se funda. En este estado todos los cuerpos mas volátiles como el azufre, arsénico, &c. se subliman, y presentando el baño una gran superficie á la corriente del aire atmosférico, se van sucesivamente oxidando todos los metales que tienen mas afinidad con el oxígeno subiendo á la parte superior con un aspecto térreo. Al cabo de cierto tiempo se echa sobre el baño una capa ligera de sílice molida, la que siendo pura no experimentará alteracion por el fuego, pero con el contacto de los óxidos metálicos se funde y vitrifica, y en este estado se dá un fuego mas fuerte para que pueda entrar en fusion con todo cuanto nada en el baño. Cuando se ve que dicha fusion es completa, se separa esta capa, y aparece la superficie del metal. En seguida se echa carbon vegetal reducido á partes menudas, que roba el oxígeno á todo el cobre con quien está en contacto, y cuando se ha quemado se remueve el baño con un palo de madera verde llamado en nuestra fundicion *berlinga*, el que al tiempo de quemarse desprende su humedad, su savia, y demas principios capaces de trasformarse en gases, que ocasionan una especie de agitacion en el metal, obligando á que suban á su superficie las partes que no habian

estado en contacto con el carbon. Se echa este de nuevo, y se continúa berlingando, hasta que sacando un poco de cobre se note despues de frio que su fractura es fibrosa.

78. Hay otra especie de cobre en el comercio, que se vende bajo el nombre de cobre del Perú, y es de los mas impuros; por lo que antes de afinarle por el método que se acaba de esponer, es preciso practicar con él las operaciones siguientes. Se le coloca en un horno de reverbero, y se le dá poco fuego para que no se funda, y sí solo se ablande: durante este tiempo el azufre y los metales volátiles se disipan y los demás se oxidan en la superficie de la masa. A proporcion que el cobre tenga menos aspecto de fusibilidad, se aumenta el fuego para acelerar la oxidacion de los metales mas susceptibles de ello, y en seguida se le hace entrar en fusion dándole mucho fuego: luego se hace uso de la sílice, como en el afino anterior, y se cuele el metal en panes mas pequeños que ya tienen un primer grado de purificacion. Esta operacion se repite cuantas veces sea necesario, para dejar al cobre en estado de sufrir su último afino por el medio anterior.

79. Este método usado ultimamente en Francia, dice Gaspar Monge, es el mas adecuado para libertar al cobre de su mezcla con toda clase de metales blancos, hasta del plomo que le hace sumamente agrio; así que un fundidor inteligente puede sacar partido de cuantos cobres se le entreguen, afinándolos hasta el grado que sea necesario para sus usos en la sociedad.

80. En la fundicion de Sevilla se han fabricado en el año 1781 dos cañones de bronces afinados en Puerto Real con carbon de tierra ú hornaguera, y se han hallado de tan buena calidad como los hechos de bronces afinados con carbon de brezo ó pino: aunque cuando se ligaron los cobres con el estaño correspondiente, operacion en que se afinan mas, se usó de carbon de brezo. Pero careciendo de otras noticias particulares de este afino hecho con misterio, no es posible formar juicio de

si efectivamente la hornaguera será útil para los afinos, y mas en vista de lo que contra su uso espresan varios autores, y entre otros Hellot, que en dos de sus notas puestas á la traduccion de Schlutter, dice tomo II, página 114. "Está confirmado por esperiencias hechas en Francia, que euando se funde la mina de cobre con hornaguera, produce mucho menos que con carbon; y que un horno de reverbero inglés calentado con haya, y aun con gavillas ó leña menuda, hace producir á la mina de plomo 10 por 100 mas, que si se calienta con hornaguera, cuyo azufre destruye y reduce á escorias una parte de metal, cualquiera que sea, esceptuado el oro." Y página 160. "Se ha querido introducir en 1748 en la estraccion de una mina de cobre el uso de la hornaguera, tanto para su torrefaccion como para la fundicion del mineral: se ponía sobre la leña en la quema ó torrefaccion de la mina, y se mezclaban nueve partes con una de carbon, en el horno alemán, para la fundicion: pero aconteció lo que se debia preveer. El azufre de la hornaguera reunido al de la mina destruía parte del cobre, y causó pérdidas considerables á los mineros que se vieron obligados á abandonar este método que se daba por nuevo, aunque habia estado introducido en otra parte mas de veinte años antes, é igualmente abandonado. Sin embargo, en Inglaterra se emplea frecuentemente la hornaguera en las operaciones metalúrgicas, lo que puede provenir de alguna de estas dos causas, ó de tener conocida alguna otra substancia á que se una el azufre, evitando asi que obre contra los metales, ó de que la escasez de leña obligue á valerse de la hornaguera, no obstante el desperdicio ó merma de metal que ocasiona.

81. Finalmente los que quieran imponerse á fondo en esta materia, y saber los diversos modos que se practican para la estraccion y afino del cobre, podrán acudir al tratado de la *fundicion de las minas* de Schlutter traducido al francés y añadido por el citado Hellot; y tambien á Schwedenborg *de cupro*;  
Tomo II.

y entre los modernos al Diario de las minas publicado en Francia y otros.

82. Estando fundado el único y mejor medio de separar el hierro que puede hallarse en combinacion con el cobre, en la mayor afinidad de aquel metal para con el oxígeno, hemos dicho que se procura luego que está fundido el cobre, mantener un chorro continuo de aire que hiera su superficie oblicuamente para proporcionar al hierro el oxígeno necesario á su oxidacion.

83. Con este objeto estaban auxiliados los hornos que se emplean en el afino del cobre en la fundicion, de un fuelle barquino grande de doble bálbula, movido por dos hombres con un trabajo sumamente penoso.

84. Lo costosas que son estas máquinas, por las recomposiciones que exigen continuamente, y su imperfeccion, pues produciendo poco viento hacen que se tarde mucho tiempo en las operaciones metalúrgicas, y por consiguiente que al mayor trabajo de los operarios se una su mayor costo, y el del consumo de combustible; y sobre todo los grandes progresos que ha hecho la mecánica en estos últimos tiempos, han desterrado su uso de las fábricas en que dichas operaciones se hacen en grande; substituyendo en su lugar máquinas de viento de hierro colado de cilindros de doble efecto, movidas por medio del agua, vapor, ó la fuerza animal, que siendo la mas dispendiosa no se debe hacer uso de ella, sino en un caso estremo.

85. El plano de dicha máquina, y sus elevaciones por el frente y costado de ella, están representadas en la ( lám. 18 figuras 1.<sup>a</sup> 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup>); su mecanismo es el siguiente: movido el árbol *A* ( fig. 3.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> ) por la fuerza motriz, pone en movimiento la rueda dentada sujeta á él, la cual por medio de sus dientes comunica su movimiento á las ruedas dentadas *B*, las cuales arrastran en el suyo á las *C* que están sujetas á su eje. Estas tienen inmediatos á su circunferencia unos bolones fijos *R* en los que dan vueltas los extremos de las

barras *D*, que hacen subir y bajar el cabezal *E* verticalmente por medio de las barras *G*, y dicho cabezal hace mover con él las barras *F* á que están sujetos los émbolos que se hallan dentro de los cilindros *H*: al bajar dichos émbolos se abren las válvulas *Y*, manteniéndose cerradas las *L* que están á los extremos de los tubos curvos *O*; por consiguiente se llena de viento todo el cilindro por la parte superior del émbolo, y al subir se cierran las válvulas *Y*, se abren las *L*, y pasa el viento por dichos tubos curvos al tubo *M*: durante el movimiento de ascension del émbolo, se abren las válvulas *K* que están en el fondo de los cilindros, manteniéndose cerradas las *J* que se hallan al extremo de los tubos curvos *P*, y se llena de aire el cilindro por la parte inferior del émbolo: al descender se cierran las válvulas *K*, y se abren las *J*, y por este movimiento continuado, el aire pasa al tubo *M*, de él al portaviento *N* que lo conduce al horno: para que el chorro de aire sea continuo, están dispuestos los émbolos de modo que un momento antes que el uno empiece á subir, empiece el otro á bajar; y así alternativamente.

86. El diámetro de los cilindros es de 2 pies, 8 pulgadas, 10 líneas; la subida del émbolo 3 pies, 3 pulgadas, 4 líneas, 6 puntos, por consiguiente el volúmen de aquel será de 19,29 pies cúbicos; así que, dando la máquina 20 golpes por minuto, producirá 1343 pies cúbicos de viento en dicho tiempo: por lo tanto, con ella no solo se podrán alimentar varios hornos á la vez, sino que se harán las operaciones en mucho menos tiempo.

87. A estas máquinas se las da movimiento por otras de vapor ó por medio de ruedas hidráulicas: mas como en la fundicion no se puede hacer uso de estas, y las primeras sean costosas, y no pudiendo los trabajos del establecimiento llegar á tener la estension que seria menester para que su sostenimiento saliese á un precio cómodo, se hace uso actualmente de una pequeña máquina de viento, movida por medio de caballerías.



88. La (fig. 1.<sup>a</sup> de la lám. 19) representa el plano de dicha máquina, y las (2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup>) dos perfiles cortados por las líneas *XX*, *ZZ*, del plano; el mecanismo de esta máquina es el siguiente.

89. En el árbol vertical *C* que gira sobre sus extremos superior é inferior, hay 4 palancas horizontales *B*, á cuyos extremos están los balancines donde se enganchan las caballerías, que dando vueltas hacen mover el referido árbol, y por consiguiente la rueda dentada horizontal *D*, que hay en su parte superior, y está sujeta á él: esta engrana sus dientes en el piñón ó linterna *E*, que hace girar al árbol horizontal *F*, el cual sirve tambien de eje á la rueda vertical *G*, que se mueve con él: esta engrana sus dientes en la linterna *H*, y moviéndola lo efectúa el eje horizontal *Y* y la polea grande *J* sujeta en él, que por medio de una cuerda, como la de los tornos comunes, mueve la polea chica *d* sujeta al eje *o* de donde salen las 6 paletas *m* que tiene el ventilador y dando vueltas hacen que el aire que se introduce por las aberturas circulares *R* que tiene á los dos lados la caja *MM* de aquel, salga por la abertura *S* á la que se unen los tubos por medio de los cuales se conduce el viento á los hornos, terminando estos en un cañon de chapa de hierro de la figura de un cono truncado, llamado *busa*, cuya base menor es la que entra en el horno, siendo su diámetro mayor ó mas chico, según la clase de metal que hay que fundir y la capacidad del horno. El aparato de madera *L*, *L* y las poleas pequeñas *aa*, sirve para que pasando por ellas la cuerda *k*, tenerla separada en la parte *q* donde se cruza, y evitar el rozamiento que de otra manera, habria de necesidad, y por consiguiente que se rompa. Dichas cuerdas son de cáñamo ó de tripas de borrego, las primeras se ingieren en un extremo en el otro para que quede unida, y formando una sola; y las segundas se unen por medio de dos casquillos de hierro colocados en los extremos de ella, de los cuales el uno tiene un gancho y otro un anillo en que se introduce aquel; las de esta última

clase son las mejores por su mayor duracion y porque no dán de sí como las otras, con las variaciones de la atmósfera.

90. Teniendo la rueda *D* 112 dientes, y 14 el piñon *E* movido por ella, este dará 8 vueltas por cada una que dé la primera y teniendo 106 la rueda colocada al otro extremo del eje del piñon, 15 el de la polea, dará esta 7,06 de vuelta por cada una de aquella y 56,48 por cada una que dé la rueda motriz.

91. Siendo el diámetro de la polea grande 4 pies, 7 pulgadas 6,6 líneas y su circunferencia 14 pies, 6 pulgadas, 7 líneas, y teniendo la polea chica 8 pulgadas, 4 líneas de diámetro y 2 pies 2 pulgadas 2,2 líneas de circunferencia, dará esta, ó lo que es lo mismo el eje de las paletas, 6,67 de vuelta por cada una que dé la polea grande, y por consiguiente 376,7 de vuelta por cada una que dé la rueda motora, de suerte que para saber los pies cúbicos de viento que produce la máquina en cada minuto, no habrá mas que substituir en la fórmula general

$$V = \frac{116 sn}{1000000}$$
 por *s* la superficie total de los orificios de

las busas en líneas cuadradas y por *n* el número de las vueltas que dá la rueda de las paletas en el referido espacio de tiempo.

92. El estaño es un metal casi tan blanco como la plata; tiene un olor y sabor particular que se le aumenta si se le frota ó calienta; es muy dilatable y por lo tanto se puede reducir á láminas muy delgadas para el azogado de los espejos: forjado queda mas duro, pero recobra su ductilidad en el fuego: se tira mal en hilos. Tiene mucha mas dureza y brillo que el plomo; poco elástico y poco tenáz, sosteniendo un alambre de  $\frac{1}{10}$  de pulgada á lo mas 49 libras: se deja cortar facilmente y al doblarse hace un ruido particular llamado crujido de estaño, por el que, los prácticos conocen su estado de pureza mordiéndole con los dientes. Su gravedad específica es de 7,291: aunque fusible á 210.º no es volátil.

93. El estaño á la temperatura ordinaria no tiene accion

sensible ni sobre el oxígeno, ni sobre el aire secos; no obra sobre estos cuerpos húmedos, ó por lo menos apenas les ataca; y esta es la razon por qué conserva toda su brillantez metálica en su contacto con la atmósfera. Su accion sobre estos gases es muy distinta á una temperatura elevada. Acalorando el estaño puesto en una vasija, en un horno, hasta que aquel esté rojo, y separando de tiempo en tiempo con una espátula, la capa de óxido que cubrirá bien pronto el baño metálico, se acabará en el espacio de algunas horas por oxidar todo el estaño. El óxido bien puro, será de un gris blanco y pesará cerca de una cuarta parte mas que el metal. Calcinando de este modo el estaño en un horno de reverbero, y añadiendo un poco de plomo, se hace la potea de estaño de que se hace uso para dar á los espejos un cierto pulimento: la adiccion del plomo hace la operacion mas pronta.

94. El ácido sulfúrico le disuelve con el auxilio del calor desprendiéndose gas sulfuroso, y el agua le precipita de esta disolucion en óxido blanco: el ácido azóico le ataca con rapidez desprendiéndose una nube de vapores rojos de gas azooso, formándose una disolucion que tambien se descompone con el agua: el ácido clorohídrico concentrado y fumante disuelve bien el estaño, desprendiéndose gas hidrógeno por la descomposicion del agua, y sin formar precipitado como en la disolucion azóica y sulfúrica; bien que por la evaporacion se obtiene el *clorohidrato de estaño ad minimum*. Pero su mejor disolvente es el agua régia, compuesta de dos partes de ácido azóico y una de clorohídrico, resultando un *clorohidrato de estaño ad maximum*, en virtud del papel que el ácido azóico representa en esta reaccion.

95. El estaño se encuentra bajo dos estados en la naturaleza, á saber; en el estado de sulfuro y en el de óxido. Algunos mineralogistas han creido que se encontraba en el estado nativo, y han citado en favor de su opinion masas friables llenas de granos de estaño maleable, que han sido descubiertas

en Cornuailles y en Bohemia; pero se ha mirado este estaño como un producto del arte, metido en la tierra de mucho tiempo.

96. Siendo muy raro el sulfuro de estaño, y conteniendo siempre gran cantidad de cobre, no se benefician mas minas de estaño que aquellas en que se halla en estado de óxido, del cual se encuentran grandes depósitos en Inglaterra, la India, &c. Su beneficio está fundado en la pronta reduccion del óxido por el carbon.

97. Todo el estaño que generalmente se encuentra en el comercio, puede reducirse á cuatro clases principales: 1.<sup>a</sup> la que se trae de la India conocido con el nombre de *Banda* y *Malaca*. Este se halla en pequeños lingotes que pesan una libra y que por su figura se les llama pequeños sombreros, y aquel en lingotes oblongos cuyo peso llega hasta 50: estos estaños son los mas puros que se conocen, pues no tienen mezcla de ningun otro metal: 2.<sup>a</sup> el que se saca inmediatamente de las que se benefician en Europa, y particularmente en Inglaterra, cuyos lingotes pesan de 300 á 400 libras, el que suelen reducir á barritas ó pequeñas pirámides truncadas para la facilidad del tráfico: este contiene natural ó artificialmente hasta media libra de cobre por quintal y una muy pequeña cantidad de arsénico: 3.<sup>a</sup> el que viene de América en forma de pirámides truncadas del peso de 200 á 250 libras: 4.<sup>a</sup> en fin el que está trabajado por los artistas, cuya liga es muy incierta; porque ademas del cobre, bismuto y zinc que naturalmente puede contener, se les permite la mezcla de 7 por 100 de plomo; mas ellos la estienen fraudulentamente hasta el 25 por la mayor baratura de este, que disminuyendo la tenacidad del estaño, perjudica á su liga con el cobre para las piezas de artillería.

98. La primera familia de sus minas es la *pirita de estaño* (sulfuro de estaño) de color gris de acero que tira al amarillo. Se encuentra en masa y sembrada: al soplete se funde fácilmente formando una bola pequeña negra, y pegándose al carbon y

á las escorias el azufre con color blanco azulado, cuyo olor se percibe, aunque parece mas bien de arsénico: esta mina no se funde por sí sola, sino que forma una escoria negra que tiñe el vidrio de bórax de color amarillento, y deposita luego en el carbon un grano metálico algo impuro; segun Klaproth se compone de 34 de estaño, 36 de cobre, 25 de azufre, 3 de hierro, y 2 de matriz. La 2.<sup>a</sup> es el *estaño leñoso* (óxido de estaño) que tiene un color pardo de pelo mas ó menos claro, y que en el primer caso se acerca mucho al gris amarillento, y á veces casi al amarillo de Isabela: muchas veces existen varios de estos colores en un mismo pedazo, en listas paralelas con direccion á lo ancho, corvas y estrechas. Hasta ahora solo se ha encontrado en cantos rodados pequeños, ya muy redondos, ya en forma de fragmentos astillosos de esquinas indeterminadas y un poco redondeadas, y raras veces se encuentran pedazos que muestren su figura primitiva menudo-tuberculosa: al soplete se pone al principio rojo pardusco, chispea y salta con mucha violencia despues de bien caliente, y en el carbon no se le ha podido fundir ni solo ni con bórax, ni ha sido posible reducirle: segun el análisis de Klaproth se compone de 63 $\frac{1}{2}$  por 100 de estaño, algo de arsénico, y un poco de hierro. La 3.<sup>a</sup> es el *estaño comun ó vidrioso* (óxido de estaño) que regularmente tiene un color obscuro negro ó negro pardusco: este último pasa algunas veces al rojo sanguíneo, y tambien por el pardo de elavel y pardo rojizo; y al gris amarillento y al gris ahumado, pasando por el pardo amarillento. Se encuentra en masa, sembrado, en pedazos de esquinas obtusas, ó en cantos rodados, y cristalizado: al soplete chispea y salta al principio, se pone pálido, y se funde por donde toca al carbon: contiene 70 ú 80 por 100 de estaño y un poco de hierro, ignorándose las demas partes constitutivas.

99. El método mas comun de ensayar los minerales de estaño (que son regularmente del estaño vidrioso por ser los mas abundantes) consiste en calcinar el mineral, y despues fundirlo en un crisol con el flujo negro, de cuya fundicion sale el



estaño metálico, y su peso indica el metal contenido en la mina. La calcinacion que se creia para disipar el arsénico, lo es solo para atenuar y dividir los minerales de estaño que son muy duros y compactos.

100. Tambien puede practicarse este ensayo poniendo el mineral pulverizado, mezclado con un poco de pez resina en una cavidad hecha á un carbon compacto, tapánlo exactamente con otro, y liados con un alambre de hierro, y puestos por algunos minutos á la entrada de una fragua junto al cañon del fuelle; pues echando despues aquellos carbones en el agua se encuentra el estaño revificado. Lo mismo se consigue poniendo el mineral molido en un crisolito de carbon y colocándolo dentro de un crisol de arcilla embarrado, el cual se pone en una fragua por espacio de media hora.

101. En cuanto á su ensayo por la vía húmeda se reduce á mezclar el mineral pulverizado con ácido sulfúrico concentrado, aplicándole un calor fuerte por algunas horas, despues de frio se le añade un poco de ácido clorohídrico por cuyo medio se logra la disolucion del estaño, se le mezcla agua la que se lleva aquella disolucion y queda la tierra cuarzosa de la ganga, se precipita aquella disolucion de estaño con el carbonato de sosa; de cuyo precipitado las 131 partes contienen 100 partes de estaño metálico.

102. Pero el método mas moderno y mas exacto es el siguiente: se funde el mineral de estaño en un crisolito de plata con seis partes de potasa cáustica á un fuego fuerte; la materia se disuelve en agua, la que contiene el óxido de estaño disuelto por la potasa, se le echa ácido clorohídrico que uniéndose con la potasa precipita al estaño, y en seguida lo disuelve: el estaño se precipita despues de esta disolucion por el carbonato de sosa; se disuelve de nuevo por el ácido clorohídrico, y se se separa de esta disolucion por medio de las láminas de zinc que precipitan el estaño en estado metálico.

103. Los trabajos metalúrgicos de las minas de estaño son  
TOMO II. 35

los mismos que sus ensayos por la via seca. El óxido, que como se ha dicho, es el que se beneficia, está siempre en roca ó diseminado en forma de arena en los terrenos de alubion. En el primer caso se machaca el mineral y se lava la materia arenosa que resulta en las cajas para separar la ganga, que siendo menos pesada que el mineral, se la lleva el agua. En el segundo caso se hace el lavado sobre el terreno mismo, haciendo llegar á él una cantidad conveniente de agua. Se tuesta el mineral para atenuarlo y se funde entre carbones en los hornos de manga y el metal fundido se recibe en los moldes ó rieleras cuya figura toma, en la que se introduce en el comercio, y del cual se hacen despues unas barritas pequeñas mas cómodas para su consumo.

104. Antes de entrar en el horno una mena de estaño es necesario separar este metal cuanto sea posible de las partes estrañas, que le harán bronco é impuro: á este fin se prepara la mena en el bocarte, ó molino, y lavadero, de que se dió noticia tratando de la mina de cobre. Mas no suele bastar haberla roto y lavado, sino que tambien las mas de ellas necesitan ser calcinadas. Esta torrefaccion se hace en un horno de reverbero cuadrado, cerrado por arriba con una piedra de seis pies de largo, y cuatro de ancho, en medio de la cual hay una abertura cuadrada de medio pie. Esta piedra sirve para cubrir otra semejante, que está debajo de ella á un pie de distancia, y que tiene seis pulgadas menos de largo, á fin de dejar entrada á la llama que produce un fuego crecido de leña menuda, que se hace dentro del horno, cuya parte anterior es muy semejante á la de un horno ordinario de cocer pan. En estando bien caliente el horno se pone dentro la mena ya lavada, que se llama en este estado *estaño negro*, introduciéndola por la abertura hecha en la piedra superior, para que caiga sobre la inferior, en la que se acomoda, hasta la altura de dos ó tres pulgadas, y se cierra la abertura para que la llama se estienda sobre toda la materia que se quiera calcinar. Durante esta operacion remo-

verá un obrero continuamente el mineral con una especie de rastillo ó pala, á fin de que todo el arsénico se consuma enteramente, lo que se conoce por el color amarillo de la llama, y la disminucion de los vapores: porque mientras arde la piritas arsenical de que está impregnado el estaño, la llama tiene un color azul muy vivo. Terminada esta operacion se hace caer al hogar del horno la mena, de donde se estrae mezclada con cenizas y carbon por una portezuela hecha en uno de los lados, y se pone todo á enfriar al aire por espacio de tres dias: si no se puede esperar tanto tiempo, se apaga con agua esta mezcla, que parece una argamasa. Antes de conducirla al horno de fusion es preciso volverla á moler de nuevo.

105. Cuando el mineral contiene sulfuros de hierro y de cobre, y piritas arsenical, lo que sucede muchas veces, se estrae el estaño por el procedimiento siguiente, que es el usado en Bohemia y Sajonia. Se calcina el mineral en un horno de reverbero á un calor que no esceda del rojo obscuro. Por este medio se vapora el arsénico, se descomponen los sulfuros, se convierte el azufre en gas sulfuroso que se desenvuelve, en sulfatos y en óxidos de hierro y de cobre, que quedan mezclados con el óxido de estaño. Estando terminada la calcinacion, la materia casi roja, se echa en cubas llenas de agua: los sulfatos de cobre y hierro se disuelven y los óxidos de estaño, de hierro y de cobre se precipitan: se sacan los sulfatos por evaporacion y cristalización. Los óxidos se lavan de nuevo sobre tablas. Los de hierro y cobre mas ligeros que el óxido de estaño, se separan de tal manera que este queda casi puro. Sin embargo sucede algunas veces, que el óxido despues de esta operacion queda mezclado con gran cantidad de óxido de hierro atraible por el iman; entonces se quita este último con una gran piedra de iman.

106. El óxido purificado de esta manera, se pone con carbon humedecido en un horno de manga muy bajo, cuyo suelo que es de granito, está inclinado.

107. El carbon se humedece á fin de que el viento de los fuelles se lleve la menor cantidad de óxido posible. Este no tarda en reducirse; el estaño cae sobre el suelo, y de aqui en el baño de recepcion que está delante del hogar, de donde se hace pasar de tiempo en tiempo al de la colada.

108. El horno de manga es un prisma cuadrangular hueco, ensanchado un poco por la parte superior, de  $3 \frac{1}{2}$  á  $9 \frac{1}{2}$  pies de alto, con una chimenea encima, que ordinariamente es muy elevada; y está terminado inferiormente por un plano inclinado de atrás adelante. Este plano es el suelo del horno: la cavidad prismática es el hogar y el laboratorio: sus paredes son de piedra ó ladrillo refractario, unidos con una mezcla de arcilla y pizarra molida. Tiene tres aberturas; la una bastante grande, situada al nacimiento de la chimenea, es por la que se carga el horno: la segunda muy pequeña, en la pared de atrás del laboratorio un poco por cima del suelo, y recibe el tubo de un gran fuelle; y la tercera muy pequeña tambien en la pared delantera del suelo, la que está destinada á dejar colar el metal. Este por medio de una canal pasa á un baño llamado de recepcion: en el fondo de él hay una abertura, que se tiene tapada con arcilla, que se destapa cuando está lleno, para hacer pasar el metal á un segundo baño, colocado mas bajo que el primero, y que se llama de la colada; reteniendo las escorias en el baño de recepcion.

109. En Inglaterra la fundicion del mineral de estaño, se hace muchas veces en un horno de reverbero, acalorado con hornaguera; sin embargo en alguna parte el de alubion, que es el mas puro, se trata en un horno pequeño de manga, con carbon de leña: se asegura que de este modo se obtiene el estaño de una calidad superior al que proviene de los hornos de reverbero.

110. Estos hornos se cargan, como los de cobre, poniendo alternativamente capas de carbon y mena mojada, que se hace fundir con precipitacion, á fin de que el estaño no tenga tiem-

po de calcinarse ó disiparse, pero no se ha de avivar igualmente el fuego con toda especie de mina; pues habiendo de ser el mas fuerte cuanto se trate de fundir escorias, ó minas que estan en gruesos pedazos, ha de disminuir á proporcion que los pedazos sean menores.

111. El que viene de nuestras Américas se afina en la fundicion de Sevilla en un horno bastante sencillo representado en la (lám. 20) cuya (fig. 1.<sup>a</sup>) manifiesta la base de la puerta con su declivio *A*, por donde se meten los lingotes de este metal para colocarlos sobre las parrillas *E F*, é introduciendo la leña por la abertura que hay debajo de *Y J*, á proporcion que se derrite corre á la poza *H* por la concavidad *A B C* de la (fig. 3.<sup>a</sup>) y curvatura *A Q* del cenicero representado en la (2.<sup>a</sup>) en la que se vé la puerta *M N*, y los respiraderos *m* que ván á parar á la chimenea *L*. Separadas las escorias y demas materias que sobrenadan cuando el metal está en baño en la poza, se pasa con cucharas á las canales *e* de la (fig. 4.<sup>a</sup>) llamadas *rieleras*. Esta operacion sirve mas bien para reducir el estaño á barras á fin de que se le pueda ligar con mas igualdad con el cobre, que para afinarle, pues ningunos de los metales con que esté mezclado se le separa y sí solo tierra y piedras.

112. En una fundicion de artillería es considerable la cantidad de metales que se desperdiciaria, á no estraerse y beneficiarse: 1.<sup>o</sup> el contenido en las escorias: 2.<sup>o</sup> el de las solerías de los hornos: 3.<sup>o</sup> el de las escobillas; (llamando asi las barreduras del laboratorio de afinos): 4.<sup>o</sup> en fin el contenido en los barros ó tierras de los moldes.

113. Las tierras de los moldes, las escorias y solerías necesitan reducirse á pedazos pequeños; á cuyo efecto se usa de un molino cuya base ó tasa y piedra son de bronce, y su construccion semejante á los de yeso ó aceite: despues de molidas, se lavan lo mismo que las escobillas para separar las partes metálicas, lo que se ejecuta en una mesa en forma de peto, sobre la cual pase agua corriente, que llene un caño de media



pulgada: la mesa está guarnecida de un liston de madera, que forma una abertura de 4 pulgadas y media en la parte mas estrecha de ella, por la cual sale el agua, para lo que se coloca la mesa con alguna inclinacion: un obrero inteligente remueve con un rasador las materias que se lavan, para que el agua se lleve consigo las tierras y cuerpos estraños. Debajo de la mesa se pone una cuba para recibir las tierras y agua, y aquellas se vuelven á lavar para estraer todo el metal que puedan contener. Tambien se lavan estas tierras metálicas poniéndolas en artesillas que se sumerjen en grandes cubas ó estanques de agua, removiendo al mismo tiempo las tierras con lo que se llega á conseguir que arrastrada la parte térrea por el agua, vengan á quedar en el fondo de la artesilla todas las partículas metálicas.

114. Estas, provengan de cualquiera de las cuatro partes espuestas, necesitan volverse á fundir: lo que se practica en la copela, levantando sobre su fondo un muro de ladrillos sueltos de greda, para que se puedan separar con facilidad, y llenando este hueco, que debe ser proporcionado á la capacidad de la copela, de lechos de carbon alternados con otros de metal, y haciendo andar el ventilador ó máquina de viento.

115. A medida que se liquida cae al fondo de la copela, quedando encima las escorias que se estraen por una abertura que se deja en él frente del muro ó pared provisional, valiéndose del formon. Conforme la carga baja, se repone echando un lecho de carbon y otro de metal ó tierras metalizadas, y cuando se vé que la copela está llena de metal, se destapa el agujero que tiene en la parte inferior, y se deja correr á una toralera que está delante y mas baja que aquella: en seguida se vuelve á tapar el agujero de la colada con un poco de carbonilla, y se continúa la operacion el tiempo que se quiere hasta que convenga pararla, en cuyo caso se deja de cargar y á medida que vá bajando la carga puesta en el hornillo se vá deshaciendo el muro delanterero de él, que es de

un simple ladrillo puesto de canto, y cuando haya bajado toda la carga, y por consiguiente se haya desecho todo aquel, se quitan los carbones que aun queden sin consumirse y las escorias que están sobre el metal; se limpia este y se deja correr á la toralera por el agujero de la colada.

116. Si el metal procede de desperdicios de cobre, se verá si está bien afinado, y en este caso se liga con estaño como despues se dirá; pero si no lo estuviere, se reducirá á rosetas para volverlo á afinar en la copela.

117. Mas si el metal proviniese de bronce se deja enfriar en la toralera, y se saca de ella en forma de un pan, que se destina para ligarlo en corta cantidad, como se dirá en el número siguiente, con cobres puros; ó para construir afustes de morteros, roldanas, piezas de mesas de barrenar, y otras máquinas.

118. Las escorias que salen de esta segunda fundicion se vuelven á fundir para aprovecharse del metal que contengan, destinándolo para los usos que se acaban de esponer; pero las producidas de estas escorias son inútiles y de ningun valor.

119. En el mismo taller de afinos y en los hornos de reverbero para afinar el cobre, se ejecuta en nuestra fundicion la liga de los metales. Esta segun órdenes superiores debe ser de 100 partes de cobre y 11 de estaño, para los cañones; y de 100 partes de cobre y 8 de estaño para los morteros, pues aunque hayan de entrar en la fundicion de piezas bronce de artillería inútil que tuviese que refundirse, se le añade el estaño que necesite en el acto de la fundicion.

120. En Francia Mr. Dussaussoy ha hecho en 1817 un gran número de esperiencias, con intencion de probar si será ventajoso para la fabricacion de artillería, unir á la aligacion hierro ó zinc, y ha encontrado, que lo mas que se debia añadir á 100 partes de liga era de 1 á  $1\frac{1}{2}$  de hoja de lata ó de zinc; y que convenia mas usar hierro unido al estaño que hierro puro,

porque la combinacion se hacia mas facilmente. Esperiencias mas recientes hechas por una comision nombrada por el ministro de la guerra, establecen en efecto que la adiccion de una pequena cantidad de aligacion de hierro y estaño, dá mucha dureza al bronce.

121. Las piezas no solo se construyen de bronce nuevos, sino que tambien se hacen refundiendo la artillería ya inútil, lo que se ejecuta bajo las dos fórmulas siguientes, llamadas de fundir y refundir.

1. <sup>a</sup> .....	{	Cuando se eche mano de bronce nuevos compuestos de 100 partes de cobre y 11 de estaño..	}.....	$\frac{4}{8}$
	{	De cortaduras.....	}	$\frac{1}{8}$
	{	De mazarotas y canales.....	}	$\frac{3}{8}$
	{	De artillería inútil.....	}	$\frac{2}{18}$
2. <sup>a</sup> .....	{	De cortaduras.....	}	$\frac{5}{18}$
	{	De mazarotas y canales.....	}	$\frac{11}{18}$

Pero téngase presente que á proporcion que se refundan los bronce irán succesivamente perdiendo mas estaño por la mayor facilidad que tiene este metal de oxidarse, subiendo en forma de escorias á la superficie del baño, de las canales y mazarotas; por lo que las piezas resultarán, cada vez de un metal mas blando. Esto se vió practicamente en la primera fundicion que se hizo en Mallorca de solos bronce nuevos, pues las piezas presentaron un color alatonado, cuando en

las de las demas fundiciones de bronce viejos, se notó cobrizo, y su mayor dureza se manifestó claramente en la barrena, torno, cortafrio y lima: inconveniente que se puede remediar analizando los bronce de que se ha de componer la carga del horno, para añadirle en el acto de la fundicion, la cantidad de estaño que se vea faltarle para resultar con la liga que se ha fijado.

122. Pudiéndose, pues, saber por medio de los análisis quimicos las dosis de estaño y cobre que contiene cualquier bronce, se podrá emplear este para fundir piezas de artillería, añadiéndole la cantidad que le falte de cualquiera de los dos metales, sin que por eso dejen aquellas de ser de buena calidad. Siguiendo este sistema, se han fundido en el año de 1831, dos piezas de 24, el Teocles y el Polinice, habiéndose compuesto la carga de los peores bronce (y cuya aligacion era desconocida) que se encontraban en la fábrica, los cuales fueron analizados, y en el acto de la fundicion, se les echó el estaño que les faltaba para tener la aligacion prefijada por reales órdenes, y las piezas han salido con solidez y dureza, y sin tener la mancha mas pequeña de estaño. Aun no se han probado, y es de desear que se verifique, y aún que se tirase con ellas hasta destruirlas, pues de ese modo se acabarian de convencer todos de que se podia echar mano de toda clase de bronce para la fábrica de piezas de artillería, tratádoles de la manera indicada.

123. No pudiéndose emplear las virutas que salen de las piezas al barrenarlas y torneirlas, sino para la construccion de piezas pequeñas en las copelas; á fin de que puedan servir en los hornos para la fundicion de artillería se las reduce á totales, llamados antiguamente salmones, cuya operacion se ejecuta fundiéndolas en uno de los hornos de reverbero en que se hacen las afinaciones: la operacion se ejecuta del modo siguiente: se ponen algunos trozos pequeños y se funden para hacer baño, y en seguida que lo hay, se echan unas cuantas espuer-

tas de virutas, se deja que se fundan, y en estándolo se vuelve á introducir otras pocas, continuando de este modo la operacion hasta que se llena el horno, en cuyo caso se deja acalorar bien el baño, se escoria y se le dá salida para llenar las toraleras de ladrillos formadas en la parte delantera del horno: de este modo ya pueden emplearse en la fundicion de piezas.

124. La liga de los metales se hace en uno de los hornos que se emplean para afinar el cobre, preparándolo de la misma manera: se carga el horno con la cantidad de cobre afinado, de su cabida, y estando bien fundido, se escoria, dejando acalorar bien el baño, en cuyo estado se le pone el estaño, introduciéndolo por la puerta del horno en la proporcion ya dicha: en seguida se remueve bien la liga, con un palo largo de pino llamado *berlinga*, hasta que se observe que está bien hecha la incorporacion; entonces se destapa el horno y el metal vá á llenar las toraleras que se tienen preparadas en la parte delantera del horno: la carbonilla suele durar ocho operaciones de estas.

125. Tal es el método establecido en nuestras fundiciones para la aligacion de los bronce de que se fabrican las piezas de artillería, y que estando así dispuesto por real orden no debe de ningun modo variarse, sin haber otra en contrario. Mas como la solidez y buena calidad de las piezas de artillería dependan de la liga, eleccion y preparacion de los metales de que se fundan, merecen estos puntos la mayor atencion; y mas cuando lejos de tenerse sobre ellos las nociones precisas para fijarlos, ofrecen, como todos los asuntos complicados de que no se tienen ideas claras, un vasto campo para los proyectos mas absurdos, que dice el experimentado La Valliere pueden ser causa de que se introduzcan sistemas que destruyan la solidez de las piezas. Por lo tanto nos parece muy oportuno, y propio de este lugar, hacer algunas reflexiones análogas á la liga de los metales y método de reconocer su calidad antes de



llegar á hacer pruebas con piezas, lo que es sumamente costoso y nada terminante muchas veces.

126. Las propiedades ó calidades precisas que debe tener el metal de que se fabriquen las piezas de artillería, son: 1.<sup>a</sup> que tenga suficiente cuerpo ó tenacidad, y adherencia entre sus partes para poder resistir con mediano espesor la fuerza de la pólvora: 2.<sup>a</sup> que tenga bastante dureza para no surcarse ni golpearse considerablemente con el rozamiento de los proyectiles, y para no encorvarse con la balanza que hace contra los muñones, aun cuando esté muy caliente por una larga serie de tiros: 3.<sup>a</sup> en fin, que no sea muy costoso, ni por lo precioso de él, ni por lo difícil de su trabajo. En el metal, sea simple ó compuesto, en que se hallen preferentemente estas tres circunstancias, se tendrá sin duda el mas útil y oportuno para las piezas de artillería. Mas en ninguno se han encontrado hasta ahora reunidas estas tres propiedades, aunque se encuentren separadas unas en unos, y otras en otros. El oro y la plata son de mucho valor, por cuya razon nunca pueden tener lugar en las piezas de artillería: ademas, que sin ninguna mezcla carecerian tambien de la segunda propiedad. El plomo y el estaño son metales sin cuerpo, ni dureza, y por lo tanto inservibles por sí solos para este fin. El hierro, ó es colado ó forjado: el primero es poco costoso y de mucha dureza; pero quebradizo y sin suficiente cuerpo para resistir los esfuerzos de la pólvora sin reventar en un fuego vivo y continuado. Sin embargo se fabrican de él todo género de piezas de artillería, y tal vez con el tiempo llegará á trabajarse con tal perfeccion, que adquiere la suavidad precisa para que se formen piezas excelentes, y mejores que las de bronce.

127. En el hierro forjado se hallan reunidas en superior grado las dos primeras propiedades que hemos espuesto, y como al mismo tiempo no sea costoso, parece que este es el metal mas propio y adecuado para fabricar la artillería, igualmente que las demas armas de fuego; pero como se ha dicho.

en el título 2.º, hasta el presente no se ha encontrado método espedito y sencillo para fraguar ó soldar, y reunir las gruesas planchas que se necesitarían para una pieza de artillería de los calibres mayores; sin que estas carezcan de defectos notables.

128. Es verdad que algunos artistas hábiles han fabricado piezas de artillería de hierro forjado, que se han hallado muy buenas, particularmente las probadas en Ocaña en el año de 1774, y que existen en la Real Armería de Madrid; y aunque entre ellas no haya ninguna de los calibres superiores ó de batir, sería no obstante de mucha utilidad el establecimiento de esta fábrica para la artillería de campaña, pues así se podría conseguir con certeza, reunir en ella consistencia y ligereza, propiedades que la harían muy preferible á la actual, y que han sido el objeto de grandes maquinistas. Mas tal vez, como es muy regular, será tan costosa y prolija la fábrica de estas piezas, que se habrá hallado mas oportuno hacerlas de bronce; así como se fabrican preferentemente de él varias obras delicadas, por ser mucho mas costosas las de hierro forjado.

129. Sin embargo, parece que debería haberse estimulado á los artistas que han fabricado dichas piezas: 1.º porque nunca sería costoso un cierto número de ellas para la guerra de montaña: 2.º porque la esperiencia descubriría varias máquinas, y otros medios de simplificar su trabajo: 3.º en fin, porque tal vez se llegaría con el tiempo, fomentando este arte, á poder hacer piezas de batir de escelente hierro de nuestras minas, y que careciesen de los defectos que hasta ahora se les han hallado.

130. A las piezas de hierro forjado (en caso que llegasen á fabricarse con la perfeccion que se puede desear) se objetarian dos defectos: uno, que siendo muy ligeras saltarian de su apoyo en la culata ó cabecearian, atormentarian la cureña y esplanada, y serian sus retrocesos demasiado fuertes; y otro, que el orin, ó herrumbre aumentaria considerablemente sus calibres, y disminuiría la resistencia de sus metales. El primer defecto

se podria corregir en parte, haciendo que el cañon encajase justo en fuertes muñoneras, y situado el eje de los muñones algo mas adelantado y casi á la altura del de la pieza, con cuyo medio no perderian los tiros su direccion, ni se atormentarian las cureñas y esplanada, mas que si cargasen cañones mas pesados; respecto á que las velocidades de los retrocesos de dos piezas de diferente gravedad é igualmente cargadas estarán en razon inversa de sus gravedades ó masas, de consiguiente la fuerza ó golpe de los retrocesos, productos de las masas por las velocidades, serán iguales. Asi mismo, si se sobrecarga una cureña del peso de que se aligera un cañon, los retrocesos serán iguales. El segundo defecto es mas fácil de remediar por medio de varios barnices, ó untos propios para impedir que el herrumbre ataque al hierro; ó sea forrando de cobre las piezas, como se ha proyectado y aun practicado en Francia.

131. Resta solo el cobre de todos los metales para poder fabricar artillería; pero aunque es mucha su tenacidad para resistir los esfuerzos de la pólvora, por su duetilidad se encorvarian las piezas en su gravitacion sobre los muñones, particularmente en un fuego vivo en que calentándose se iria progresivamente ablandando el metal: y por su poca dureza se golpearian y surcarian sus ánimas con el choque de los proyectiles.

132. No hay cosa mas fácil que dar al cobre una cierta dureza que se ha dicho le falta, y que exige la espresada segunda calidad ó propiedad que debe tener la artillería: esto se consigue mezclándole, ó ligándole con estaño; mas de esta operacion resulta que al mismo tiempo que adquiere dureza pierde de su cuerpo ó tenacidad, de suerte que siendo mucha la cantidad del estaño ó substancia metálica con que se mezele propia á este fin, vendrá á hacerse tan agrio y poco consistente como el hierro colado. Es necesario pues, en la liga que se ha de hacer con el cobre para fundir las piezas de artillería 1.º buscar la substancia metálica mas adecuada para dar al cobre dureza, sin hacerle quebradizo; 2.º hallar la proporcion mas justa de la liga, para

que tenga en el grado mas superior de que es capaz las dos condiciones espresadas.

133. ¿Mas se sabe cuál sea el grado de dureza, que necesitan las piezas de artillería para no encorvarse y resistir el rozamiento y golpeo de los proyectiles ó móviles que arrojan? ¿Se tienen principios y datos suficientes para calcular cuál deba ser la resistencia de las piezas con proporcion á sus cargas? Cuando se quiere hablar de buena fe, es preciso confesar, que se ignora una y otra cosa; que no se han hecho experimentos precisos y conducentes para examinar cuál es el grado de dureza que conservan las diferentes aligaciones del cobre despues de caldeadas por un determinado número de tiros: que no se tienen observaciones y conocimientos competentes para que las fundiciones de las piezas salgan iguales, y así se observa que las fundidas de un mismo modo, al parecer, y con unos propios metales, salen muy diferentes entre sí: en fin es indispensable confesar que el arte de aligar y fundir los metales para la construcción de las piezas de artillería, está en su infancia, y que las pocas verdades que se conocen relativas á él, ó por mejor decir, lo mucho que se ignora, es la causa de los varios proyectos, y de las grandes altercaciones que agitan tan frecuentemente los cuerpos de artillería de la Europa.

134. Para formar un cuerpo de esperiencias capaz de poder desatar las dudas que se ofrezcan sobre esta materia, pues las teorías por sí solas vienen á ser unos sistemas vagos y erróneos, orígenes de disputas interminables; sería indispensable principiar haciendo estas esperiencias en pequeño: modo menos dispendioso, sencillo y que conduce al fin; pues aunque es cierto que no todas las esperiencias hechas en pequeño se verifican en grande, lo es tambien que por lo general todas las que no tienen efecto en pequeño, tampoco lo surten en grande. De resultas de estas esperiencias en pequeño se podrian ejecutar otras en grande con todas las precauciones posibles para que se produjesen los mismos efectos; y llegar por este término á ha-

Har las mas justas aligaciones del cobre, y los medios mas adecuados de fabricar las piezas de modo que no se alterase la aligacion.

135. En defecto de estas esperiencias que no podemos esponer, ó porque no se han hecho, ó porque no se ha conservado una noticia exacta de las muchas que en varias ocasiones se han practicado; daremos varias nociones concernientes á ellas y que pueden ser útiles para saber apreciar y reconocer la calidad de un metal ó aligacion que se proponga como útil para construir artillería.

136. Las aligaciones de los metales ofrecen varios fenómenos: cuando se pesan en la balanza hidrostática se advierte que unos aumentan de volúmen; otros se compenentran y disminuyen, y otros en fin guardan el volúmen recíproco que tenian antes de su union: Gellert, y Krafft han hecho varias esperiencias que lo comprueban así, y que serian de mucha utilidad para nuestras fundiciones, si entre ellas se hallasen todas las que se podian hacer con el cobre y demas metales en distintas dósis; pero como el fin de estos autores era muy distinto, pocas de sus esperiencias nos pueden ser conducentes: sin embargo, daremos noticias de las que pueden tener alguna conexion con nuestro asunto. 1.º Fundidos 644 granos de cobre con otros tantos de zinc, resultó una mezcla bastante trabada, de color de oro, y que en la fusion perdió el peso de 202 granos, la densidad de esta liga era de 8,78; y siendo la del cobre puro de 8,74, es claro que mezclado el cobre con el zinc aumenta su densidad: 2.º mezclados 686 granos de cobre con  $898\frac{1}{2}$  de bismuto, dissipó el fuego 23 granos, y la liga resultó frágil, quebradiza, y sin aumento ni disminucion en su densidad: 3.º fundidos 314 granos de cobre con 464 de sulfuro de antimonio, han producido una liga bastante frágil, de la que el fuego habia dissipado  $43\frac{1}{2}$  granos, y que era algo mas densa que lo que correspondia proporcionalmente á las densidades del cobre, y del sulfuro: 4.º fundidos 741 granos de estaño con 684 de zinc perdieron 9 gra-



nos; y la liga, algo menos dócil que el estaño, resultó menos densa.

137. De estas cuatro esperiencias resulta: que el cobre se aliga perfectamente con el zinc, formando con él un cuerpo mas denso que lo era el mismo cobre, y al mismo tiempo consistente y tenáz: que ni lo uno ni lo otro sucede con la liga del cobre y bismuto, pues esta conserva la misma densidad que si los metales estuviesen sin mezclar, y es quebradiza: lo propio acontece con la aligacion hecha del cobre y sulfuro de antimonio, con la diferencia de que es algo mas pesada que si los metales estuviesen separados; en fin, que el zinc y el estaño mezclados tienen menos densidad que separados. El citado Gellert presume en vista de sus esperiencias: 1.º que las aligaciones de los metales se hacen mas densas cuando las partes de uno de los cuerpos entran en los poros de las del otro: 2.º que son menos densas cuando las partes de uno de ellos se alargan y aumentan los poros del otro: 3.º que conservan su densidad, cuando las partes del un cuerpo se sitúan al lado de las del otro: 4.º que es verosímil que las aligaciones aumenten ó disminuyan su densidad, cuando hay atraccion ó repulsion entre las partes constitutivas de los minerales durante la fusion.

138. Se puede deducir de estas esperiencias y reflexiones contraidas á nuestro objeto: que el cobre (que como dejamos dicho es el solo metal de que parece se pueden hacer buenas piezas de artillería) no puede mezclarse á este fin sino con el zinc, por ser el único con quien aumenta su densidad, y no pierde su cuerpo, como lo comprueban las esperiencias de Muschenbroek, espuestas en el capítulo XIX de su *ensayo de física*: en el que se verá, que dos alambres, uno de cobre y otro de laton del grueso de  $\frac{1}{10}$  de una pulgada del Rin, se rompieron, el de cobre con el peso de 299 $\frac{1}{4}$  libras, y el de laton con el de 360 libras: tambien se verá que caldeados unos cilindros de un mismo diámetro, y éncolados por sus bases con grasa muy caliente, se atraian los de cobre puro con una fuer-

za de 800 libras; mientras que la atraccion de los de laton era de 850 libras. De la primera esperiencia se deduce, que el laton tiene mas tenacidad que el cobre puro; y de la segunda que es mas denso, respecto á que la atraccion es proporcional á la densidad de los cuerpos.

139. Pudiéramos añadir otras muchas esperiencias y pruebas de la buena calidad del metal que resulta ligando cobre puro con zinc, y por las cuales pareceria que sin duda el compuesto de estas dos substancias metálicas es el material de que preferentemente se deben hacer las piezas de artillería.

140. Mas por otra parte se objetará que en muchas y repetidas ocasiones se ha visto que las piezas en que ha entrado el zinc han sido unas veces muy agrias y otras demasiado dulces; de modo, que se han encorvado á pocos disparos, y las balas ó bombas han hecho en ellas surcos tan considerables que en poco tiempo las han dejado inútiles: de lo que se ha venido á deducir que se debia proscribir el zinc de las fundiciones de artillería.

141. Pero esta determinacion, ó la opuesta de juzgar que combinado el zinc con el cobre de cualquier modo, forma un metal apropiado para la artillería, son (como otras muchas opiniones contrarias y defendidas con teson por distintos partidos) una prueba evidente de que no se entienden, ni se saben con claridad y especificacion los principios de que se deben inferir con precision tales opiniones. Limitándonos á nuestro asunto parece que solo puede haber dado origen á dichas dos opiniones el poco conocimiento de la química y de sus operaciones, como vamos á manifestar.

142. Esta ciencia enseña: que son muy diversas por sus propiedades las especies de piedras calaminas ó matrices del zinc: que este metal quasi nunca está puro y exento de la mezcla del plomo: que un largo fuego le volatiliza ó sublima enteramente: y que el latón ó similar que está mucho tiempo en fusion viene á quedar reducido á cobre puro. Mas al mismo

tiempo enseña que hay medios de mezclar el cobre con ciertas calaminas naturales ó preparadas, con las cuales se hace un metal de mucho cuerpo y suave: que por medio del azufre se puede purificar el zinc de toda mezcla de plomo: y que la práctica y ciertas reglas y observaciones son suficientes para dar al laton el grado y duracion de fuego mas propios para que no se volatice el zinc.

143. Podriamos estendernos esponiendo muy por menor los principios de estos resultados y métodos de obtenerlos; pero uno y otro se hallará en casi todos los autores químicos modernos: asi solo diremos que de dichos resultados se colige: 1.º que se puede hacer del cobre y el zinc un excelente metal para las piezas de artillería, observando ciertas reglas y precauciones: 2.º que abandonadas estas resultará que el laton ó metal producido por la liga del zinc con el cobre sea muy agrio y poco trabado por la mezcla del plomo; ó que sublimado el zinc quede muy suave, y de consiguiente que las piezas fabricadas de él se encorven y surquen á pocos disparos.

144. Esta dificultad que se encuentra en usar de la liga del cobre y zinc puede ser la causa de que se haya abandonado casi generalmente el laton en las fundiciones de artillería, y de que solo se mezcle estaño con el cobre para darle dureza y llenar sus cavidades, con cuyo método se logran muy buenas piezas de artillería; pero que por las razones espuestas parece deben ser inferiores á las que resultarían de la liga del zinc, substancia que se compenetra con el cobre, que le dá mas consistencia, y que por lo tanto ocupará mejor sus intersticios. Pero á esta liga de cobre y zinc seria necesario añadirle alguna otra substancia que le diese dureza, pues ella sola es quasi tan dócil como el cobre puro; de consiguiente aunque se llegase, no encontrando dificultades insuperables, á mezclar perfectamente el cobre con la calamina en las grandes cantidades que se requieren para las piezas de artillería, no por esto se escusa el estaño, mientras no se halle otra substancia mineral

que dé dureza al cobre ó al laton sin los inconvenientes que él.

145. A la verdad la mezcla del estaño ocasiona graves daños á las piezas: jamás se liga é incorpora íntimamente con el cobre, y manteniéndose líquido á muy corto grado de fuego se reúne en gran parte en el centro de la pieza cuando se funde, se introduce en las tierras de los moldes, y se sube á la parte superior: tambien se calcina parte de él, con el fuego preciso para la liquidacion del cobre: el calor que toman las piezas cuando hacen un fuego vivo basta para liquidarle en todo ó en parte; en cuyo caso quedando sin la dureza que se ha dicho ser tan necesaria, se tuercen y las balas las golpean é inutilizan brevemente. Por último, sucede ademas, que si la pólvora que se usa tiene esceso de azufre, despues de verificarse la reaccion atómica espresada en el (88) del título primero, la parte sobrante de aquel metalóide se combinará en su mayor cantidad con el estaño mas bien que con el cobre, por ser el primero mas electro-positivo que el segundo. El sulfuro de estaño (y tambien el de cobre si á él ha lugar) formado de este modo, no tan solo habrá alterado la union que antes habia entre los dos metales, sino que el nuevo compuesto, tomando una posicion poco íntima con el resto de la liga, estará en disposicion de desprenderse de ella cuando intervenga una causa favorable y legitima, como el calor y el agua obrando simultaneamente, ó bien el calor solo en conveniente cantidad; pero que en ambos casos desaparecerá mucha parte del estaño de la liga, y dejará esponjosas y llenas de cavidades á las paredes del ánima de las piezas.

146. Como no obstante estos inconvenientes efectivos del uso del estaño, sea indispensable valerse de él para dar dureza al cobre y al laton; es necesario saber cuál sea la dosis mas adecuada con que se deben fijar estos metales y cómo se ejecutará mejor la mezcla de ellos, y esto es lo que precisamente se ignora; y lo que aun es peor, varias de las reglas ó esperiencias que se siguen y adoptan en esta materia son erróneas

pues acontece que habiendo, por ejemplo, hecho una fundicion en que se aligaron 15 libras de estaño con cada 100 de cobre, y resultado las piezas de mala calidad, se atribuyen sus defectos á la irregular dósis de sus metales, sin reflexionar y examinar si, como puede suceder, tienen su origen en la mala calidad de ellos, en no haberse ligado bien, en el mal estado del horno, en lo poco apropiado de la leña ó carbon, en los mol-des ú otra multitud de circunstancias. De lo cual se deduce ser nada terminante para cerciorarse de la calidad de una aligacion y preferirla á otra hacer un ensayo ó prueba con piezas de artillería, lo que ademas es costosísimo.

147. Ante todo es necesario apreciar y medir con exactitud el grado de calor que toma una pieza de artillería despues de haber hecho tantos disparos como se exige en su servicio ordinario, lo que se podrá conseguir por medio de un termómetro ó de algun cuerpo fácil de liquidarse, que se condensará siempre antes de usarlo con un igual grado de frío. Sabido dicho grado de calor se deberán hacer todas las pruebas de los diferentes ensayos de ligas de metales, sea por lo que mira á sus cuerpos ó tenacidades, ó por lo respectivo á su dureza, dando al metal que se ha de probar el mismo grado de calor. La razon de esta regla se funda en que los metales, y particularmente las aligaciones de ellos, tienen en distinto grado las espresadas propiedades segun estén mas ó menos calientes.

148. Asimismo se necesita saber con anticipacion cuál sea el grado de dureza que debe tener una pieza de artillería para no encorvarse por su gravitacion contra los muñones, y resistir los choques de los proyectiles que arroje, sin maltratarse considerablemente: y como la teoria por sí no puede establecer sobre esta materia sino hipótesis sistemáticas (y de consiguiente erróneas por lo general) será preciso recurrir á experimentos para determinar este punto: lo que se podrá ejecutar escogiendo tres ó mas cañones de superior calibre que se sepa hayan servido mucho y que sin embargo se mantengan rectos,



y no estén muy maltratados interiormente por el golpeo de las balas; y de cada uno de ellos se cortarán tres ó cuatro barretas iguales en un todo, y se harán tronchar ó doblar enteramente con separacion, afirmándolas de modo que formen palanca, y cargando en un extremo varias pesas: con cuyo arbitrio se sabrá su resistencia y rota se examinará su grano, fibra y color; y su dureza por las impresiones en el choque de un cuerpo muy duro, que se deje caer de varias alturas determinadas.

149. Para precaver que las alteraciones del frio y calor que hayan sufrido los cuerpos de semejantes cañones, cuando han hecho fuego, no hayan dado un cierto temple á los metales ó al contrario, de modo que estos sean mas ó menos duros que al salir de la fundicion, se cortarán tambien algunas barretas<sup>s</sup> del cascabel y collarin, y se harán las mismas pruebas con ellas.

150. Pudiendo acontecer que los cañones que se escojan á este fin tengan un metal demasiado suave, y que sin embargo no estén muy maltratados, por haberse cargado siempre con balas de poco viento y esféricas, y con tacos fuertes: sería conveniente hacer con ellos varios disparos seguidos, cargándolos con balas de mucho viento atacadas con heno.

151. Sabido, pues, el grado de calor que toma una pieza despues de un continuado fuego, cual se puede hacer en un sitio ó accion, y el de dureza que deben tener sus metales; se procederá á la ejecucion de los ensayos. Estos se deben efectuar con metales afinados del modo mas conveniente y útil para el desempeño de una fundicion; esto es, por un método que sea bueno y que se pueda seguir sin gastos exorbitantes para todos los metales que hayan de emplearse en la fundicion. Estos ensayos se principiarán ligando con el cobre, del modo que sea mas análogo con el que se puede practicar en grande, un 6, 7, 10, 12, &c. por 100 de estaño, y reduciendo las aligaciones á unas barretas exactamente iguales; en las que se

reconocerá el grado de dureza de estas diferentes aligaciones, del mismo modo que se habrá hallado en las cortadas de cañones: unas y otras se experimentarán al temple natural, y tambien con el grado de calor que adquieren las piezas despues de hacer un largo fuego. Por este medio se llegarán á conocer los diferentes grados de dureza que adquiere el cobre aligado con diversas dósís de estaño.

152. Igualmente se harán distintos ensayos, mezclando el cobre con zinc, purificado con el método que por otras esperiencias se halle preferible, y haciendo tambien estos ensayos con las muchas especies de piedras calaminas que hay: y se verá cuál es el método mas ventajoso de aligar el cobre con zinc, ó de hacerlo laton. Hallado que sea, se procederá por nuevos ensayos á determinar la dósís en que debe mezclarse el zinc con el cobre y estaño, y los distintos grados de dureza que les dá: todo del mismo modo que se ha dicho cuando la aligacion se efectúa con estaño solo. Lo mismo se podrá practicar con cualquiera otra substancia que se crea apropósito para mejorar la artillería.

153. Halladas en todas las regulares combinaciones ó ligas del cobre con el estaño, y con este y el zinc, sus respectivas durezas; se harán alambres de un mismo grueso de todas las distintas barretas que hayan producido dichos ensayos, y se romperán todos (unos al temple natural, y otros caldeados con el grado de calor que adquiere un cañon) suspendiendo sucesivamente varias pesas á uno de sus extremos: con lo que se conocerán sus diversos cuerpos ó tenacidades.

154. Es evidente que el metal ó bronce que tenga mas cuerpo será el mas apropiado para hacer piezas de artillería, con tal que al mismo tiempo tenga el grado de dureza que se requiere, y se ha dicho es preciso saber para dichas piezas.

155. Se ha de tener presente que los hornos ó copelas que se hallan mas adecuados para los ensayos del cobre con estaño, no lo serán tal vez para los del cobre con zinc; por lo que podrá ser indispensable hacer pruebas relativas á este punto: á

cuyo efecto se podran consultar las obras de Crámer, y Hellet.

156. Como las diversas especies de carbon y leña tengan considerable influjo en la buena calidad del metal, parece que tambien se debe examinar este punto por ensayos; pero de modo que sean practicables en grande sin notable variedad, pues que nada se conseguiria de sacar en pequeñas cantidades un metal excelente, si los medios de obtenerle no fuesen adaptables para trabajar cantidades considerables.

157. Hallada en fin la aligacion que fuese mas preferente para construir la artillería, se procurará hacer una igual en grande, y variar todas las circunstancias contrarias á su buena calidad, hasta que al fin se obtuyese un metal igual al del ensayo que se hubiese tomado por norma.

158. Esta idea que se acaba de individualizar para hallar y conocer el método mas acertado y útil de aligar y fundir los metales de que se han de hacer las piezas de artillería, siempre que se las quiera dar toda la perfeccion de que son capaces, requiere para su ejecucion muchos gastos, tiempo y ser conducida por un sugeto imparcial, versado en la química y metalúrgia; por lo tanto, no nos podemos lisongear de que llegue á efectuarse tan pronto con toda la generalidad que se requiere para determinar fijamente este punto. No obstante, puede ser útil para varios casos particulares en que un oficial esté encargado de examinar una nueva aligacion que se proyecte sin tener que recurrir á fabricar piezas de ella y probarlas: método que, como dejamos dicho, es costosísimo, y nada terminante las mas veces por los muchos accidentes que pueden alterar una fundicion, como hemos indicado. Por lo tanto, nos ha parecido oportuno pasar á sentar las principales bases para que se puedan hacer estas tentativas en pequeño.

*Naturaleza y análisis de los bronce; como igualmente de las ligas de cobre y zinc, de plomo y estaño, y de cobre y plata.*

159. Las bocas de fuego se componen generalmente de 100 partes de cobre mezcladas con 11 de estaño, de consiguiente se deben separar sus principios constituyentes por medio del ácido azóico del modo siguiente.

160. Se toma una cierta cantidad de bronce y se introduce en una retorta, se vierte encima 6 ó 7 veces su peso de ácido azóico puro á cerca de 30.<sup>o</sup> del areómetro de Baumé y se pone todo á un calor gradual: el ácido azóico se descompondrá y de su descomposición resultará, peróxido de estaño blanco cristalizado ó arenoso insoluble, y azoato de cobre soluble. Cuando no se vean ningunas partículas metálicas y se observe que del licor siendo muy ácido y estando hirviendo, no se desprende mas gas; convendrá hacerle evaporar casi hasta que se quede seco, en seguida se dilata en agua, se echa sobre un filtro y se lava el residuo, hasta que el agua de las lociones, no enrojezca la tintura de tornasol, ó no se ennegrezca por el hidrógeno sulfurado: en este caso se hace secar este residuo que estará compuesto de peróxido de estaño que calcinado hasta el rojo, pesado, y disminuido de él, el peso del oxígeno que contiene, esto es 27,2 en 127,2, se tendrá la cantidad de estaño de la aligacion. En seguida se reunirán todas las aguas de las lociones al licor filtrado, y se echará un exceso de disolucion de hidrato de potasa ó sosa; se lava por decantacion el precipitado de hidrato de bióxido de cobre que se obtendrá, hasta que las aguas de lejía no enverdezcan la tintura de violeta; se seca este precipitado y se enrojece para transformarle en bióxido puro de cobre; se pesa, y de su peso se concluye la cantidad de cobre de la aligacion, en la inteligencia de que 125,27 partes contienen 23,27 de oxígeno.

161. Este análisis supone que la aligacion se componga solo de cobre y estaño; pero suele suceder que contenga un poco de hierro y algunas señales de plomo, en cuyo caso es necesario determinar estos metales. Ambos se disolverán en ácido azóico al mismo tiempo que el cobre. Se concentrará el licor todo lo posible, para echarle fuera la mayor parte del exceso de ácido; despues se le dilata en agua, y se le echará sulfato de sosa ó potasa que precipitará de repente al plomo, en estado de sulfato, en forma de polvo blanco. Filtrado de nuevo el licor y reunidas á él las aguas de legía, se vierte un exceso de amoniaco que mantendrá en disolucion el óxido de cobre, y separará el óxido de hierro en copos de un negro rojizo. Separados estos por el filtro, se unen las aguas de legía con los licores, y se añadirá un exceso de potasa, se evapora la mezcla, hasta que quede seca, para arrojar el amoniaco, se vierte agua sobre el residuo, se acalora todo y se recoge la materia que no se disolverá: esta materia será el óxido de cobre, que lavado, seco y calcinado, dará por su peso la cantidad de cobre.

162. Del peso del peróxido de hierro se concluirá tambien el del hierro, pues aquel se forma de 100 partes del metal, y 44,225 de oxígeno. Del peso del óxido de estaño se concluirá el peso del estaño, y del de el sulfato de plomo, se sacará el del plomo; observando que 100 partes de sulfato de plomo contienen 68,39 de plomo.



**TABLA que manifiesta el resultado de los broncez anallizados.**

ALIGACIONES.	Peso.	Producto del estaño oxigenado.		Producto del estaño puro.			
		Libras.	Onzas.	Libras.	Onzas.	Dracs.	Granos.
	Libras.	Libras.	Onzas.	Libras.	Onzas.	Dracs.	Granos.
Toralito sacado de un bronce nuevo ó recién hecho. . . . .	100	14	12	10	8	4	40
Bronce de virutas de barrena. . . . .	100	14	11	10	7	6	61
Bronce de un trozo de mazarota. . . . .	100	14	4	10	2	6	61
Escorias esponjosas que nadan sobre el bronce cuando están llenos los moldes. .	100	16	6	11	11	1	10
Metal blanco. . . . .	100	41	8	29	10	2	20

163. El producto del estaño sacado del bronce nuevo prueba que el calor con que se ejecuta la mezcla del cobre y del estaño, basta para destruir un medio por ciento de estaño, y es de lo que proviene la harina que emblanquece el bronce al salir de la toralera. Sin embargo, esta pérdida puede ser menor, atendiendo á que como sucede alguna vez encontrarse los dos metales desigualmente mezclados, el toralito puede haberse tomado en una parte de la toralera, en donde el cobre se encontrase unido á una cantidad menor de estaño. Del análisis de las virutas y de las mazarotas no se saca consecuencia alguna, porque hubiera sido necesario operar con muestras de una mis-

ma pieza, tomadas de diversos parages, tanto interiores como exteriores. En cuanto á las escorias son una mezcla de bronce dividido y vuelto esponjoso por una porcion de potea de estaño (bióxido), formada en la superficie de las fundiciones, de la que proviene la porcion mas grande de estaño que manifiestan. Se dice potea de estaño, porque rompiendo estas escorias, la potea se separa por sí misma, y entonces se precipita sin cambiar de color en la disolucion del ácido azóico.

164. En las proporciones del metal blanco se reconoce un efecto bien notable de la compenetracion que en ciertas aligaciones aumenta la gravedad específica en lugar que en otras la disminuye. Tambien ha reconocido Mr. Fillet que el bronce ocupa un espacio menor que el que ocupa cada uno de los otros dos metales tomados separadamente; lo que causa mas admiracion es que aumentando la proporcion del mas ligero de los dos metales se aumenta la densidad de la aligacion. Este aumento sin duda tiene sus límites, pero se ignora en qué proporcion se detiene dicho aumento, ó empieza á disminuir. El metal blanco es muy frágil, su fractura es lisa y vidriosa, y se hace polvo con mucha facilidad.

165. Tales son las principales propiedades de la aligacion blanca, que se separa de los broncees cuando encuentra salida, y que se queda en el espesor de las piezas cuando no la halla. Esta aligacion no está combinada con las partes del bronce entre las cuales se encuentra, sino que se halla diseminada y aislada como se encontraria un puñado de arena mezclado con barro. Siempre que dos substancias cualesquiera se combinan por razon de su afinidad desaparecen sus propiedades particulares, y adquieren una propiedad comun, que frecuentemente está muy distante de ser un término medio entre las propiedades particulares de los dos cuerpos; pero constantemente es tal, que ninguno de estos vuelve á recobrar sus atributos primitivos. Asi es que en el bronce puro las propiedades particulares del cobre y del estaño de tal modo adquieren una propiedad comun, que

ni el uno ni el otro, en ningun caso, vuelven á manifestar sus cualidades particulares.

166. En el bronce puro, quiero decir, en el formado segun las proporciones que corresponden á la respectiva afinidad del cobre y del estaño, este último jamás tendrá otra fusibilidad que la que es comun á esta aligacion, jamás se separará del cobre, porque en el acto mismo de la aligacion ha perdido la ligereza, fusibilidad y las otras cualidades específicas que le distinguen del cobre; en una palabra, en la aligacion cada partícula de estaño no es específicamente mas ligera ni mas pesada que las del cobre; se puede aplicar esto mismo al metal blanco. El estaño y el cobre, aunque unidos en proporciones diferentes, pueden estar combinados de tal modo que no sea posible volverlos á separar, aunque se les aplique el calor, no permitiéndolo su grande afinidad.

167. De todo esto se sigue, que cuando se mezclan al cobre 11 por 100 de estaño se forman dos aligaciones distintas: la primera es la que se llama bronce puro; ó de otro modo, el cobre saturado de estaño en la mas pequeña proporcion, ó *ad minimum*: en la segunda el cobre saturado de estaño en la mas grande proporcion, y por consiguiente *ad maximum*. Pero para simplificar las ideas, se pueden considerar estas dos aligaciones actualmente como dos metales particulares, que no tienen el uno con el otro afinidad ni tendencia alguna para formar aligacion; ellos pueden mezclarse, quiero decir, que sus partes integrantes pueden estar interpuestas mecánicamente las unas entre las otras, como lo estarian las del agua batida con grasa. Por ejemplo: se pueden fundir juntos el cobalto con el plomo, el bismuto con el zinc, y hacer de modo que estos metales queden mezclados; pero se sabe que no por esto quedarán combinados, y que no perderán sus propiedades específicas de fusibilidad, ductilidad, ligereza, &c; y asi si se mantienen estas agregaciones metálicas fundidas obedeciendo cada uno de los metales á sus propiedades específicas, entonces sí que reco-

brando sus cualidades el zinc subirá á la superficie del bismuto, y el cobalto sobre el plomo.

168. Tal es la imágen de lo que pasa en los bronce: dos aligaciones destituidas de afinidad forman su mezcla, es una agregacion mecánica y violenta de dos combinaciones distintas, que gravitan hácia distintos centros, y que no quedan juntas sino en cuanto la condensacion las fuerza á permanecer en contacto.

169. De este pequeño número de indagaciones resulta: 1.º que la proporcion de 11 y aun de 10 de estaño es demasiado grande; 2.º que será necesario contraerla á un término que no resulte sino bronce puro; 3.º que no puede ser sino contrario á las ideas que se han propuesto, eligiendo para los cañones una aligacion dura, nerviosa y sólida, el mezclarla una aligacion agria, frágil, como es el metal blanco, y tan diametralmente opuesta á las propiedades que debe tener un metal para la artillería. Cual sea la proporcion del cobre y del estaño de que resulta el bronce puro, y cuales sean sus propiedades comparadas con las del bronce actual, es un problema que todavía no está resuelto.

170. Algunos han pretendido formar una aligacion de cobre y zinc para la constraccion de piezas de artillería; mas en el dia solo se mezcla el zinc y el cobre para formar el laton, cuyo metal es mas duro, menos oxidable y de color amarillo. Para hacer el análisis del laton, se disuelve una cantidad de él, en ácido azóico debilitado, á la ayuda de un calor moderado, se dilata la disolucion con un poco de agua, se echa hidrato de potasa ó de sosa con bastante esceso; se agita inmediatamente la mezcla, que no se acalora, ó si se hace, será muy ligeramente; se filtra y lava hasta que las aguas de legía no enverdezan la tintura de violeta; y de esta manera se obtiene disuelto en el licor, el zinc oxidado, y en el filtro, el cobre en estado de bióxido. Este residuo, se seca, se calcina y se pesa; y disminuyendo 25,27 por 125,27 se tendrá la can-

tividad de cobre de la aligacion. Para tener la cantidad de zinc se necesita mayor número de operaciones. Despues de reunidas las aguas de las lociones al licor mismo, se echa un pequeño exceso de ácido clorohídrico, ó sulfúrico, que transformará la potasa y el óxido de zinc, en sulfatos ó clorohidratos; en seguida se añade carbonato de potasa ó de sosa, que precipitará todo el óxido de zinc unido al ácido carbónico; lavando ahora este carbonato, secándolo y enrojeciéndolo se le descompondrá, y no se tendrá mas que el óxido, del que se deducirá facilmente la cantidad de zinc de la aligacion, pues este óxido está formado de 100 partes de zinc y de 24,797 de oxígeno.

171. También suele contener el laton, además del cobre y zinc, una pequeña cantidad de plomo: en este caso es necesario disolver siempre la aligacion en el ácido azóico despues de lo que se concentra la disolucion para despojarla en cuanto sea posible del exceso de ácido; se añade sulfato de potasa ó sosa, que precipita el plomo en el estado de sulfato y bajo forma de un polvo blanco, y se trata el licor filtrado, el cual no contiene mas que zinc y cobre, como se ha dicho anteriormente.

172. El análisis de la liga de plomo y estaño, se funda en los mismos principios que el del bronce, esto es en la insolubilidad del estaño en el ácido azóico y en la solubilidad del plomo en el mismo. A este fin se toma una cierta cantidad de aligacion, se introduce en una retorta, se vierte encima 6 ó 7 veces su peso de ácido azóico puro á 30.º del areómetro de Baumé, y se pone todo á un calor moderado: el ácido azóico se descompone y de esta descomposicion resulta peróxido de estaño blanco insoluble y azoato de plomo soluble. Cuando no se vean partículas metálicas y que del licor, siendo muy ácido y estando hirviendo, no se desprenda mas gas, se evapora casi hasta que se quede seco, se dilata en agua, se echa en un filtro, y se lava el residuo hasta que el agua de las lociones, no enrojezca el tornasol, ó no se ponga negra por el hidrógeno sulfurado: se seca



este residuo, que estará compuesto de peróxido de estaño, calcinándolo hasta el rojo; se pesa, y disminuyendo la cantidad de oxígeno que contiene, esto es 27,2 en 127,2, se tendrá la cantidad de estaño de la aligacion. En seguida se reunen todas las aguas de legía, al licor filtrado, y se le añade un exceso de sulfato de potasa ó de sosa; todo el óxido de plomo se precipitará unido al ácido sulfúrico, de suerte que para conocer la cantidad de plomo no habrá mas que recoger el precipitado, lavarlo, secarlo, pesarlo, y observar que 100 partes de sulfato de plomo contienen 68,39 de plomo.

173. Para conocer la cantidad de plata que puede contener el cobre, por si merece beneficiarse, se hace uso del ácido azóico, al menos para hacer el análisis por la via húmeda, pues hay otro método para analizar tambien, que es el de la copelacion. Estando hecha la disolucion de la aligacion en aquel ácido y dilatada en agua, se echa poco á poco ácido clorohídrico, que precipitará toda la plata en estado de cloruro; despues de la cual se filtra el licor y se lava el precipitado, hasta que las aguas de las lociones dejen de ponerse azules con el amoniaco: se reunen las aguas á el licor filtrado, y se echa un exceso de disolucion de hidrato de potasa ó sosa, que separará todo el cobre en el estado de bióxido. Este bióxido bien lavado, seco y calcinado, dará la cantidad de cobre, asi como el cloruro de plata dará la cantidad de plata, en la inteligencia de que 100 partes de precipitado contienen 75,44 de plata.

### *Modo de separar el cobre del metal de las campanas.*

174. La cualidad principal que debe tener el bronce para las campanas es que sea sonoro, y así debe formarse la liga de 25 á 30 por 100; pero resultando un metal muy quebradizo y de poca tenacidad, no sirve para fabricar artillería sino se le añade la competente cantidad de cobre, ó se le quita estaño hasta que resulte un bronce con las dosis que previene la ordenanza. En Francia se empezó añadiendo al metal de campanas poco mas de igual peso de cobre; pero además del gran consumo de este, vieron que no sacaban todo el fruto posible, y así determinaron separar el estaño, con el fin de obtener un cobre tan puro como fuese necesario para todos sus usos en la sociedad.

175. Refiriéndonos á cuanto se ha dicho sobre el afinado del cobre, es claro que fundido el metal de campanas en un horno de reverbero, y continuando dándole mucho fuego, al cabo se oxidará el estaño; pero esto será con un gran consumo de tiempo y combustible, que se disminuirá, haciendo que una corriente de aire producida por un fuelle auxilie la oxidación, cuidando de remover el baño con berlingas.

176. 1.º Para hacerlo con mas economía, se ponen las campanas en un horno de reverbero, cuyo crisol ó caldera tengan plana su superficie, y cuando el metal despues de rojo se empieza á ablandar, se le divide, estiende y remueve continuamente para que presentando mayor número de superficies al aire, se facilite su oxidación. Si entran en fusión algunas partes, se las agita y divide inmediatamente con el fin de que cargándose de oxígeno vayan poco á poco perdiendo su fusibilidad; y se continúan estas operaciones hasta que aparezca todo el metal casi en polvo de color obscuro, cuyo producto es una mezcla de óxido de estaño, óxido de cobre, y cobre

que no ha tenido lugar de oxidarse; y si bien este último es capaz de entrar en fusion á su temperatura ordinaria, como está tan subdividido entre los dos óxidos no aparece líquido.

2.º Concluida esta operacion, se puede hacer uso del mismo horno cargándole de nuevo con una determinada cantidad de metal de campanas, despues de haber estraído el primer producto. Se le hace entrar en fusion, é inmediatamente se echa en el baño una mitad en peso de dicho producto, procurando revolver rápidamente toda la masa para que el metal en baño le presente mayor número de puntos de contacto. Las partículas de cobre no oxidado que se hallen en el primer producto se funden con el contacto del baño del metal, se reunen, y como ya han abandonado en la primera operacion una parte del estaño, aumentan la proporcion de cobre en esta segunda. Pero lo que mas contribuye á este aumento es la porcion del cobre oxidado en aquella, que abandona su oxígeno al estaño superabundante de esta, resultando simultáneamente los dos efectos que se apetecen, á saber: aumentar el baño del metal de campanas en una cantidad de cobre puro, y privarle al mismo tiempo de parte de su estaño que sobrenada en forma de escorias. Cuando estas han llegado á este estado, se sacan con el escoriador, y se cuele el baño: se pulveriza y separa por medio de lociones, de los fragmentos de cobre que contienen. Desde luego se vé que en esta operacion es preciso dar mucho fuego, y remover continuamente el baño, para que sea mas completa la desoxidacion del cobre y oxidacion del estaño.

3.º Se mezclan las escorias con  $\frac{1}{8}$  de su peso de carbon, y se acalora fuertemente la mezcla en un horno de reverbero; resultando de aquí una aligacion formada de cerca de 60 partes de cobre y 40 de estaño y nuevas escorias, mucho mas ricas en estaño que las primeras.

4.º Se calcina esta aligacion, sirviéndose siempre para ello de un horno de reverbero, pero sin agitar la masa; y se forman

poco á poco en la superficie del baño, unas capas de óxido que tienen cierta solidez y están compuestas de mucho mas óxido de estaño que de óxido de cobre. Esta operacion debe continuarse hasta que el metal que quede en el horno venga á tener las mismas dósís que el de campanas: entonces se cuela para someterlo á las mismas operaciones que el metal de campanas propiamente dicho.

5.º Las capas de óxido que se forman en la operacion precedente se reducen en un horno de manga. Tambien se reducen en dicho horno las escorias ricas en estaño, que provienen de aquellas que han sido tratadas por el carbon en el horno de reverbero (número 3.º), y se saca de ellas una aligacion compuesta de cerca de 28 partes de cobre y 72 de estaño.

6.º Se calcina esta nueva aligacion en un horno de reverbero de la misma manera que la aligacion (número 4.º) hasta que esté poco mas ó menos, en las mismas dósís que esta última; pero entonces no se produce sino óxido de estaño puro ó casi puro. Se quita este óxido y se continúa la calcinacion hasta transformar la aligacion que queda en óxido de estaño y de cobre y en metal de campanas, que se trata como se ha dicho en los números 5.º y 1.º

El color de las capas de óxido que se forman es un signo suficiente para conocer la época en que es necesario quitarlas y suspender la operacion: mientras que son blancas, es prueba de que no contienen mas que óxido de estaño; cuando vienen á ser grises empiezan á contener óxido de cobre; cuando son de un negro obscuro, la aligacion viene á tener la dósís del metal de campanas.

7.º En fin, se mezcla el óxido de estaño con la décima parte de su peso de carbon, se aglutina la mezcla con agua, y se trata en un horno de manga: bien pronto se reduce el óxido de estaño y dá el estaño casi puro. Si contiene mucho cobre, se le funde en una caldera de hierro colado, y se deja enfriar, hasta que deje de carbonizar el papel: el cobre unido á cierta

cantidad de estaño, se precipitará en el fondo de la caldera en forma de una masa pastosa, de suerte que el baño que sobrenada, solo estará compuesto de estaño, que se sacará capa por capa para moldearlo.

177. Si la separacion de estos dos metales se hace con el fin de obtenerlos puros, se ejecuta la operacion como se acaba de esponer; pero si su objeto se dirige á fabricar artillería, no hay necesidad de depurar al cobre de todo su estaño, y lo que se hace en este caso es moldear en torales la fundicion marcando los de cada una, para que conociendo luego por un ensayo la dosis de su liga se pueda despues echar mano de la mas adecuada, á fin de que cuando se funda una determinada cantidad de campanas se complete con dichos torales la carga del horno, y resulte un bronce como previene la ordenanza.

178. Valiéndose de dos hornos contiguos para oxidar en el uno el metal de campanas, y en el otro efectuar el afino del cobre, la operacion será mucho mas económica; pues poniéndolos en fuego á un mismo tiempo, se podrán pasar los óxidos del 1.º sin que pierdan su calórico, al 2.º que estará en baño. Pero por mucho que este se remueva, nunca todas las partes del primer producto podrán llegar á estar en contacto con su superficie, y asi en las escorias siempre quedará envuelta una porcion de óxido de cobre y de cobre puro.





cantidad de estaño se precipita en el fondo de la caldera en forma de una masa pastosa de color verde que al principio cubre toda la superficie del líquido y al fin se deposita en el fondo de la caldera para molestia.

177. Si la separación de estos dos metales se hace con el fin de obtenerlos puros se emplea la siguiente operación como se describe de espesor; pero para el objeto señalado se emplea la siguiente que hay necesidad de repetir el cobre en todo su estado, y lo que se hace en este caso es molerlo en mortero de madera y cuando los de cada una para que cuando se funde por un horno se volva a fundir en un horno de fundición y cuando se ha fundido se mezcla con una cantidad de cammases, con dichos cammases se carga del horno y se molle un bronco como precede el obrar.

178. Y cuando se deseara obtenerlos puros para extraer en el tipo el metal de cammases, y en el otro el de cobre, se extrae el cobre en la operación que se hizo para separarlos; pues para esto se hace a un mismo tiempo, se pueden hacer los dos del 1.º sin que pierdan su calidad, y el 2.º que se extrae en el tipo. Lo por mucho que este se remueva, nunca todas las partes del primer producto podrán llegar a estar en contacto con el superficie, y así en las escorias siempre quedará en ella una porción de óxido de cobre y de cobre puro.



que se fabrican para la fundición de los moldes.

170. Los barros de que se fabrican los moldes se componen de arena, arcilla, cenizas de carbón y pasta de yeso. La proporción en peso de cada uno de estos ingredientes es la siguiente: arena 50 partes, arcilla 25, cenizas de carbón 15 y pasta de yeso 10.

## Número 2.

171. Estas arcillas que se emplean en la fundición de los moldes se clasifican en dos especies: las de color rojo y las de color blanco. Las de color rojo se emplean para fabricar los moldes de hierro y las de color blanco para fabricar los moldes de bronce.

### De la moldería.

172. El taller de moldería es el taller en el que se preparan los moldes para la fundición de las piezas de artillería. Este taller debe estar situado en un lugar seco y ventilado, y debe estar dividido en varias habitaciones para la preparación de los moldes de diferentes piezas.

179. **A** fin de no hacer confusa la explicacion del método que se sigue en nuestra fundicion para formar y preparar los moldes en que se han de fundir las piezas de artillería, daremos primero noticia de los ingredientes y materiales precisos para la construccion de ellos: despues, de los útiles é instrumentos necesarios para las maniobras del taller de moldería: espuestas estas nociones se explicará el modo de formar y preparar los moldes, hasta ponerlos en estado de conducirlos á la fosa. En todo lo cual nos ceñiremos á las prácticas y reglas que actualmente se siguen en nuestra fundicion, pero últimamente se darán algunas nociones concernientes á la naturaleza de los barros.

*Ingredientes y materiales para la construcción de los moldes.*

180. Los barro de que se fabrican los moldes se componen de arcilla arenisca bastante crasa y pastosa, para que se deje amasar bien por medio del agua entre sí, y con el estiércol de caballo y pelo de vaca con que se mezcla.

181. Estas arcillas que se tendrán de prevención en depósitos, se muelen y reducen á polvo en un molino de bronce, semejante á los de moler yeso ó aceite, el cual sirve tambien para moler las escorias y solerías de los hornos, como igualmente las tierras de los moldes despues de haber servido; teniendo cuidado el operario de quitar á mano las piedras y partes heterogéneas con que puede venir envuelta dicha arcilla del lugar de su extracción. La que se usa en la fundición para el barro ordinario de los moldes, se saca de la Enramadilla, es bastante crasa y se deja amasar bien, y aun cuando se presenta en cortas porciones, tienen la ventaja de hallarse próxima á la fábrica: ó bien se hace uso del barro que sirve para las poteas, el cual se trae de Quintos.

182. El estiércol que se ha de mezclar con las arcillas para dar ligazon á los barro, debe ser de caballos ó mulas alimentados con paja y cebada ú otra semilla: el que se emplea en la fundición es del ganado del establecimiento, y se prepara quitándole á mano las pajazas que tenga, procurando desmenuzarlo al mismo tiempo. Con igual objeto se usa el pelo de buey ó vaca, que es un material muy adecuado para aumentar la tenacidad de los barro. El que se gasta en la fundición viene ya lavado y seco, y antes de usarlo se bate y limpia bien, valiéndose para ello de un instrumento ( lám. 21 fig. 1.<sup>a</sup>) que se reduce á un tablon *A* en el que hay un peine fijo *B*, el cual está representado de costado en la (fig. 2.<sup>a</sup>) con nueve

agujeros en los que se aseguran otros tantos cordeles de 2 líneas de diámetro, llamados de horcate, y de la longitud del tablon; los cuales por el otro extremo se sujetan á una pieza de madera *C* (figs. 3.<sup>a</sup> y 4.<sup>a</sup>), revestidas por los dos lados de una chapa de hierro, la cual tiene un mango *D* tambien de madera y el mismo número de agujeros que el peine. Para hacer uso de él pone el operario el pelo sobre el tablon y debajo de los cordeles, agarra el mango de la pieza movable, y dá golpes con ellos sobre el pelo, el cual de este modo queda batido y limpio.

183. Estas tres materias se ponen en la pastera, que es una especie de banco con respaldo de 16 pies de largo y 4 de ancho, cerrado por sus lados, en la dosis de 16 espuertas de arcilla á  $36\frac{1}{2}$  libras cada una, que se estiende sobre la tabla de la pastera; encima se ponen tres espuertas de estiércol á 12 libras, y sobre él cinco espuertas de pelo de vaca á  $\frac{1}{2}$  libra, y echando seis cubetas de agua á  $11\frac{1}{2}$  libras cada cubeta, se deja en este estado por espacio de  $1\frac{1}{2}$  horas para que se penetre bien: pasado dicho tiempo se la remueve y bate con igualdad con un rodillo ó rasador de hierro representado (en la fig. 11 de la lám.<sup>a</sup> 22) hasta que se combinen las tres materias perfectamente, lo que se verifica á los  $\frac{3}{4}$  de hora, teniendo cuidado el operario, si es que no tiene bastante agua, de echarle un rocion con una escoba. En seguida, y valiéndose de una cuchara de madera, se echa en uno de los ocho pilones que hay al lado de cada una de las dos pasteras que existen en la fundicion (los cuales tienen 2 pies 9 pulgadas de diámetro y 3 pies de profundidad) y de estos se pasa á las artesas para conducirlo al taller de moldería.

184. La dosis prescrita es con la que actualmente se fabrican los barros en la fundicion de Sevilla; pero variará segun las diferentes especies de arcillas, aunque será muy fácil por un ensayo determinar la mas adecuada, y la cantidad de agua segun sea la estacion. La cantidad de estiércol y de pelo

que sirve para trabar la mezcla tambien varía segun la naturaleza de las tierras.

185. En el taller de los barros debe haber ademas de dos, tres ó mas pasteras, y de los útiles espresados, varios cubos con asas y sin ellas, palas de hierro, tinas grandes para agua y depósito de los barros, y cazos para estraerlos de las tinas y ponerlos en unas artesas en las cuales se transportan al taller de moldería.

186. El barro asi compuesto es el comun ú ordinario de los que se emplean en la moldería, pues se necesita otro fino para los primeros lechos de los moldes llamado *potea*, para esta se emplea en la fundicion un barro ó arcilla colorada arenisca que se trae de Quintos; sitio distante legua y cuarto del establecimiento, el cual es vitrificable por su naturaleza cuarzosa; dicho barro, despues de molido en el molino; se lleva á la moldería, se estiende en la pastera, en la dosis de diez y seis espuestas de 25½ libras de peso cada una, se le echan cinco cubetas de agua á 11 ½ libras y se deja ½ hora para que se penetre bien; en seguida se amasa con el rodillo por espacio de ¼ de hora. Sobre unos caballetes cualesquiera, se ponen unas bandas de hierro y encima unas chapas de lo mismo, en las que se coloca una tongada de barro, ya amasado, de 3 pulgadas de espesor, y se cuece poniendo debajo astillas encendidas: cuando está bien tostado se vuelve á moler, y se criba por unos cedazos de alambre, cuyas mallas tienen 1 pulgada de largo y ½ línea de ancho. Del polvo que resulta se ponen en la pastera diez y seis espuestas á 27 libras cada una, siete id. de pelo de vaca y 7 cubetas de agua, dejándolo ½ hora: en seguida se bate por espacio de 2 horas, se pasa á los pilones, y de ellos á las artesas cuidando, si está espeso, de añadirle un poco de agua; advirtiendole que para la primera mano se necesita que la *potea* esté mas suelta que para la segunda, y para esta mas que para la tercera, &c. Pasemos á dar noticia de los demas géneros que deben existir en un almacen próximo al taller de moldería, y sus usos.



187. 1.º Yeso: este se prepara recoiciéndolo y pasándolo por tamices muy finos de alambre; á fin de que no se desperdicie se muele en el molino de bronce en que se muelen las arcillas. Este yeso se emplea para moldear las culatas de los cañones, sus muñones, los de los morteros y otras piezas pequeñas necesarias para las máquinas. Tambien se necesita para fortalecer la encastracion de las culatas y mazarotas con los moldes, y para recibir las culatas en los canastones.

188. 2.º Jabon de piedra: que sirve para untar la superficie de los husos sobre que se hacen los moldes de cañones y morteros, á fin de que la trenza de esparto de que se cubren no tenga rozamiento con ellos, y asi puedan sacarse con facilidad acabado el molde.

189. 3.º Cera vírgen: debe estar en panes sin mezcla de sebo ni otros cuerpos, y se emplea para moldear las asas y cazoletas de las piezas, mezclada con doble cantidad de pez.

190. 4.º Cañamo: ha de estar en rama, y ya espadado y rastrillado: será mejor cuanto mas largos sean sus filamentos: sirve para ponerlo sobre el barró fino, á fin de dar á los moldes la trabazon y consistencia que se requiere.

191. 5.º Trenzas ó lias de esparto: son grandes de 12 ó 13 líneas de ancho, y pequeñas, llamadas trencillas, de cinco á seis: su aplicacion es fajar los husos á fin de proporcionar los gruesos de los modelos.

192. 6.º Hilo bramante: que se usa para atar y asegurar los cabos de las trenzas con que se envuelven los husos.

193. 7.º Sebo crudo ó en rama: sirve para engrasar los quicios de los husos de los moldes, á fin de que estos puedan girar con facilidad; y para otros semejantes destinos.

194. 8.º Aceite comun: sirve para el mismo efecto que el sebo en rama, y ademas para facilitar el movimiento á las máquinas, y para las luces necesarias en la fundicion.

195. 9.º Velas de sebo: sirven para los trabajos de las fosas de los hornos, como son colocar las culatas, los cuerpos de las

piezas, &c.; y reconocer interiormente los moldes atándolas á un alambre.

196. 10.º Alambre: se emplea, después de recocado, en asegurar y ajustar fuertemente los enganchamientos de las culatas, mazarotas y aros de los moldes: debe ser de hierro muy suave y correoso, pues de lo contrario se rompe al entorcharlo.

197. 11.º Clavos pequeños y tachuelas: su servicio es asegurar la trenza de esparto al huso en los parajés donde necesite de esta sujecion.

198. 12.º Vendajes de hierro para los moldes: cada uno de estos se guarnece con un herraje, menos el del obus de á 9 largo que necesita dos. Estos se componen de un cierto número de planchas ó bandas, y fajas ó aros de hierro que los sujetan y fortalecen á fin de que tengan la solidez que se requiere, para que puedan resistir todos los movimientos que se ejecutan con los moldes hasta colocarlos en las fosas; que toleren el fuego fuerte con que estos se caldean y recuecen, y la presión y calor del bronco líquido que entra en ellos para la formación de las piezas. El número de bandas y fajas pende de la magnitud de cada pieza, y también del método de colocarlas con conocimiento.

199. 13.º Cenizas desaladas: se usan para cerrar las grietas que se hayan abierto interiormente en los moldes; lo que se ejecuta haciendo una pasta bastante rala con estas cenizas, y agua, y bañando con ella por medio de una brocha la superficie interior del molde. Las cenizas se desalan poniéndolas en una cuba, y echando encima cantidad de agua que se vierte por inclinacion después de haberse saturado de sal, y que estén reposadas las cenizas: maniobra que se repite hasta que estas no suelten mas sales. Si se quieren separar estas cenizas de las partes térreas que contengan, se remueven en cantidad de agua después de desaladas, y se vierte el líquido que resulte en otra tina ó cuba antes que se reposen las cenizas; pasándolas por un tamiz muy fino de alambre que parece cerda, por cuyo medio queda la parte térrea en la primera cuba. En defecto de



*Útiles para el taller de moldería.*

201. Los útiles é instrumentos necesarios en un taller de moldería son de dos clases: los unos propios para la formación de los moldes, y los otros para ejecutar con ellos cuantas maniobras sean precisas hasta ponerlos en disposición de recibir el metal.

202. Los de la primera clase se reducen: 1.º á mazos de mano que sirven para golpear la trenza de esparto, y ajustarla á los husos: 2.º compases curvos para examinar y proporcionar los diferentes gruesos de los moldes: 3.º niveles de peso, y reglas de varias figuras para la colocación de muñones, asas, &c: 4.º tenazas grandes y pequeñas para oprimir las fajas de hierro: 5.º martillo para el mismo fin: 6.º torcedores de hierro de puntas vueltas para entorchar el alambre con que se aseguran las espresadas fajas: 7.º clavos largos para afirmar los muñones, asas, &c.

203. Los de la segunda clase son: 1.º cabrias grandes con que se sacan los moldes, con sus usos, de los caballetes en que se forman: 2.º carro con varales y juego delantero (semejante al carro fuerte, aunque más pequeño y sin tanto herraje) sobre que se cargan los moldes para extraerles los husos y trenzas: 3.º cuchillos de hierro, ó machetes para cortar los extremos del molde hasta escuadrarlo como conviene: 4.º formones para el mismo fin y arreglar las encastraciones de la mazarota y muñones: 5.º azuelas ó piquetas de albañiles para el mismo efecto, y formación de la canal que se abre en la fosa para dirigir el metal desde el horno á los moldes: 6.º compases rectos para hacer con exactitud el rebajo de la mazarota para su encastración con el molde de la pieza: 7.º barrenas grandes y pequeñas para hacer los bebederos á los moldes: 8.º reglas de madera para escuadrar los moldes de cañones, morteros, maza-

rotas, culatas, &c., y para situar verticalmente los moldes en la fosa sirviéndose de niveles de peso: 9.º pinceles grandes y brochas para bañar interiormente los moldes con cenizas despues de recocidos: 10.º canastones de bronce para contener los moldes de las culatas: 11.º tapaderas de madera y lienzo ordinario para impedir que caiga polvo dentro del molde despues de bañado con las cenizas: 12.º zapapicos y azadas para sacar la tierra de los depósitos del horno y terraplenar la fosa: 13.º espuestas terreras para conducir la tierra: 14.º pisones de hierro con mangos de madera para comprimirla dentro de la fosa: 15.º palaustres para la formacion y reboco de la canal que se hace en la fosa: 16.º escobillas y fuelle para limpiar enteramente esta canal: 17.º tapaderas de hierro revestidas de barro por la parte inferior, y con un agujero circular en el centro para tapar los moldes de las piezas y sus mazarotas, en el recocido: 18.º cilindros ó aros de chapa de hierro, cubiertos por un costado, cuya cuarta parte de la cubierta es movable, y sirven para el recocido de los muñones de los moldes; últimamente bragas de hierro con ganchos para colócarlas debajo de las canales y romper estas despues de ejecutada la fundicion,



*Taller de moltería y método de formar los moldes.*

204. El taller en que se han de fabricar los moldes necesarios para una fundicion ha de estar próximo á sus hornos para ahorrar jornales inútiles, y evitar se maltraten al trasportarlos á las fosas: asi mismo debe ser suficientemente espacioso para que se ejecuten todas las maniobras con libertad, y esten con bastante separacion todos los juegos de usos que sean precisos para los moldes de cuantas piezas se puedan fundir á un tiempo en los hornos.

205. El número de juegos de usos que se pueden emplear ó necesitar á un tiempo en el taller de moltería, es respectivo al de los hornos que haya en la fundicion, y al mayor ó menor número de piezas que se manden fundir, arreglando las que han de hacerse en cada fundicion, y por consiguiente el número de juegos de husos que se necesita armar para ellas en el taller de moltería, por la cabida del horno que se trate de emplear. En la actualidad hay dos juegos de husos de cañones de á 24 y dos de á 16, sirviendo ambos para construir los de obuses de á 9 largos; dos id. de á 12 cortos; tres id. de á 8 id. en donde se construyen los obuses de á 7 largos y los de á 6 $\frac{1}{2}$ ; uno id. de á 4 corto; uno id. de obus de á 7 corto, donde se construyen los de á 9 cortos modernos; uno de á 9 corto antiguo; ocho de obuses de á 5 corto; uno id. de mortero cónico de á 14; dos id. de á 12; uno de mazarotas de á 24; uno id. de á 16 donde se construyen las de á 9 corto antiguo; uno id. de á 8 donde se hacen tambien las de á 12 corto y largo, y obuses de á 6 $\frac{1}{2}$  y tres id. para obuses de á 9 largo.

206. Cada juego de husos (lám. 22 fig. 2.<sup>a</sup>) se compone de dos *A*, *A* totalmente iguales situados paralela y encontradamente en dos caballetes de bronce, hierro ó madera horizontales *b d* sobre los que giran alrededor de sus ejes, que tambien

deben estar en situación horizontal, en mortajas *D, E* (fig. 5.<sup>a</sup>), por medio de manivelas que encajan en sus cabezas representadas en la (fig. 13).

207. La (fig. 1.<sup>a</sup>) manifiesta el del cañon de á 24, y los de las demas piezas tienen sus dimensiones proporcionadas á sus calibres, como manifiesta la tabla siguiente, con la diferencia que los de corta longitud, terminan á continuacion de su extremo menor en un sólido cilindrico para moldear la mazarota: advirtiendole que las longitudes que se marcan en la tabla, son las distancias que hay entre los caballetes sobre que están colocados los husos, los cuales tienen ademas por un lado la garganta y cabeza en que entran las manivelas con que se les hace girar, y en el otro no solo la parte cilindrica con que descansa sobre el caballete, sino una parte escedente que sirva para levantar el molde despues de concluido.

a	1	11	11	8	a	8	a	.....	8
a	1	8	8	7	a	8	11	.....	8
a	0	9	10	7	a	0	9	.....	4
a	7	8	11	8	a	1	9	.....	4
Mortajas cortas									
a	8	0	0	1	a	8	10	.....	11
a	1	2	3	2	a	1	7	.....	11
a	8	4	7	8	a	8	9	.....	7
Otras									
a	8	11	0	0	a	8	11	.....	0
a	8	11	2	0	a	8	10	.....	0
a	8	8	8	8	a	8	11	.....	0
a	1	8	8	7	a	8	11	.....	7
a	8	8	8	0	a	8	10	.....	7
a	1	8	8	7	a	8	11	.....	0
a	8	11	8	8	a	8	10	.....	0

**TABLA de las principales dimensiones de los husos que sirven para construir los moldes de los cuerpos de las piezas de artillería.**

Cañones.	Diámetro de la base mayor.			Idem de la menor.			Longitud.		
	Pies.	Pulg.	Lins.	Pies.	Pulg.	Lins.	Pies.	Pulg.	Lins.
24.....	1	7	9	1	»	6	13	8	2
16.....	1	6	10	»	10	6	12	10	»
12 largo.....	1	2	7	»	9	7	11	10	»
12 corto.....	1	1	8	»	8	9	8	10	»
8 largo.....	1	»	3	»	8	11	11	1	»
8 corto.....	»	11	8	»	7	8	8	1	»
4 largo.....	»	9	4	»	7	»	9	5	»
4 corto.....	»	9	1	»	6	11	6	7	4
<b>Morteros cónicos</b>									
14.....	1	10	3	1	4	10	9	»	»
12.....	1	7	5	1	2	9	8	4	4
7.....	»	9	6	»	6	7	4	8	»
<b>Obuses.</b>									
9 largos.....	1	7	9	»	»	6	13	8	2
9 cortos modernos	»	10	9	»	10	8	6	8	»
9 cortos antiguos	1	6	»	1	2	»	6	3	»
7 largo.....	»	11	8	»	7	8	8	1	»
7 corto.....	»	10	9	»	10	8	6	8	»
6½.....	»	11	8	»	7	8	8	1	»
5 corto.....	»	6	2	»	5	»	6	5	»

208. En los caballetes hay á proporcionada distancia de las mortajas unas encastraciones *ef, gh* (fig. 2.<sup>a</sup>) en donde se afirman y sientan las terrajas ó plantillas que manifiesta la (fig. 7.<sup>a</sup>): estas son unos tablones *AB* que tienen uno de sus lados guarnecido de la plancha de hierro *CD*, cuyo borde *xz* representa el perfil inverso de la pieza, y además los rebajos *H, L* que sirven para formar los encajes con que se une el molde del cuerpo del cañon á los de la culata y mazarota.

209. Al perfil de la terraja, empezando desde el punto *b'*, se le vá dando una línea seis puntos mas de longitud por cada pie de la pieza en los cañones de 24, 16, y 12 largos, y obuses de 9 tambien largos, y una línea á todas las demas: y así resulta la parte escedente *o o'* repartida progresivamente entre las molduras *c', d', e', m', n'*. Esta práctica se funda en que mientras se mantiene líquido el metal en el molde, por su enorme peso gravita hácia *b'*, y como los barros sufren alguna contraccion por el mucho calor, resulta que al tiempo de consolidarse ya han bajado á su debido lugar dichas molduras.

210. La primera operacion que se ejecuta en el moldeo, es la de meter las manivelas en el dado *KL* de la cabeza del uso (figura 3.<sup>a</sup>) y colocar unos suplementos *Y*, ó cuñas que tienen 1 pie 9 pulgadas de largo y se ajustan alrededor, llegando hasta *rr* para ahorro de trenza en los cañones de 24, 16, y 12 largos; y obuses de 9 largos y cortos, y en seguida se coloca la terraja en las encastraciones de los caballetes, de suerte que se halle en el mismo plano horizontal que pasa por el eje del uso, y promediándola por sus puntos *c', n'*, (fig. 7.<sup>a</sup>) de modo que disten exactamente de dicho eje los respectivos semidiámetros de las piezas, se la sujeta con cuñas.

211. En el cañon de á 24, de que estamos hablando (fig. 3.<sup>a</sup>) se ponen dos peones en las manivelas, que lo hacen girar para que 4 operarios le den con jabon, y puedan divididos desde *Y* hasta *r*, de *r* á *s*, de *s* á *t*, y desde *t* á *z*, revestirle á un mismo tiempo con la trenza de esparto, golpeándola fuertemen-

te con un mazo á fin de que quede bien apretada y unidas sus vueltas hasta que esté en contacto con todos los puntos de la terraja. En seguida se separa esta 3 líneas y 6 puntos que es lo que se dá de mas rádio á la pieza para poderla tornear, y poniendo el barro preparado sobre la terraja hácia la parte que mira al modelo, se estrega con él mismo toda la trenza para que agarre mejor el que sucesivamente vá dejando aquella en las revoluciones del huso, á cuyo fin el operario tiene cuidado de irlo arrimando hácia su borde  $xz$  (fig. 7.<sup>a</sup>); y cuando conoce que ya no admite mas, quita la terraja para que no se tuerza con el fuego de carbon que enciende debajo á fin de que se seque. Luego que lo está, se aparta el fuego y se vuelve á colocar la terraja exactamente en el mismo paraje, y como el barro se contrae con el calor, se halla ya el modelo en disposición de admitir la segunda mano del mismo modo que la anterior, y en seguida una tercera y una cuarta que es la última, en la que no se quita la terraja para que quede mas tersa la superficie del barro al mismo tiempo que se vá secando por el fuego.

212. Mientras que se enfria el modelo, construyen los mismos operarios los muñones y las asas: los primeros se moldean de yeso fino en matrices de lo mismo, cuyo hueco escede 3 líneas 6 puntos la dimension de aquellos, y la de los contramuñones en las piezas que los tienen. Dichas matrices se separan en dos mitades por su largo, y despues de untadas con jabon disuelto en aceite se coloca en su eje un cono de madera con la base mayor hácia la exterior del muñon para poderlo luego sacar: se unen estas dos mitades, y se llena todo el espacio que las queda de una lechada de yeso, el que despues de seco y estraído el cono dá el muñon hueco de 10 líneas 6 puntos de espesor, y con sus bases abiertas.

213. Las asas se moldean en matrices, tambien de yeso, divididas por su largo en dos mitades, que se untan con jabon desecho en agua, y que despues de unidas dejan en su interior



un hueco de 3 líneas 6 puntos mayor que aquellas. En este estado se llena cada matriz de una mezcla derretida de 22 partes de pez y 2 de cera, se mueve en todos sentidos hasta que se consolide sobre sus paredes como cosa de 2 líneas 4 puntos, y se vierte la sobrante; con lo que queda formada el asa de este espesor y también hueca.

214. Después de frío el modelo se vuelve á colocar la terraja en el mismo paraje, se la echa sebo derretido sobre su borde, y para que no se estienda sobre ella, se le contiene con una paredilla hecha de barro á dos pulgadas de aquel, arrimándolo los operarios hácia el modelo con cuñas de madera, y por las revoluciones del uso se vá bañando su superficie. Toda terraja tiene en su debido lugar dos pequeñas incisiones que marcan en el sebo los círculos que pasan por *a* y *b* (fig. 4.<sup>a</sup>) llamados junquillos, á fin de que el operario sepa que desde ellos hácia la culata debe colocar las asas y muñones. Para las cazoletas se señala otro junquillo: y últimamente otro en el extremo de la caña para fijar su diámetro en esta parte.

215. La altura de dichos muñones con relacion al eje del modelo se determina señalando con un nivel de peso dos puntos en la parte superior del segundo cuerpo, y tirando una recta que resultará precisamente en el mismo plano vertical que pasa por dicho eje; pero como este es rasante á la parte superior de los muñones, si se pone uno de ellos en situación vertical de suerte que su superficie esterior esté en contacto con el junquillo *b*, y 1 lín. 9 puntos mas alta que la recta que se tiró, por lo que se ha dado de mas en su radio; es evidente que quedará en su debido lugar. Para afirmarlo en el modelo, el operario introduce un clavo hasta que penetre en el huso, coloca el muñón á su alrededor, y rellena todo el hueco de una lechada de yeso.

216. El otro lo sitúa tomando el diámetro del modelo, y marcándolo en la pared ó en una tabla, lo divide por medio, y poniendo una punta del compás en la recta que marcó pa-

ra el primer muñon, señala en el modelo con la otra punta, el punto donde llegan los dos cuadrantes, uno á un lado y otro á otro; en seguida pasando el compás á dichos puntos, marca el diametralmente opuesto á el primero que marcó para el primer muñon, que será ó vendrá exactamente siempre que el modelo esté perfectamente construido; pero suele suceder que por haber cedido la estaca que se pone para apoyar la terraja en el centro no sale aquel perfectamente circular, y entonces lo que se hace es dividir la distancia que quede entre los puntos que marcan en el contramolde los dos últimos cuadrantes que se toman, no habiendo duda que haciendo esto el punto que resulta está en la misma línea que pasa por la primera recta y el eje del modelo: se vuelve ahora este, hasta que con el nivel se conozca que queda en el paraje mas alto, y marcando con el mismo otro punto, la recta que se tire se hallará en el mismo plano vertical que pasa por la primera y el eje, con lo que se podrá poner el segundo del mismo modo que el primero. En los calibres cuyo eje está mas alto, despues de marcada la línea superior, se la tira una paralela á la distancia conveniente y se acomoda sobre ella el diámetro de la base del muñon, que debe quedar vertical y al mismo tiempo tangente por su exterior al junquillo.

217. A fin de cerciorarse de que ambos se hallan en una misma direccion, se hace uso de una plantilla, en que está recortado el arco del círculo de la pieza que subtende la línea superior de los muñones y cuyos lados inferiores están en una misma recta, por lo que poniéndola verticalmente sobre los muñones deben quedar dichos lados en perfecto contacto con su parte superior, como asi mismo la parte curva con la pieza. Ahora se tiene por cada uno una volandera de yeso, cuyas paredes son de 21 líneas de grueso y 9 líneas 4 puntos de altura, y como su agujero es igual al del muñon, se la acomoda sobre él rellenándola con dicha lechada, sirviendo despues para acomodar el plato de que se hablará mas adelante.

218. Las asas se colocan dando vuelta al modelo hasta que queden de nivel los dos muñones, y señalando con el mismo en la parte superior del segundo cuerpo la recta que pasa por el plano vertical del eje. En seguida se coje una de ellas, y su pie delantero se pone tangente al junquillo *a* (lám. 22, fig. 4.<sup>a</sup>), para señalar en la recta un punto que corresponda al medio ó eje de dicho pie, y otro al de atrás, se hace centro en cada uno de estos marcando hácia una misma parte dos arcos de diferentes rádios, cuyas longitudes están ya notadas en la respectiva plantilla *BDE F* (lám. 23, fig. 2.<sup>a</sup>) llamada *intermedio*, se les tira una tangente, y los pies del asa deben quedar en contacto por la parte de afuera de esta recta, y al junquillo por la de adentro. El intermedio se coloca sobre la primera línea en situacion vertical, de modo que corresponda al medio de las asas, y el operario teniendo con la mano la una descansando sobre el paraje que se acaba de decir, la inclina á derecha ó izquierda hasta que toque los dos lados del ángulo *D* que le marcan su inclinacion y su altura: en este estado derrite con un hierro caliente la pez por la parte que toca al modelo para que se pegue, y despues la asegura con dos clavos (lám. 22, fig. 4.<sup>a</sup>), que entrando por los agujeros hechos de antemano en su superficie, penetran por el hueco de sus pies hasta el huso. Las cazoletas se ponen del mismo modo tangentes á su respectivo junquillo.

219. Bañados de sebo los muñones se empieza á formar el molde, para lo que dos operarios principian á dar con la mano la primera capa de potea, que no debe tener más espesor que el suficiente para cubrir el sebo, la que se deja secar al aire libre, y sobre esta otras 7 de 12 puntos de espesor cada una, para que resulte de 8 líneas de espesor el molde, las cuales se secan del mismo modo.

220. Despues que se ha secado la última empiezan á dar con las manos la primera de barro ordinario de 4 líneas de espesor que la secan con fuego de carbon, en seguida se le dán otras 3 del mismo grueso que se secan del mismo modo, con

ellas el molde tendrá 28 líneas de grueso; entonces se ponen las asas hácia abajo, arrimándolas bastante carbón encendido á estas y á las cazoletas para que penetrando el calor puedan derretirlas, á cuyo tiempo sacan los clavos y reciben en agua la mezcla que se vuelve á aprovechar, tapando en seguida los agujeros de los clavos con unos taponcitos del mismo barro. Continúan dando y secando á fuego otras ocho manos de 4 líneas de espesor cada una con las que el molde quedará de 5 pulgadas; se pone un aro á los muñones y en cada extremo otro llamado terrero, sobre los que se coloca el herraje. (Lám.<sup>a</sup> 23 fig. 1.<sup>a</sup>), cuyas bandas tienen en sus extremos unos ganchos para unir y afirmar el molde del cuerpo de la pieza á los de la culata y mazarota como se ve en el perfil representado en la (fig. 3.<sup>a</sup>) y en seguida se dan tres manos de barro en cuanto lo cubra todo, estregándolas con un trapo para que resulte tersa su superficie, con lo que queda concluido el molde, siendo su espesor total de 5 pulgadas 6 líneas.

221. Todos los de las demas piezas se fabrican del mismo modo con la sola diferencia del número de manos de barro, y el de las bandas y cercos, como se vé en la siguiente tabla, en la que se observará, que escepto los obuses de 9 largos, ningun molde se fortalece mas que con un solo herraje, porque la esperiencia ha manifestado ser inútil el primero, pues fundida una pieza de cada calibre sin él se ha visto resultar lo mismo que los que se fundieron al mismo tiempo con dos herrajes, sin haber encontrado que sus dimensiones se hubiesen alterado en lo mas mínimo, por cuya razon se ha suprimido dicho primer herraje, poniéndoles actualmente solo el segundo, el cual aun se podria aligerar todavia alguna cosa escogiendo un hierro muy fibroso que, dejándose forjar bien, tomase con facilidad la curvatura de los parajes donde se ha de colocar, para lo que los cercos mas grandes tienen una bisagra en su mitad; mas los obuses de 9 largos no se pueden fundir sin dos herrajes, por la esposicion que hay de que se abran los moldes por

el cuerpo de asas y muñones, por lo débil que es el molde en esta parte, y la presión que sufren sus paredes por la gran cantidad de metal que gravita sobre el molde y el mucho tiempo que se mantiene fluido por su gran diámetro en dicha parte: dicho primer herraje solo coge el referido cuerpo de asas y muñones.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
<p>Propiedades de las piezas de hierro</p> <p>1. peso</p> <p>2. longitud</p> <p>3. diámetro</p> <p>4. espesor</p> <p>5. forma</p> <p>6. material</p> <p>7. uso</p> <p>8. precio</p> <p>9. cantidad</p> <p>10. lugar de origen</p> <p>11. fecha de fabricación</p> <p>12. nombre del fabricante</p> <p>13. número de identificación</p> <p>14. estado de conservación</p> <p>15. fecha de inspección</p> <p>16. nombre del inspector</p> <p>17. observaciones</p> <p>18. fecha de entrega</p> <p>19. nombre del receptor</p> <p>20. firma del receptor</p> <p>21. sello del receptor</p> <p>22. fecha de recepción</p> <p>23. nombre del emisor</p> <p>24. firma del emisor</p> <p>25. sello del emisor</p> <p>26. fecha de emisión</p> <p>27. nombre del destinatario</p> <p>28. firma del destinatario</p> <p>29. sello del destinatario</p> <p>30. fecha de destino</p> <p>31. nombre del proveedor</p> <p>32. firma del proveedor</p> <p>33. sello del proveedor</p> <p>34. fecha de provisión</p> <p>35. nombre del cliente</p> <p>36. firma del cliente</p> <p>37. sello del cliente</p> <p>38. fecha de compra</p> <p>39. nombre del vendedor</p> <p>40. firma del vendedor</p> <p>41. sello del vendedor</p> <p>42. fecha de venta</p> <p>43. nombre del comprador</p> <p>44. firma del comprador</p> <p>45. sello del comprador</p> <p>46. fecha de adquisición</p> <p>47. nombre del fabricante original</p> <p>48. firma del fabricante original</p> <p>49. sello del fabricante original</p> <p>50. fecha de fabricación original</p> <p>51. nombre del distribuidor</p> <p>52. firma del distribuidor</p> <p>53. sello del distribuidor</p> <p>54. fecha de distribución</p> <p>55. nombre del usuario</p> <p>56. firma del usuario</p> <p>57. sello del usuario</p> <p>58. fecha de uso</p> <p>59. nombre del responsable</p> <p>60. firma del responsable</p> <p>61. sello del responsable</p> <p>62. fecha de responsabilidad</p> <p>63. nombre del supervisor</p> <p>64. firma del supervisor</p> <p>65. sello del supervisor</p> <p>66. fecha de supervisión</p> <p>67. nombre del jefe de obra</p> <p>68. firma del jefe de obra</p> <p>69. sello del jefe de obra</p> <p>70. fecha de dirección</p> <p>71. nombre del asistente</p> <p>72. firma del asistente</p> <p>73. sello del asistente</p> <p>74. fecha de asistencia</p> <p>75. nombre del operario</p> <p>76. firma del operario</p> <p>77. sello del operario</p> <p>78. fecha de operación</p> <p>79. nombre del ayudante</p> <p>80. firma del ayudante</p> <p>81. sello del ayudante</p> <p>82. fecha de ayuda</p> <p>83. nombre del aprendiz</p> <p>84. firma del aprendiz</p> <p>85. sello del aprendiz</p> <p>86. fecha de aprendizaje</p> <p>87. nombre del maestro</p> <p>88. firma del maestro</p> <p>89. sello del maestro</p> <p>90. fecha de enseñanza</p> <p>91. nombre del profesor</p> <p>92. firma del profesor</p> <p>93. sello del profesor</p> <p>94. fecha de enseñanza</p> <p>95. nombre del alumno</p> <p>96. firma del alumno</p> <p>97. sello del alumno</p> <p>98. fecha de aprendizaje</p> <p>99. nombre del instructor</p> <p>100. firma del instructor</p> <p>100. sello del instructor</p>																																																																																																			

100 toneladas de las piezas de hierro con que se fabrican...  
 100 toneladas de las piezas de hierro con que se fabrican...  
 100 toneladas de las piezas de hierro con que se fabrican...





**TABLA de las dimensiones de los herrajes con que se fortalecen los moldes de los cuerpos de las piezas.**

<i>Cañones.</i>	1. <sup>er</sup> HERRAJE.			2. <sup>o</sup> HERRAJE.			AROS TERREROS.		
	ANCHO.		GRUESO.	ANCHO.		GRUESO.	ANCHO.		GRUESO.
	Pulg.	Líns.	Líns.	Pulg.	Líns.	Líns.	Pulg.	Líns.	Líns.
24.....	»	»	»	2	»	3	2	»	3
16.....	»	»	»	2	»	3	2	»	3
12 largo.....	»	»	»	2	»	3	2	»	3
12 corto.....	»	»	»	1	6	2	1	6	2
8 largo.....	»	»	»	1	6	2	1	6	2
8 corto.....	»	»	»	1	6	2	1	6	2
4 largo.....	»	»	»	1	6	2	1	6	2
4 corto.....	»	»	»	1	6	2	1	6	2
<i>Morteros cónicos</i>									
14.....	»	»	»	2	»	3	2	»	3
12.....	»	»	»	2	»	3	2	»	3
7.....	»	»	»	1	6	2	1	6	2
<i>Obuses.</i>									
9 largo.....	1	6	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	»	3	2	»	3
9 corto moderno.....	»	»	»	2	»	3	2	»	3
9 corto antiguo.....	»	»	»	2	»	3	2	»	3
7 largo.....	»	»	»	1	6	2	1	6	2
7 corto.....	»	»	»	1	6	2	1	6	2
6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .....	»	»	»	1	6	2	1	6	2
5 corto.....	»	»	»	1	6	2	1	»	2
Morterete de probar pólvora.....	»	»	»	1	6	2	1	»	2

222. Las culatas se moldean en husos de hierro *A* (lám. 21 fig. 5.<sup>a</sup>) que tienen sus respectivas raedas de bronce (fig. 6.<sup>a</sup>) colocando cada juego de husos por su garganta *C*, y el extremo *D* sobre sus caballetes y haciéndolos girar por medio de la rueda *A* (fig. 12) que se encaja en el cuadrado *M* (fig. 5.<sup>a</sup>) de la cabeza del huso como los de las piezas, y se empiezan revisitando este con la trenza de esparto, hasta darles en cuanto sea posible las dimensiones de la culata: en seguida se colocá la terraja *A* (fig. 7.<sup>a</sup>) guarnecida de la chapa de hierro *B*, que forma el perfil inverso de la culata, á  $3\frac{1}{2}$  líneas mas de distancia, poniendo sobre ella una lechada de yeso comun, que vá soltando sobre la trenza, hasta que falten 7 puntos que se dá con yeso fino: despues se bañan de sebo, y se le ponen unas orejillas *B* de madera (fig. 8.<sup>a</sup>) que se sujetan con un clavo, viéndose de costado en dicha figura y en la *C* de frente, las cuales sirven para recibir las piezas en las máquinas de tornear.

223. Finalizado el modelo de esta manera, se empieza á formar el molde, dando manos de potea como se ha dicho, que se cubren con las de barro, que se arreglan con la terraja (fig. 11) y se le pone el herraje (figs. 9 y 10) compuesto de 6 bandas de hierro *A* de  $1\frac{1}{2}$  pulgadas de ancho y 3 líneas de grueso con un codillo que sujeta la estremidad de los barro, dos aros *B* sobre el cono, y una bolandera *C* sobre la lámpara: en seguida se van añadiendo las manos de barro hasta concluirlo (fig. 13) por medio de una terraja *A* de madera (fig. 14) guarnecida de una chapa de hierro como las de los moldes de los cuerpos de las piezas, dejándola de las mismas dimensiones que el interior del canaston de bronce (lám. 22 fig. 6), donde debe colocarse. Se ha de tener mucho cuidado de que el encastramiento quede arreglado al del cuerpo de la pieza, para que cuando el molde de esta se haya de poner vertical sobre el de la culata se ajusten exactamente.

**TARIFA que manifiesta el número y espesor de las manos de polea y de barro que se dan á los molinos de las culatas; el de bandas y aros con que se fortalecen, y el espesor de los moldes en el diámetro mayor del caschabel.**

CAÑONES.	Espesor de cada mano de polea.		Número de estas.	Espesor de cada mano de barro.		Número de estas hasta el umbo herreye.	Número de bandas.	Número de aros.	Espesor de cada mano de barro sobre herreye.		Número de estas hasta su conclusión.	Espesor total del molde.
	<i>Lineas.</i>			<i>Lineas.</i>					<i>Lineas.</i>			
24.....	1		8	4	10	6	4	4	4	12	8	8
16.....	1		6	4	9	6	3	4	4	9	6 1/2	6 1/2
12 largo.....	1		6	4	9	6	3	4	4	9	6	6 1/2
12 corto.....	1		6	3	10	5	3	4	4	9	6	6
8 largo.....	1		6	3	8	4	3	4	4	8	5	5
8 corto.....	1		6	3	8	4	3	4	4	8	5	5
4 largo.....	1		6	3	7	4	3	4	4	6	4 1/2	4 1/2
4 corto.....	1		6	3		4	3	4	4			
<b>OBUSES.</b>												
9 largo.....	1		10	4	10	6	4	4	4	12	8	8
9 corto moderno...	1		8	4	10	6	4	4	4	12	8	8
9 corto antiguo....	1		8	4	9	6	3	4	4	9	6 1/2	6 1/2
7 largo.....	1		6	4	8	5	3	4	4	9	6	6
7 corto.....	1		6	3	8	4	3	4	4	9	5	5
6 1/2.....	1		6	3	10	5	3	4	4	9	6	6
5 corto.....	1		6	4	13	5	2	4	2	»	5	5

224. Llámase *mazarota* la parte escedente de metal que sacan las piezas por su parte superior, la cual es de suma importancia; 1.º porque comprime con su peso el metal fundido del cuerpo de la pieza haciéndole mas compacto, y obligándole á que llene con mas exactitud todas las partes del molde; 2.º porque se lo suministra á proporcion que disminuye de volúmen al tiempo de enfriarse; 3.º en fin, porque subiéndose á la superficie las escorias y partes heterogéneas de los metales, se observa que en los que se han fundido sin ella es mucho menos compacta y tenaz la parte superior; por lo que saldria la caña de una pieza muy débil y defectuosa.

225. Para dar á las piezas la perfeccion que ocasiona la mazarota, se hace preciso añadir á sus moldes por la parte superior otros de mazarotas correspondientes á su magnitud; estos se forman sobre husos de madera del mismo modo que se ha dicho para las piezas; con sola la diferencia de no dárselos ninguna mano de potea, sino que todas las que se le dán son de barro, poniéndoles un cerco terrero en la parte inmediata al encastramento, sobre el cual se coloca un herraje para fortalecerlos y poderlos unir con los del cuerpo de la respectiva pieza. Es de advertir que en los obuses cortos de 7 pulgadas, en los de á 5 tambien cortos y de á 12 de montaña, y en los morteros cónicos de 14, 12 y 7 pulgadas, se moldean á un mismo tiempo sus mazarotas unidas, y asi estan marcadas en los husos y plantillas, porque no hay peligro de que se tuerzan, y son las únicas que llevan manos de potea, siendo el mismo número y del mismo espesor que las de los moldes de los cuerpos de la pieza; advirtiendole que en todas ellas á dos bandas de su herraje de las diametralmente opuestas, se las deja un gancho por la parte superior para poderlas suspender con el cabriolé por medio de una braga, á fin de colocarla sobre el molde, cuidando que dichas bandas queden por debajo del bebedero para que queden enterradas y no estorben al construir la canal.



**TABLA que manifiesta el número y espesor de las manos de barro que se dan á los moldes de las mazarotas, el de las bandas y aros con que se fortalecen, y el espesor total de la mazarota.**

CAÑONES.	Espesor de las manos de barro.	Número de éstas.	Número de bandas.	Número de aros.	Capas de barro después del hierro.	Espesor de las mazarotas.	
						Pulg.	Líns.
						Líns.	
24.....	4	13	9	9	3	5	6
16.....	4	13	8	8	3	5	6
12 largo.....	4	12	8	7	3	4	6
12 corto.....	4	9	6	7	3	3	6
8 largo.....	4	11	6	7	3	4	»
8 corto.....	4	8	6	6	3	3	»
4 largo.....	4	8	5	5	3	3	»
4 corto.....	4	8	5	5	3	3	»
<b>OBUSES.</b>							
9 largo.....	4	17	10	10	3	6	»
9 corto moderno.....	4	13	10	8	3	5	»
9 corto antiguo.....	4	13	8	8	8	5	»
7 largo.....	4	10	7	7	3	4	»
6½.....	4	9	6	5	3	3	6
Morterete de probar pólvora.....	4	8	6	5	3	3	»



TABLA de las dimensiones y peso de las  
cañones y morteros de la mazarota.

CAÑONES.	DIÁMERO de la mazarota.			
	Pies.	Pulg.	Lins.	Punt.
24.....	1	9	2	4
16.....	1	5	10	8
12 largo.....	1	3	10	2
12 corto.....	1	2	7	»
8 largo.....	1	1	2	8
8 corto.....	1	»	6	6
4 largo.....	»	11	6	10
4 corto.....	»	11	5	8
<b>MORTEROS CÓNICOS.</b>				
14.....	1	5	6	10
12.....	1	2	8	2
7.....	1	6	7	4
<b>OBUSES.</b>				
9 largo.....	1	9	6	»
9 corto moderno.....	1	6	6	6
9 corto antiguo.....	1	6	9	»
7 largo.....	1	1	10	6
7 corto.....	1	1	2	8
6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .....	1	»	»	»
5 corto.....	»	8	»	»
Morterete de probar pólvora.....	»	10	8	4

*mazarotas de las piezas de artillería.*

ALTURA en el molde.				ALTURA desde el encastra- mento hasta el be- bedero.				ALTURA TOTAL de la mazarota des- de el extremo de la pieza hasta el prin- cipio del bebedero.				PESO TOTAL.
Pies.	Pulg.	Líns.	Punt.	Pies.	Pulg.	Líns.	Punt.	Pies.	Pulg.	Líns.	Punt.	Libras.
1	»	4	2	4	6	»	»	5	6	4	2	3700
1	2	4	8	3	6	»	»	4	8	4	8	2426
»	7	»	»	3	»	»	»	3	7	»	»	1850
»	4	9	2	3	»	»	»	3	4	9	2	1239
1	»	10	»	3	»	»	»	4	»	10	»	1150
»	9	6	4	3	»	»	»	3	9	6	4	1100
»	7	»	»	1	6	»	»	2	1	»	»	620
»	7	»	»	1	6	»	»	2	1	»	»	600
3	6	»	»	»	»	»	»	3	6	»	»	2100
3	6	»	»	»	»	»	»	3	6	»	»	1650
1	6	»	»	»	»	»	»	1	6	»	»	150
3	4	»	»	3	8	»	»	7	»	»	»	5000
»	4	»	»	4	5	»	»	4	9	»	»	3000
1	»	»	»	3	1	9	»	4	1	9	»	2800
»	1	6	»	3	11	»	»	4	»	6	»	1085
2	»	»	»	»	»	»	»	2	»	»	»	820
1	3	6	»	2	5	»	»	3	8	6	»	1000
1	7	»	»	»	»	»	»	1	7	»	»	250
»	9	4	»	1	4	»	»	2	1	4	»	300

226. La parte de la mazarota que se pone sobre el encastramiento del molde del cuerpo de la pieza, tiene, además de la longitud marcada en esta tabla, 6 pulgadas mas para el bebedero.

227. Aunque por las razones que hemos dicho sea forzoso fundir todas las piezas con mazarota, si se atiende á su mucho peso, se vendrá en conocimiento del excesivo gasto que ocasionan en su construccion y manejo, y sobre todo de la necesidad de cargar los hornos con casi doble metal del que queda á las piezas despues de concluidas.

228. El morterete de probar pólvora es la única pieza que se construye en el día con plancha; sus moldes se hacen en husos de hierro, puestos sobre caballetes de bronce, siendo los mismos que sirven para la construccion de las ánimas de los morteros cónicos de 14 pulgadas.

229. En dichos husos se colocan 4 trozos de madera que forman un cilindro, el que tiene en su centro ó eje un hueco en el cual entra el huso y termina por una de sus bases en una semiesfera convexa que es sobre la que se forma el vientre del morterete, sujetando dichos trozos al huso por medio de unos pasadores de hierro. Sobre esta armazon se pone la trenza de esparto, hasta que tenga las dimensiones del morterete, cubriéndolo con barro, hasta darle tres y media líneas mas de escendencia en el rádio, en cuyo estado se afina y dá de sebo, como los demas contramoldes de las piezas.

230. Se construye por separado una plancha de yeso y una cuña que tengan las mismas figuras que las del morterete y tres líneas y media mas de escendencia en todas sus dimensiones.

231. Para colocar estas se divide el contramolde por dos planos que pasen por su eje, y que se corten perpendicularmente; en direccion de una de estas líneas se coloca la cuña de yeso, dándola la inclinacion de  $45.^{\circ}$  por medio de una plantilla de madera cuyos lados forman un ángulo de  $135.^{\circ}$ ; y sobre dicha cuña se coloca la plancha de yeso, á quien de antemano se la

tiene hecho el rebajo en que debe entrar el vientre, de modo que tenga la misma inclinacion que la cuña, para lo que se usa de la misma plantilla, sujetando dicha plancha al modelo por medio de dos clavos, que se ponen uno á cada lado de la plancha atravesándola, y clavándose en la parte del armazon de madera que forma el vientre, y de otro clavo que tomando la inclinacion de la plancha, atraviesa la cuña que está debajo del vientre y vá á clavarse en la misma armazon: en seguida se pone la cazoleta que es tambien de yeso, y dando de sebo fundido á todas las partes puestas de yeso, se procede á la construccion del molde, del mismo modo que todos los demas. Cuando tiene 4 pulgadas 8 líneas de espesor se le pone el herraje, el cual tiene sus ganchos correspondientes para la union de la mazarota y platos, y consta de 9 bandas y 10 aros.

232. En el mismo huso que el morterete y al mismo tiempo, se construye por debajo de la plancha una rabisa, que sirve para recibirlo en la máquina de barrenar y tornear, la cual tiene 24 pulgadas 6 líneas de longitud, 5 pulgadas 10 líneas de diámetro en su union con la plancha, y 4 pulgadas 8 líneas de diámetro en el otro extremo, en el que se le ponen unas orejillas de madera.

233. Las mazarotas se construyen por separado en los husos de los cañones de á 4 cortos, haciendo 6 á la vez, 3 en cada huso, siendo su longitud de 1 pie, 9 pulgadas 8 líneas 4 puntos sin el bebedero, y su diámetro 10 pulgadas 8 líneas 4 puntos: su construccion es idéntica á la de las demas mazarotas, componiéndose su herraje de 6 bandas con sus ganchos y cuatro cercos.

234. En todas las piezas de que hemos hablado se vé desde luego, que hay necesidad de abrirlas el ánima despues de fundidas, por lo que se llama fundicion en sólido, y en hueco á las que llevan en el centro de su molde un sólido llamado ánima como los morteros cónicos.

235. Estos se moldean del mismo modo que los cañones y



obuses, pero la construccion de sus ánimas es la operacion mas delicada de la moldería; se hacen dos á la vez sobre caballetes de bronce, y con husos de hierro *A* (lám. 24, fig. 1.<sup>a</sup>) que se colocan sobre aquellos por su cuello *B* y extremo cilindrico *C*, siendo cuadrangulares y de figura piramidal y teniendo sus ángulos redondeados, y ochavados en su extremo menor *D* á distancia de 9 pulgadas 4 líneas. La operacion primera es dar el sebo, y poner en seguida muy apretada la trenza de esparto de 7 líneas de ancho y 2 líneas 4 puntos de grueso, de modo que en el ochavado tenga una sola vuelta, ocho en la parte correspondiente á la mola, y dos en la intermedia. En esta disposicion se refriega la trenza con barro ordinario dándole una capa de  $2\frac{1}{3}$  líneas de espesor, y se le pone fuego de carbon debajo, que no se le quita hasta concluirla; se deja secar muy bien esta capa, se dá otra fregada del mismo barro, y progresivamente se continúa de este modo hasta que tenga 8 pulgadas 2 líneas de diámetro; advirtiendole que si al cuerpo del ánima se le ponen capas de barro de  $2\frac{1}{3}$  líneas de espesor, en la mola son de 7 para que vaya llenando los huecos de la terraja *A* (fig. 3.<sup>a</sup>), la cual tiene  $9\frac{1}{3}$  líneas mas de longitud por la parte de dicha mola, que resulta con este aumento despues de herrada.

236. Cada vez que se dá una capa de barro, se presenta la terraja en los caballetes hasta dejar bien torneadas el ánima y la mola, que en este estado se hallan en disposicion de recibir su primer herraje, compuesto de cinco aros terreros de 9 líneas de ancho y 1 de grueso: el primero se coloca en la mola, el segundo al principio del cilindro, el tercero al fin de él, el cuarto en la base mayor del cono, el quinto, un poco mas angosto y delgado que los otros, en el extremo menor, y todos en las cajuelas que al intento se le hacen al ánima, de modo que lo superior del aro coincida con el plano de ella quedando como embutido en una capa de barro fino, que desde ahora se empieza á usar, compuesto de tres espuestas de arcilla en crudo bien molida y

pasada por tamices muy finos, la que se mezcla con una espuer-  
ta de estiércol de caballo, y otra de pelo de vaca.

237. Despues se colocan seis bandas *A* de hierro (fig. 2.<sup>a</sup>) de toda la longitud del ánima mas la altura de la mola, de 1 pulgada de ancho y 1 línea de grueso por un extremo y la mitad por el otro, que se sujetan por el lado de afuera con un codillo *B* de  $4\frac{2}{3}$  de pulgada rellinando sus huecos del mismo barro; luego se limpian las bandas, y se ponen nueve aros *C* de las mismas dimensiones, situando dos en la mola, uno en el encastramento, cuatro en el cilindro, y los dos restantes en el cono; advirtiendo que los de este van disminuyendo de ancho y grueso á proporcion que se aproximan á su extremo menor, y se rellenan sus huecos del mismo modo que los de las bandas.

238. Sobre este primer herraje se principian á dar capas de barro fino de 1 línea 2 puntos de espesor hasta que el ánima tenga 11 pulgadas 8 líneas de diámetro, torneada con la misma terraja *A* (fig. 3.<sup>a</sup>) se hace adelantar 11 líneas 8 puntos por la parte que mira al plano de la mola, y aparece entonces á punto de colocar el segundo herraje compuesto de tres aros térreos, el primero en la mola, el segundo al principio del cilindro y el tercero en su mitad: en seguida se ponen seis bandas *D* (fig. 4.<sup>a</sup>) que correspondan á los intermedios de las del primer herraje de 9 pulgadas 4 líneas de largo, mas la altura de la mola con el codillo *E* que vuelve por fuera de ella para sujetarlas, y luego dos aros *F* en la mola, uno en el encastramento y dos en el cilindro. Este herraje que tiene las mismas dimensiones que el primero y se coloca del mismo modo; sirve tambien para fortalecer la mola con el ánima, y poderla conducir donde conyenga con toda seguridad.

239. En esta disposicion se vuelven á dar fregadas del mismo barro de 1 línea 2 puntos de espesor, y cuando le falten 7 se pone la segunda terraja *A* (fig. 5.<sup>a</sup>) que quite con igualdad el barro sobrante; dejándola con 5 líneas 3 puntos menos de diámetro que el calibre del mortero, y no en sus justas di-

menciones como se hacia antes, ya por la gran dificultad que hay en que el ánima salga de la fundicion arreglada á sus justas dimensiones, y ya porque de otro modo es difficilísimo hacer que el eje del ánima coincida con el de la pieza, despues de torneada, lo cual hace que los tiros sean erróneos, lo que no sucede habiendo de barrenarse los morteros para darles sus justas dimensiones en el ánima y recámara, pues en este caso se barrenan y tornean bajo un mismo eje como sucede á las piezas; compensando mas que suficientemente la certeza que por este medio se dá á las punterías, la menor dureza que puedan tener en sus ánimas, por despojarlas de la primera capa de metal.

240. Por último se coloca la terraja en los caballetes sujetándola fuertemente con cuñas de madera, y apoyándola sobre tres ó cuatro puntos para que no se tuerza, y mientras que dos peones dán vuelta al ánima, el moldista le aproxima el barro que deja secar sin quitar la terraja, cuya operacion repite, hasta que por el continuo rozamiento del ánima con la terraja, la deja con una superficie tan limpia y tersa como el mármol (fig. 6.<sup>a</sup>).

241. La (lám. 25, fig. 1.<sup>a</sup>) representa un huso de madera para construir sobre él el mortero cónico de á 14 pulgadas con su mazarota unida: *A* es el dado de la cabeza que entra en las manivelas para hacerlo girar: *B* es la garganta, y *C* la parte cilindrica del extremo sobre las que descansa en los caballetes: *E* es la parte sobre que se forma el cuerpo cilindrico del mortero, *F* la de la parte cónica, y *G* la de la mazarota.

242. La (fig. 2.<sup>a</sup>) es la terraja, guarnecida de una chapa de hierro *H* en la que está marcado el perfil inverso del esterior del mortero y los puntos *JJK* que forman unos cordones en el contramolde, y sirven los dos primeros para colocar entre ellos el asa, y el otro para situar en él, el centro de los muñones.

243. La (fig. 3.<sup>a</sup>) representa el perfil del molde enteramente concluido, y tal como se sitúa en la fosa, con los tubos pa-



*Tabla para la construcción de las ánimas de los morteros cónicos de á 14, 12 y 7.*

CALIBRES.	Número de vueltas de trenza de esparto en el cuerpo del ánima.	Id. en el estremo menor del huso.	Id. en el mayor.	Espesor de cada mano de barro ordinario.	Número de estas hasta el primer herraje.	Número de bandas.	Número de aros.	Espesor de cada mano de barro fino encima del herraje.		Número de estas.	Número de bandas.	Número de aros.	Espesor de cada mano encima del segundo herraje.		Número de estas hasta concluirta.
								Linéas.	Linéas.				Linéas.	Linéas.	
14.....	2	1	8	2 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	14	6	14	1 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	18	6	6	8	1 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	10	10
12.....	2	1	6	2 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	12	5	11	1 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	12	5	5	8	1 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	10	10
7.....	2	1	4	2 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	6	»	»	»	»	»	4	9	1 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	10	10



244. Los moldes que sirven para fundir los granos de cobre que se ponen en las piezas en frio y en donde se abre el fogon, se construyen sobre husos cónicos de madera de 2 pies 9 pulgadas 10 líneas de longitud, siendo su base mayor de 3 pulgadas 3 líneas 8 puntos, y la menor de 2 pulgadas 11 líneas. Despues de bañados con la legía de ceniza, se las dá una capa de potea de 2 líneas 4 puntos de espesor que se seca á fuego lento de carbon, en seguida otra de 1 línea 2 puntos: sobre esta se ponen 4 capas de barro ordinario de  $3\frac{1}{2}$  líneas de espesor cada una, y su herraje correspondiente compuesto de 4 bandas de hierro de toda su longitud, 14 líneas de ancho y 1 línea 9 puntos de grueso, que tienen en una de sus estremidades un gancho para asegurar con alambre el plato de barro que ha de tapar el hueco de la base menor. Estas bandas se sujetan con 4 ataduras del mismo alambre repartidas en todo su largo, que hacen el oficio de aros, y sobre ellos se dá una mano de barro y una fregada.

245. Las ánimas de los buges de las cureñas de batalla se construyen sobre husos de hierro semejantes á los de las cullatas, para lo que despues de embarnizados con un trozo de sebo en pan, se les dá una capa de barro que se cubre con cáñamo, y se aproxima la terraja con el mismo que lo vá soltando hasta dejarlos de 8 líneas de espesor. Se sacan en este estado de los caballetes, y se pasan á una hornilla, que se hace provisionalmente levantando con trozos de ladrillos unas simples paredes, á fin de que se reconcentre mas el calor con que se secan, y en seguida se vuelven á los caballetes, donde se hierran con dos bandas de 7 líneas de ancho y 1 de grueso por el extremo mayor, y por el menor de 4 líneas 6 puntos de ancho y 1 línea de grueso, colocando encima en forma de espiral dos vueltas de alambre, sobre el que se dá con la terraja una mano de barro hasta que tengan sus verdaderas dimensiones, y se vuelve á secar en la hornilla. Luego que lo están se pasan muy calientes á los caballetes, en donde la terraja

que ya se halla colocada en su última posición, les suministra la falta del barro que se ha contraído por el calor: en seguida se vuelve á la hornilla, y después de haber sufrido estas dos últimas operaciones por tres veces quedan las ánimas concluidas.

246. Los platos con que se cubren los muñones en los cuerpos de los moldes de las piezas, son del mismo barro que estos, con sola la diferencia que á la pasterada se le echan dos espueñas mas de pelo, á fin de que tomen mas consistencia y no se abran: se construyen en matrices de hierro, cuyas dimensiones son las que manifiesta la tabla siguiente.

**TABLA de las dimensiones de las matrices para los platos de barro para cubrir los muñones de los moldes.**

CALIBRES.	Diámetro mayor.			Idem menor.			Altura.	
	Pies.	Pulg.	Líns.	Pies.	Pulg.	Líns.	Pulg.	Líns.
	De á 24, obuses de á 9 largo y corto moderno.	1	6	»	1	5	6	7
De á 16, y obuses de á 9 corto antiguo.....	1	3	10	1	3	6	7	»
De á 12, 8, 4, obuses de á 7 largo, corto y de á 6½ y mortero de á 7.	»	10	9	»	9	7	5	»
Morteros de á 14 y 12.	1	7	2	1	7	»	6	»
Obus de á 5 corto.....	»	6	»	»	5	»	2	10
De cilindro para granos.	»	4	5	»	2	8	2	4

247. Para construirlos se coloca la matriz por su base mayor, sobre una tabla que se rocía con un poco de arena, para que no se pegue el barro á ella, haciendo lo mismo con la matriz: se llena esta de barro y se amasa y aprieta bien con  
Tomo II.

las manos, para que queden dichos platos bien sólidos; se rocía con arena por cima, se saca la matriz y se deja secar al aire libre quitándole la tabla luego que estén bien secos.

X 248. Para moldear en arena se emplea arena de Quintos; mas para el moldeo de las gualderas se mezclan  $\frac{2}{3}$  de arena de Quintos y  $\frac{1}{3}$  de barro de la Enramadilla. Estas tierras se preparan cuando son nuevas recociéndolas en un horno de reverbero por espacio de 3 horas, en seguida se muelen en el molino de las solerías, se criban, y cuando se van á usar se humedecen rociándolas con agua, de suerte que queden en disposición de unirse, cuando se las aprieta en la mano; mas cuando las arenas han servido se repone la que falta con otra, la cual no tiene ya necesidad de estar recocida.

249. Las gualderas para los morteros cóncavos de 14 y 12, se moldean en arena, para ello se tienen modelos de madera con las escedencias convenientes, para que la gualdera salga lo mas exacta posible y arreglados de modo que despues de moldeada la gualdera se pueda sacar el modelo sin deshacer el molde, para lo que está subdividido de modo que se pueda extraer, sin dicho inconveniente; se principia la operacion colocando la parte interior de la gualdera, sobre una parte de caja de moldear llena de arena apisonada, se ajusta á dicha parte de caja la otra parte de la misma, se polvorea el modelo con polvo de ciseo de carbon, y en seguida se echa una tongada de arena ya preparada de la manera dicha, teniendo cuidado de oprimirla bien sobre el modelo y particularmente en sus ángulos, operacion que no solo se ejecuta con las manos sino con un pisoncito de madera llamado *pelota*: en seguida se pone otra tongada de arena que se aprieta del mismo modo, y asi sucesivamente hasta que se llena dicha parte de caja que se colma de arena y se aprieta bien con piones, quitando con una regla la arena sobrante, cuidando de que quede rasante con la caja: en seguida se da vuelta á esta, se levanta la parte superior y se vacía la arena sobre que se sentó el molde, se

coloca dicha parte de caja, sobre la inferior que está moldeada, se polvorea bien esta con polvo de cisco de carbon, se coloca un bebedero de madera en la parte que ha de estar mas cerca del horno, y dos respiraderos el uno en el centro de la gualdera y el otro sobre el bolon lateral de la parte de la gualdera mas distante del horno, se sujetan las dos partes de caja introduciendo las chavetas en los chaveteros; se echa arena, se aprieta y se moldea esta parte de caja superior, lo mismo que se ha moldeado la inferior.

250. Concluida esta operacion se quitan el bebedero, los respiraderos y las chavetas, se levanta la media caja superior, se saca el modelo, y en la parte inferior de la caja quedará moldeada toda la gualdera que se cuidará de resanar, porque suelen destruirse algunos ángulos al levantar el modelo.

251. Los moldes de los buges, se hacen tambien en arena; para ello se tienen modelos exactos de bronce ( lám. 25 fig. 4.<sup>a</sup> ) los cuales tienen en sus extremos una parte A cuyos diámetros son iguales á los de los extremos de las ánimas, estando divididos por su largo en dos mitades. Se moldean del mismo modo que las gualderas, poniéndoles un bebedero en el centro, y dos respiraderos, cada uno en un extremo.

252. Del mismo modo se moldean los puentes, roldanas y todas las demas piezas pequeñas de las máquinas.

253. En la construccion de los ladrillos refractarios es preciso valerse de una arcilla que resista la accion del fuego, para lo cual todas las que no hagan efervescencia con los ácidos se muelen separadamente, y se forma de cada una amasándola con agua un prisma cuadrangular de una pulgada de lado y tres de alto que se deja secar al aire: despues se llevan todas estas muestras á una fragua, donde se procura que acaben de despedir la humedad aproximándolas al fuego, y por último haciendo andar los fuelles se las coloca á la mayor intensidad del calor por espacio de quince ó veinte minutos.

254. La arcilla que haya resistido esta prueba sin fundirse,



ni aun tomar un principio de vitrificacion es la que se escoge, aunque con el tiempo llega á fundirse en las bóvedas de los hornos por combinarse con la porcion del metal que se sublima.

255. Se necesita gran cuidado en el modo de construir dichos ladrillos, con los que se reviste la parte interior de los hornos de fundicion. Para esto debe escogerse la alúmina mas pura que es la blanca, y una arena cuarzosa de buena calidad en cuyo caso se mezclan seis partes de esta con una de aquella, como se ejecutaba en Mallorca, pero si la alúmina es de color de ceniza ó pizarra claro, con vetas amarillas como la que se usa en la fundicion, que se trae de las inmediaciones de Río-Tinto, ya la mezcla no es tan resistente al fuego.

256. Para construir los ladrillos refractarios se muele en el molino de las solerías, así la arcilla de Río-Tinto, como el barro arenisco de Quintos; en seguida se tamizan ó pasan por una criba de alambre bien espeso y se ponen en una fosa rectangular de 9 pies de ancho, 15 de largo y 3 de profundo, 16 quintales de dichas tierras, siendo la tercera parte de las de Río-Tinto, cuando los ladrillos han de servir para las solerías y banquillos de horno, que es lo que se llama el crisol; pues si han de servir para las bóvedas y arcos, entonces solo entra en la mezcla la cuarta parte de Río-Tinto. Puestas dichas tierras en la fosa, se la echa la cantidad de agua precisa para hacer con ellas una pasta, que tenga la consistencia necesaria para formar los ladrillos.

257. Dispuesta de este modo la masa, se empieza á pisarla; operacion que ejecutan 3 ó 4 operarios descalzos puestos en fila, y agarrados á unas cuerdas que cuelgan del pavimento que está sobre sus cabezas para que puedan hacer fuerza, y que no se caigan: dispuestos de este modo el primero vá cortando la masa en direccion de uno de los lados de la fosa, á este le sigue el segundo, tercero y cuarto formando siempre con aquella una especie de cordones; despues la pisan en otro sentido, y así

sucesivamente en todas direcciones, removiendo alguna vez con palas el barro, hasta que las tierras estén perfectamente combinadas unas con otras, y se vea que toda la masa no tiene mas que un color; lo cual suele suceder á las seis horas de trabajo.

258. En seguida se saca el barro con unas palas de madera, y se pone en unos tablones, en los que se conduce á la mesa donde se fabrican los ladrillos, que está inmediata á una pila llena de agua.

259. Actualmente se construyen ladrillos de 14 clases; esto es que tienen distintas dimensiones, distinguiéndolos por ladrillos del número primero, segundo &c. hasta 14. Para cada clase hay una matriz de madera llamada gabela, á la que se dá dos líneas mas de longitud en los costados del rectángulo de una de las bases, con el objeto de facilitar la salida al ladrillo, cubriendo el grueso de la madera por la parte superior é inferior, con una chapa de cobre ó hierro, para que no se alteren las dimensiones de la matriz.

260. Se principia la operacion lavando esta y rociando su interior con arena muy fina, para lo que se hace pasar esta por una criba; se coloca por su base menor sobre una tabla, que se rocía tambien de arena: el operario se moja las manos, y corta del barro puesto sobre el tablon, lo necesario para un ladrillo; lo pone dentro de la matriz y lo amasa y aprieta bien con las manos, particularmente sobre los ángulos: en seguida pasa por cima de ella, una regla de encina ó álamo, para igualar el barro, rocía la parte superior de arena, coloca una tabla encima y dá vuelta al ladrillo, de modo que quede en la parte inferior la base mayor de la matriz: vuelve á amasar bien el barro por este lado, lo iguala, y levanta la matriz.

261. Por mucho cuidado que tengan los operarios al sacar esta, siempre quedan levantados los ángulos del ladrillo, y se les obliga á que ocupen su lugar, poniendo encima una tabla bien cepillada, y oprimiéndola hácia abajo, se rocía con arena,

se marca el número á que corresponde y se coloca á la sombra dejándolo en la misma tabla que se ha construido, la cual se pone sobre el suelo: luego que el ladrillo tiene alguna consistencia, se pone de canto para que se enjuguen lentamente al aire libre dándoles vuelta de tiempo en tiempo para que no se fuerzan.

262. Enjutos ya, se pasa á recocerlos: para ello luego que hay suficiente para llenar un horno de los de fundir se carga este, formando con ellos un enrejado, y se les empieza á dar un fuego muy lento por espacio de tres cuartos de hora, al dia siguiente se les dá una hora de fuego un poco mas vivo, y al tercer dia empieza el fuego á las siete de la mañana sosteniéndole lentamente hasta las once de la noche que se aviva cada vez mas hasta el dia siguiente á las dos de la tarde que se presentan los ladrillos enrojecidos enteramente: entónces se suspende el fuego, se cierra perfectamente el horno, y se deja así por espacio de cinco ó seis dias, al cabo de los cuales, se vá abriendo poco á poco para que los ladrillos no se rajen, pasando repentinamente del extremo del calor al de frio, y cuando ya están en este estado se sacan.

263. Para emplearlos en los hornos, los operarios valiéndose de piquetas, escofinas, sierras, y estregando unos contra otros los arreglan á las plantillas que marcan las justas dimensiones que deben tener, segun el paraje de los hornos á que corresponden.

264. Tambien se emplean para ciertas partes de los hornos, como son la meseta, el tragante y la tobera, piedras llamadas de fuego ó refractarias, que son del género de la pizarra arcillosa, ó piedras de amolar (Gres).

**TABLA** de las dimensiones de las gabelas ó matrices en que se construyen los ladrillos refractarios, para los hornos de fundir bronce y afinar cobre, empleándose en los primeros desde el número 1.º hasta el 9 inclusive, y además el 10 y 11 para las mesetas de los mismos cuando no hay piedras refractarias, y los números 12, 13 y 14 para los segundos.

CLASES.	LONGI- TUD.		LATITUD.				GRUESO.				
			MAYOR.		MENOR.		MAYOR.		MENOR.		
	Pulg.	Líneas.	Pulgad.	Líneas.	Pulgad.	Líneas.	Pulgad.	Líneas.	Pulgad.	Líneas.	
NÚMEROS	1.º	15	2	11	8	11	8	2	11	2	11
	2.º	14	»	6	9 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	6	9 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	2	11	2	11
	3.º	14	»	8	7 <sup>2</sup> / <sub>6</sub>	7	2 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	2	11	2	11
	4.º	14	»	6	2 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	5	10	3	10 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	2	11
	5.º	14	»	6	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5	7 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	2	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	4
	6.º	14	»	6	7 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	5	10	2	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	4
	7.º	14	»	10	6	10	6	4	8	3	1 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>
	8.º	15	4 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	11	8	11	8	4	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	6 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>
	9.º	14	»	16	4	16	4	4	8	2	3 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>
	10.	14	7	15	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	15	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5	4 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>	4	3 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>
	11.	14	7	10	10 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	10	10 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	5	5 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	4	3 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>
	12.	10	8 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	3	8 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	4	6 <sup>5</sup> / <sub>6</sub>	3	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3	1 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>
	13.	10	8 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	7	4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub>	5	10	3	8 <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	3	1 <sup>1</sup> / <sub>6</sub>
	14.	18	8	15	2	15	2	3	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>

265. Se han espuesto sucintamente las operaciones que se practican actualmente en nuestros talleres de moldería, pero no es este el único molo que se conoce en el dia de fabricar los moldes. Como para cada pieza hay que construir un modelo diferente, y ademas tienen que enterrarse los moldes en la fosa, cuyo trabajo exige para cada fundicion las dos operaciones de llenarla y vaciarla de tierra, se ha intentado y aun se practica en Francia en las modernas fundiciones el método siguiente. Se tiene para cada calibre un modelo exactísimo de madera muy dura, y mejor de cobre ó bronce, hueco por dentro para minorar su peso, siendo de una sola pieza la culata, cuerpo y mazarota, que termina por ambos extremos en prolongacion de su eje por dos pequeños cilindros que le sirven de apoyo, estando todo él dividido en dos mitades por un plano paralelo á los muñones que lo corta por su largo. Para formar el molde se coloca cada mitad del modelo separadamente descansando sobre los medios cilindros de sus extremos, y de modo que la superficie plana de su corte quede hácia abajo y horizontal: ademas se sitúan lateralmente dos fuertes reglones, cuya superficie superior, tambien horizontal, forma un mismo plano con dicho corte, y se arriman á él para empezar á colocar sobre toda la superficie convexa una ligera capa de potea, que se cubre de barro comun, haciéndole muchos agujeros con el dedo, de media pulgada de profundidad, con el fin de que trabe la segunda mano que se le dá despues de seca la primera, y que pueda recibir un fuerte herraje, que corresponde exactamente al de la otra mitad, el que se cubre con otra mano de barro. Se saca despues el modelo, se vuelve el molde, se le seca, y bien tapadas todas las grietas de su concavidad con potea, se le dá un baño de polvo de carbon muy fino mezclado con arcilla y desleido todo en agua, para que el metal fundido no se pegue á la potea. Cada dos mitades se unen fuertemente por medio de las barras de sus herrajes, se cierran sus junturas con barro, y se tiene concluido el molde que se sitúa en la fosa sin ne-



cesidad de tierra que le sujete. Este método no se ha perfeccionado aun lo bastante; pero debe estudiarse cuidadosamente para adelantar la mano del artista, que proporcionará una economía muy grande. Aun será mayor la del moldeo en arena, que se ha hecho preciso para las piezas de hierro; mas aunque uno y otro método se experimentaron cuando se fundía en Barcelona y no surtió el efecto que se deseaba, no por esto se debe desmayar en la empresa cuando son bien palpables sus ventajas, cuando los adelantamientos de la física y química han sido tan rápidos en estos últimos tiempos, y cuando en fin se vé que lo usan otras naciones mas ilustradas en las ciencias naturales. Pasemos ahora á dar un breve resúmen de la naturaleza de las tierras precisas en nuestras fundiciones; pues la formacion de los crisoles y copelas para fundir y afinar el cobre en los hornos, la construccion de las toraleras en que se recibe este metal despues de fundido para formar las rosetas, la composicion de los ladrillos refractarios con que se revisten las calderas de los hornos, y la mezcla de las tierras que sirven en la construccion de los moldes, exigen conocimientos químicos para proceder con acierto.

266. La cal ó protóxido de calcio es una substancia blanca, cáustica, que cristaliza en exaedros, enverdece fuertemente la tintura de violeta, enrojece el color de curcuma y pesa específicamente 2,3 segun Kirwan. El fuego mas violento no la altera, y lo mismo la sucede con el oxígeno.

267. La pila la reduce, sobre todo por medio del mercurio. Espuesta al aire á la temperatura ordinaria atrae la humedad, y el ácido carbónico aumenta su volúmen, se deslíe, se reduce á polvo, y pasa al estado de carbonato: asi es que no se la puede conservar sino en vasos cerrados: absorbe asimismo al ácido carbónico á un rojo obscuro. El azufre, el fósforo y el cloro obran tambien sobre ella á una temperatura elevada: el azufre, amparándose de una parte de su oxígeno, produce un sulfato y un sulfuro; el fósforo produce un efecto análogo: el cloro efec-

túa completamente su descomposición, resultando un desenvolvimiento de gas oxígeno y de cloruro de calcio.

268. El agua disuelve poco mas ó menos  $\frac{1}{700}$  parte de su peso de cal. Este óxido, puesto en contacto con el agua, la absorbe consolidando una parte y dando lugar á un gran desenvolvimiento de calórico; siendo esto lo que se nota vertiendo agua poco á poco sobre este óxido, lo que se tiene ocasion de ver euándo se apaga la cal. En efecto se sabe que cuando se vierte una pequeña cantidad de agua, sobre pedazos de cal, aquella desaparece casi al instante, y la cal se acalora al momento, exhala vapor, se abre, se hincha considerablemente ó aumenta mucho de volúmen, se deslie, divide y reduce á polvo: y si entonces se echa nueva cantidad de agua sobre los fragmentos que aun no están enteramente divididos, la absorbe con un silvido, semejante al que produce un hierro rojo al meterlo en agua, el cual es debido sin duda, á que el vapor que se forma, se desenvuelve con velocidad y pone en vibracion las moléculas del aire. Se calcula que sube á mas de 300.º el calor que se desenvuelve en esta operacion, el cual es capaz de inflamar la pólvora puesta en un tubo pequeño de vidrio. Al agua vaporizada por este gran calor, en el seno mismo de la cal, se debe atribuir el aumento y estrema division que experimenta esta substancia: asi es mas fácil apagarla vertiendo poca agua encima, que si se vertiese mucha, porque en este caso, siendo la masa mas considerable y acalorándose menos por esto mismo, se forma una cantidad menor de vapor. La cal dividida de este modo, es menos acre, y quema menos que la que está en masa ó en polvo seco; de aqui el llamarla cal apagada ó muerta: proviniendo esta disminucion de accion de que la cal estando saturada de agua, no es capaz de absorber la humedad que cubre la lengua, ni de dar lugar al desenvolvimiento del calor que acompaña esta absorcion.

269. La cal no se encuentra jamás pura en la naturaleza, al contrario se halla muy frecuentemente unida con los ácidos

y principalmente con el carbónico sulfúrico y fosfórico. Combinada con el ácido carbónico forma el mármol, y la piedra de cal; con el ácido sulfúrico la piedra de yeso, y con el fosfórico la base sólida de los huesos.

270. La cal se estrae del carbonato de cal, para lo que es suficiente esponer esta sal á una alta temperatura: el ácido carbónico y la cal se separan desenvolviéndose aquel en estado gaseoso, y quedando esta en forma sólida. En la composición de las sales calcáreas, la cal debe estar formada de 100 partes de calcio y 39,063 de oxígeno.

271. La cal es una de las substancias de que se hace mas uso en la sociedad; mezclada con doble cantidad de arena, forma la argamasa comun, sirviendo por su mucha abundancia para la construccion de los edificios.

272. Tambien pertenece á esta clase el yeso que es un sulfato de cal, el cual es insípido y sin color. Desecado y puesto al aire absorbe la humedad sin caer en delicuescencia; sin embargo no se disuelve sino en 250 ó 300 veces su peso de agua, siendo mas soluble en la que está cargada de ácido sulfúrico, separándose por la evaporacion en forma de agujas que tienen poca consistencia. Su gravedad específica es de 2,31 proxíamente: se halla cristalizado en láminas especulares, y en prismas cuadrangulares; se deja rayar con la uña y no hace efervescencia con los ácidos: calcinado pierde el agua de cristalización, y en este estado amasado con ella forma una argamasa bastante sólida, que resiste á la accion del aire pero cede á la del agua. El yeso que contenga de 10 á 12 por 100 de carbonato calizo, forma una argamasa infinitamente mas sólida y apreciable, y cuando no la tiene naturalmente se le puede añadir, surtiendo el mismo efecto.

273. La alúmina ú óxido de aluminio, y que se coloca hoy por analogía en la clase de óxido metálico, es blanca jabonosa al tacto, se pega á la lengua; su peso específico segun Kirwan es de 2,00, insoluble en el agua, y formando pasta ó dejáudo-

se amasar con ella; infusible al fuego de fragua, por el que se contrae y adquiere una dureza que dá chispas con el eslabon: sin accion sobre el gas óxigeno, el aire, ni sobre los cuerpos combustibles simples y compuestos no ácidos, escepto alguno que otro: se encuentra en la naturaleza en el estado de pureza, mezclada con la sílice, y algunas otras materias, y tambien combinada con el ácido sulfúrico, &c.

274. La alúmina pura es rara en la naturaleza, no así mezclada con la sílice; siendo esta mezcla la que hace la base de todas las arcillas, substancias que deben á la alúmina la propiedad que tienen de hacer pasta, conteniendo algunas veces 0,40 de su peso, un poco de óxido de hierro y de carbonato de cal: en este estado sirve para la formacion de todas las vasijas de barro, y mezclada con la arena para la fábrica de la porcelana.

275. La arena cuarzosa, ó sílice, es blanca, áspera al tacto; segun Kirwan su gravedad especifica es de 2,66, insípida, sin olor, sin accion sobre la tintura de tornasol; no se puede reducir por el calor solo; infusible al fuego de una fragua; inalterable por la pila, lo mismo que por el gas oxígeno; por el aire, ni por los cuerpos combustibles simples y compuestos no metálicos á toda especie de temperatura.

276. La potasa y la sosa son capaces de efectuar la reduccion. En su estado ordinario la sílice es del todo insoluble en el agua; pero cuando está sumamente dividida, puede disolverse.

277. Se une á casi todas las bases salificables; con la ayuda del calor las neutraliza y forma compuestos en los que juega el papel de verdadero ácido, por cuya razon se llaman *silicatos*; tal es el vidrio.

278. Su afinidad por los ácidos es tan débil que solo el fluórico puede atacarla á la temperatura ordinaria. Los ácidos fijos y vitrificables, esto es el fosfórico y el bórico, son los únicos que con el ácido fluórico se unen á ella en caliente.

279. Segun Berzelius la sílice está formada de 100 partes de silicio y de 107, 98 de óxigeno.

280. La sílice es muy abundante en la naturaleza, y se encuentra pura y combinada con diversos óxidos: sus usos son muy importantes: en estado de arena, sirve para preparar las mezclas uniéndola á la cal: combinada con la potasa ó la sosa, forma el vidrio por la accion del fuego; mezclada y calcinada con el óxido de aluminio, forma desde el ladrillo, hasta la porcelana, dando un cuerpo refractario á menos que no contenga cal, la cual la hace entrar en fusion.

281. El barro comun para los moldes puede componerse de 30 partes de tierra virgen, 6 de arcilla arenisca, 10 de estiércol de caballería, y 1 de pelo de vaca. La tierra virgen que se saca de los campos sin cultivar es por lo comun del género aluminoso, la mas fácil de encontrar y menos costosa; la que es bastante buena para el efecto aunque mezclada naturalmente con otras tierras, si predominan en ella los caracteres de la alúmina: la arcilla amarilla arenisca es una mezcla natural de alúmina y sílice, que sirve para dar consistencia y fuerza á los barros, y pueden aumentarse ó disminuirse segun la calidad y mayor ó menor pastosidad de la tierra virgen: la cantidad de estiércol y de pelo que sirve para trabar la mezcla tambien varía segun la naturaleza de las tierras.

282. Para la potea se usa de este barro comun recocado ligeramente á fin de que resulte mas tersa y lisa la superficie de los moldes, y despues de reducido á polvo se amasa con una mitad de arcilla arenisca, habiéndose observado que dicha potea resulta de mejor calidad cuando se echa mano del barro que va quedando sobrante al construir los moldes, lo que proviene de haber sufrido ya un primer recocado por el fuego con que se secan. Tambien es ventajoso que estos no sufran rápidas desecaciones, porque como al evaporarse la humedad se contraen en igual grado las arcillas, aunque se cubran las grietas que son en mayor número, se está mas espuesto á que



tanto los moldes como los modelos pierdan sus exactas dimensiones. Se debe pues procurar, en cuanto lo permitan el orden y tiempo que se emplea en las operaciones del moldeo y fundicion dejarlos secar al aire libre. Finalmente, la experiencia y práctica sugerirán al oficial empleado en las fundiciones los medios mas adecuados para la eleccion de las tierras, sus mezclas y maniobras mas conducentes á la perfeccion de los moldes, segun los medios que se tengan.

### Número 3.

#### *De los hornos de fundicion, y fábrica de las piezas de artillería.*

283. Si se hubiesen de esponer y describir todos los hornos inventados y aun usados en la fusion de los metales con toda la estension y proligridad necesarias para su completa inteligencia, resultaria este número difuso y complicado. Parece que una teoría general de ellos podría ser suficiente para dar competentes luces á esta materia; mas la construccion de los muchos hornos de fundicion que existen no se ha perfeccionado aun en el grado que es necesario para deducir principios fijos, sobre que se pueda establecer sólidamente dicha teoría. Así, cuando no se quiera hacerla sistemática es menester li-

mitarla á muy pocas reglas, que son como otras tantas consecuencias de las construcciones efectivas de los hornos, las cuales vamos desde luego á esponer: despues se dará una sucinta idea de nuestros hornos actuales: y en fin, se esplicará el modo de cargarlos, fundir los bronce y llenar los moldes, dando todas las noticias pertenecientes á esta operacion.

284. Siendo el calórico el agente empleado en los trabajos metalúrgicos, y por otra parte dependiendo del estudio de sus propiedades el todo de la construccion de cualquier especie de horno, haremos antes un ligera reseña de los que tengan aplicacion directa á nuestro trabajo, y despues se procederá á lo principal de él.

285. El calórico es un fluido susceptible, cuando está libre, de moverse bajo la forma de rayos de un modo análogo á la luz: de una estrema sutileza, invisible, sumamente elástico, imponderable, que tiende á equilibrarse en todos los cuerpos; los penetra con mas ó menos facilidad; los dilata, los descompone, y hace pasar del estado sólido al líquido, y de este al gaseoso, que puede separarse y volverlos del estado gaseoso al líquido, y de este al sólido. En fin posée la facultad de combinarse en diferentes proporciones con cada uno de ellos para elevarlos á una misma temperatura. Siempre que se pongan en contacto dos ó mas cuerpos que la tienen diferente, el mas caliente cede el calórico al menos, hasta el punto de quedar en equilibrio, verificándose este fenómeno con mas ó menos prontitud segun la facilidad con que se propaga el calórico al través de las moléculas de los cuerpos en cuestion.

286. La esperiencia nos demuestra diariamente que los cuerpos no poséen en igual grado la facultad de propagar el calórico, aunque existen en ellos grandes diferencias, llamándose buenos ó malos conductores, segun la intensidad con que lo trasmiten. Los metales son buenos conductores; las maderas, el carbon, las grasas, lo son malos: en general, cuanto mas pesado sea un cuerpo, tanto mejor conductor será; debien-

do tener presente que el color y pulimento de los cuerpos influye notablemente en la conductibilidad; aumentándose enérgicamente esta facultad con los colores oscuros, y con la desigualdad de la superficie, especialmente si se compone esta de una serie de puntas.

287. Los sólidos son poco dilatables y con desigualdad en iguales circunstancias; el estaño lo es mas que el cobre, y este mas que el hierro, siguiendo cada uno de por sí una marcha desigual aun para el mismo número de grados tomados en la escala termométrica, y aumentándose mas en los grados próximos á fundir. Los cuerpos se funden á diversas temperaturas, casi todos aumentan de volúmen y exigen para entrar en fusion una temperatura mas elevada que el mas fusible de sus principios constitutivos.

288. Todos ellos se presentan en la naturaleza bajo los tres aspectos de sólidos, líquidos y gaseosos; estado que deben á la relacion existente en ellos, entre la fuerza de cohesion que tiende á unir las moléculas integrantes, la fuerza repulsiva del calórico que trabaja por separarlas y la presión atmosférica. Son sólidos cuando la primera vence á la segunda, líquidos ó gaseosos, si esta es mayor que la primera; líquidos si la cohesion es débil, y gaseosos si es nula; de consiguiente si estuviese en nuestra mano disponer arbitrariamente de estas fuerzas, se podrían hacer pasar todos los cuerpos por los tres estados dichos, y aun caso necesario hacerlos mas densos que los que gozan de la mayor densidad; pero nuestras facultades estan limitadas en este asunto, y de la serie inmensa comprendida entre el mayor frio y el mayor calor, solo una pequeña parte está á nuestro alcance; con ella variamos ó modificamos el estado de algunos cuerpos á fuerza de estudio y perseverancia; pero bien pronto la naturaleza ejerce su poder, y vuelven los cuerpos á su estado natural. Asi pues, existen muchos cuerpos á los que no ha sido posible fundirlos: de estos algunos á la vez son malos conductores, y se llaman refractarios.

289. El modo de obtener el calórico es por medio de la combustion: esta no es otra cosa que una combinación del oxígeno con los cuerpos llamados combustibles, y en la que como en toda combinación hay desprendimiento de calórico, tanto mayor cuanto mas íntima sea aquella: la naturaleza misma trabaja sin cesar en esta operación, y se puede asegurar es el medio de que se vale en todas las diversas combinaciones de los cuerpos. La oxidación de los metales, la formación del agua, la renovación del aire, la vida misma no es otra cosa que una combustion mas ó menos enérgica, cuanto sea mayor ó menor la cantidad de oxígeno que está en su contacto.

290. Siendo indispensable para fundir los cuerpos, acumular una porción de calórico en un espacio determinado, y siendo todos ellos mas ó menos conductores del calórico, es indispensable yalernos de aquellos que reúnan la propiedad de ser refractarios ó resistentes al fuego para aislar dicho espacio: de estos se conocen algunos como las arcillas y piedras refractarias con las que se construyen los hornos, que no son otra cosa que unos aparatos á propósito para acumular en un espacio determinado el grado de calor necesario para lograr que se separen las moléculas de los metales á la distancia competente y disolverlos en el calórico hasta el grado de adquirir la fluidez necesaria en las diversas operaciones indispensables á la industria del hombre.

291. Son varias las especies de hornos empleados en las artes segun el objeto á que se destinan, mas nosotros trataremos solamente de los destinados á fundir bronce y afinar cobre, conocidos con el nombre de reverbero.

292. Todo horno es un vaso ó cavidad en que se puede mantener fuego, gobernarlo y aplicarlo como instrumento, y alguna vez como principio á los cuerpos que se quieran mudar por su acción. En él se deben distinguir diferentes partes ó divisiones que tienen distintos usos y nombres: la parte inferior destinada á recibir las cenizas y dar entrada al aire, se llama



*cenicero*: este se termina por arriba en unas parrillas ó reja de hierro, cuyo uso es sostener el carbon ó leña que se encienda en ella; y esta parte se nombra *hogar*, que suele estar terminado por la parte superior en otras parrillas, en las que se sitúan los vasos ó cuerpos en que se hacen las operaciones por la accion del fuego: así el espacio comprendido entre esta segunda reja hasta lo alto del horno se puede llamar *laboratorio*: en fin, los mas de los hornos están cubiertos de una especie de cúpula, cerrada en algunos, y abierta por medio en los mas con un cañon vertical ó inclinado; y es lo que se nombra *chimenea*, destinada á dar salida al aire, humo y todos los cuerpos volátiles.

293. Los hornos tienen varias puertas y respiraderos: la del cenicero, cuyo uso principal es dar entrada al aire, sirve tambien para estraer por ella las cenizas: la del hogar, por la que se introduce alimento al fuego á medida que lo necesita: la del laboratorio para respiracion y manejo de las substancias sobre que haya de obrar el fuego, la cual se conoce mas particularmente por *puerta del horno*: otra en la parte superior de la chimenea para dar salida, como se ha dicho, al humo y demas vapores. Tambien hay otras puertas mas pequeñas llamadas *registros* destinadas á observar lo que ocurra en el horno, y á dar paso al aire por los diferentes parajes donde estén situadas, las que pudiéndose cerrar fácilmente sirven asimismo para aumentar ó disminuir la actividad del fuego, y para gobernarlo. Para poder hacer el uso correspondiente de los registros y facilitar la administracion del fuego, es necesario que las otras puertas se puedan tambien cerrar exactamente.

294. A fin de formar una idea justa y general de la construccion de los hornos, y disposicion de sus puertas y registros destinados á aumentar ó disminuir la actividad del fuego, será útil establecer algunos principios de fisica demostrados por la esperiencia, como igualmente de química.

295. En primer lugar: se sabe que las materias combus-

tibles no pueden quemarse y consumirse si no tienen una libre comunicacion con el aire: de modo que si las priva esta comunicacion aun estando ardiendo con la mayor actividad, se apagan súbitamente: por la misma causa renovado frecuentemente el aire facilita infinito su combustion y un torrente de aire dirigido á pasar impetuosamente por medio de materias encendidas dá al fuego que resulta la mayor actividad que puede tener.

296. En segundo lugar: es cierto que el aire que toca ó está próximo á materias encendidas se calienta, enrarece, y pone mas leve que el aire que le rodea y que dista mas del centro del calor: que de consiguiente este aire caliente y mas leve está precisamente obligado á subir y elevarse para dar lugar al que está menos caliente y leve, que solicita por su peso y elasticidad ocupar el espacio que le deja el otro: que de consiguiente tambien si se hace fuego en un espacio cerrado por todas partes menos por la superior é inferior, debe formarse en este lugar una corriente de aire, cuya direccion será de abajo á arriba; de suerte que si se presentan en la abertura inferior algunos cuerpos leves serán llevados por el aire hácia el fuego; y si se presentan por el contrario en la abertura superior serán arrojados por una fuerza que los elevará y separará de este mismo fuego.

297. En terecer lugar: está demostrado en la hidráulica, que la velocidad de un fluido determinado á correr en cualquiera direccion, es tanto mayor quanto mas estrecho sea el espacio en que esté oprimido; y que de consiguiente se aumenta su velocidad haciéndole pasar de una canal ancha á otra mas estrecha.

298. Supuestos estos principios será fácil aplicarlos á la construccion de los hornos y se deducirá: 1.º que situado el fuego en el hogar de un horno abierto por todas partes arderá á corta diferencia como si estuviese al aire libre. El fuego tiene en este caso con el aire que le rodea una comunicacion que

permite á este aire renovarse y entretenerse suficientemente para facilitar la entera destruccion de las materias inflamables que le sirven de alimento; pero no estando determinado el aire á pasar con rapidez por medio del fuego así dispuesto, no aumenta su actividad y le deja arder tranquilamente.

299. 2.º Que si se cierra exactamente el cenicero ó la chimenea de un horno en que se haya encendido fuego, entónces la comunicacion del aire con el fuego no será libre; pues si es el cenicero lo que se cierra, se impide la libre introduccion del aire; y si la chimenea se quita la salida al aire que el fuego ha enrarecido y de consiguiente en uno y otro caso el fuego así situado arde débil y lentamente, se disminuye por grados, y al fin viene á apagarse.

300. 3.º Que si se cierran totalmente todas las aberturas del horno, se apagará el fuego muy pronto.

301. 4.º Que si no se cierran mas que las aberturas laterales del hogar, y quedan abiertas las puertas del cenicero y de la chimenea, entrando entonces el aire por el cenicero estará precisamente forzado á salir por la parte superior; así se formará una corriente de aire que atravesará el fuego y le hará arder con vigor y actividad.

302. 5.º Que si el cenicero y la chimenea tienen una cierta longitud, y forman canales cilíndricos ó prismáticos estará entonces obligado el aire á seguir su direccion un espacio mas largo; y su curso estará mas marcado ó determinado: de consiguiente el fuego será mas vivo.

303. 6.º En fin, si el cenicero y la parte superior del horno en lugar de formar canales prismáticos ó cilíndricos las forman piramidales ó cónicas, y estan contruidos de modo que la base truncada del cono ó pirámide del cenicero corresponda al hogar y sea igual ó mayor que la base de la canal del cuerpo del horno; entonces el curso del aire que está precisado á pasar de un espacio mayor á otro menor, debe acelerarse considerablemente y dar al fuego la mayor actividad que puede

proporcionársele por la disposicion del horno. Mas se debe tener presente que si la chimenea es de tal longitud que cuando el aire llegue á su parte superior se encuentra á la misma temperatura que el de la atmósfera, la presion de esta le impedirá la salida, y el fuego se ahogará lejos de avivarse; sucediendo lo mismo cuando la puerta de dicha chimenea sea pequeña respecto á su base.

304. Los hornos se fabrican por lo general de mampostería ó de ladrillos comunes, revistiendo sus paredes interiores de ladrillos refractarios ó de piedra de fuego, para que resistan mucho tiempo sin fundirse; tambien pueden hacerse provisionalmente de adobes unidos con el mismo barro. Los pequeños llamados comunmente *hornillas* se hacen de arcilla arenisca bien molida y tamizada á la que despues de amasada con agua se le dá la figura que se quiere, dejándolas orear y secar á la sombra para recocerlas. Cuando se desca que teugan bastante duracion, se escoje la arcilla mas pura que se mezcla con la competente cantidad de arena segun haya demostrado la experiencia, y al tiempo de fabricarlas se fortalecen con bandas y aros de hierro por su circunferencia exterior; pues si se ejecutase por la interior, al tiempo de dilatarse por el calor abrian la arcilla: tambien se hacen de planchas de hierro dejando interiormente sus paredes erizadas de puntas, que se revisten de arcilla para preservarlas de la accion inmediata del fuego, y porque siendo las tierras muy poco conductoras del calórico respecto á los metales, se logra no desperdiciar nada.

305. Los hornos en que el juego del aire, proporcionado por la disposicion de ellos en la forma que hemos espuesto, es quien mantiene y aviva el fuego, son los que comunmente se llaman de reverbero; porque se creia que dando la figura elíptica á la bóveda del laboratorio, la llama reflectaría mejor de ella á la superficie del cuerpo con que se trabaja, y de consiguiente aumentaria su temperatura. Pero segun dice Gaspar Monge, dicha figura en nada contribuye para el efecto, y sí

solo el dar al laboratorio la menor capacidad posible, situándolo lo mas inmediato al hogar, y suprimiendo en el horno todo espacio que no tenga un objeto determinado.

306. Cuando se haya de elegir una determinada especie de horno debe ser con atencion á que pueda producir los efectos que se apetecen: 1.º con el menor gasto posible: 2.º en otro tanto tiempo como se quiera emplear: 3.º con toda la igualdad que se desée, y del modo que se pueda gobernar mas facilmente: es decir con menos molestia del artista.

307. La primera condicion exige construir el horno de materias refractarias, y que den poco paso al calórico, é igualmente proporcionar su figura interior de tal modo que todo él esté dirigido al cuerpo que se quiere mudar por su accion.

308. La segunda condicion se obtendrá: cuando la materia combustible bien escogida, se consuma lo mas lentamente que sea compatible con dar no obstante el grado de calor que sea necesario: lo que se conseguirá teniendo el hogar, la chimenea, y los registros las proporciones mas convenientes, y proporcionadas entre sí: de este modo se empleará el tiempo que se tenga por mas oportuno.

309. La tercera condicion, de que el fuego se sostenga largo tiempo con igualdad y se pueda gobernar con facilidad, es la mas necesaria de todas. La química demuestra que un cierto y fijo grado de fuego produce un determinado efecto sobre cada cuerpo; y que cuando su accion varia, los resultados son diferentes: de modo que el producto de estas alternativas de incremento y disminucion de fuego es una mezcla confusa de producciones químicas. Además, se sabe que estas variaciones de fuego alteran la naturaleza de los cuerpos, de suerte que estos no serán los mismos si sufren diversos grados de calor; pues si sucede que sirviéndose del mismo fuego para las operaciones químicas se confunden sus grados de un modo en una, y de otro en otra, se tendrán distintos productos de una misma substancia. Así para no incurrir en errores tan perjudiciales debe un artis-



ta para construir sus hornos haber calculado y examinado: 1.º la cantidad de materia combustible que el hogar debe recibir, contener y entretener: 2.º la calidad de materia que ha de emplear para lo que quiera hacer: 3.º la fuerza del fuego que se requiere para cada operacion en particular; respecto de que igual cantidad de una misma materia puede producir en el hogar de un mismo horno todas las mutaciones de calor que haya desde el grado mas corto hasta el mas fuerte; y esto de un modo sostenido é igual: 4.º el modo de facilitar el acceso de todo el aire necesario al hogar y saber apreciar la fuerza con que entra, sea que esté dirigido por la construccion del horno ó por fuelles; y en fin, que sepa examinar los diferentes estados de la atmósfera como la gravedad, ligereza, humedad, sequedad, frialdad y calor del aire: porque cuando el barómetro anuncia que la gravedad es considerable, y al mismo tiempo hay una notable sequedad y un frio vivo que comprime y pone rígidos todos los cuerpos, se puede esperar que el fuego será demasiado activo: 5.º ultimamente, la salida que es necesario dar al fuego que se quiera alumbrar en el hogar. Ya se ha dicho que no se puede esperar sea muy activo el que tenga salida por todas partes y por grandes aberturas; pero se debe esperar mucho de la accion de un fuego cuyas fuerzas reunidas estan determinadas hácia el punto donde se quiere hagan su efecto.

310. Hemos indicado de un modo vago las circunstancias generales de los hornos, que tienen sus aplicaciones, y excepciones segun los casos y fines del horno. La observacion y experiencia continuadas de varias clases de hornos son los únicos medios para poderlas aplicar con oportunidad y acierto.

311. La situacion de los hornos de fundicion debe ser, cuando no lo impidan particulares circunstancias, en la proximidad de un rio ó canal para que el agua dé movimiento á las máquinas. Asi mismo, debe estar inmediato á montes ó bosques, de los cuales se pueda obtener á poca costa el carbon y leña que se necesiten para el consumo de la fundicion. Tambien se pro-

curarán situar los hornos en parajes secos, ó apartar la humedad de ellos por medio de bóvedas llenas de polvo de carbon, ó por conductos que, dando circulacion al aire, no dejen penetrar la humedad; porque esta perjudica la fundicion, y cuanto mayor sea el calor del horno, tanto mas la atrae del terreno sobre que está fabricado.

312. La chimenea debe situarse de modo que la llama y los gases producidos por la combustion puedan atravesar para escaparse todo el hogar de fusion, poniéndola en comunicacion con éste por medio de una canal inclinada que se llama rampa ó escape.

313. El suelo del horno y la parrilla se cubren por una misma bóveda, la que debe tener una inclinacion igual á la del suelo con el objeto de que la llama pueda acalorar la fundicion suficientemente en toda la longitud del hogar.

314. Esta especie de hornos debe mirarse como unos sopletes en grande, y sus efectos, ó mas bien el calórico desenvuelto en ellos, se debe á la combustion de las materias inflamables que se colocan en la parrilla, activada por la corriente de aire libre que acude por la ventosa á remplazar el que se dilata en la parte interior de la chimenea, y á donde se enrarece por la llama, el humo y ácido carbónico: de consiguiente, cuanto mayor sea la corriente del aire, tanto mayor será la cantidad de oxígeno y desprendimiento de calor: así pues se conoce desde luego que debe existir una relacion determinada entre la parrilla, el suelo del hogar de fusion y la chimenea, para producir en esta clase de hornos el mayor grado de calor. En general se puede admitir que la temperatura del horno es proporcional á la superficie de la parrilla y á la altura de la chimenea; de consiguiente deben variar estas con las dimensiones del hogar, pues que los hornos de reverbero tienen capacidades muy diferentes.

315. Segun Guenyeau el carbon de leña funde 95 veces su peso de hielo, la leña 50, y el carbon de piedra 94 ó 95.

Segun Lavoissiere producen el mismo calor 403 libras de cook, 600 idem de carbon de piedra, 600 idem de carbon, de leña y 1089 de leña de encina; y segun el primer autor se necesitan dos partes de leña para remplazar una de carbon, y la cantidad de oxígeno absorbido en la combustion de estas dos substancias, tomadas en pesos iguales, están proxivamente en la razon de 1 por la leña y 2 por el carbon de piedra.

316. Con estos datos, y si se conociese la duracion de la combustion que corresponde al máximum de efecto que pueden producir los combustibles, sería fácil dar á la parrilla y chimenea tales dimensiones que en el tiempo relativo al máximum de efecto, se consumiese una determinada cantidad de combustible. Cuando la combustion es lenta, el aire que la rodea absorbe gran parte de calor, y es probable que el combustible no produzca todo su efecto, porque el calórico necesita un cierto tiempo para penetrar los cuerpos. No se conoce aun la duracion de la combustion que produce el mayor efecto; se ignora igualmente si este tiempo es el mismo para todos los carbones, y en cuanto á los combustibles que se queman con llama y contienen diferentes cantidades de carbon, tales como las maderas, la hornaguera &c., es mas que probable que empleados en la fusion de los metales deben quemarse en tiempos desiguales para producir el mayor calor.

317. Sentados estos principios se conoce desde luego que la esperiencia es la única capaz de resolver el difícil y complicado problema de hallar la relacion que debe existir entre la parrilla, el hogar de fusion, y la chimenea en los hornos de reverbero; pues sin aquella y la observacion continúa, poco ó nada puede adelantarse en un asunto en que la teoría presenta unicamente datos que tal vez conducen á mayores complicaciones. Segun ella todos los autores ingleses y franceses están acordes en que para lograr que los hornos de reverbero alimentados con leña produzcan el mayor efecto, con el menor consumo de combustible, es preciso que la superficie del suelo del hogar do

fusion esté con el de la parrilla en la razon de tres á dos, teniendo presente que á pesar de estar marcada esta razon, se debe observar que la longitud y latitud del hogar de fusion debe determinarse la una por la otra, de manera que el combustible produzca el mayor efecto. Un hogar muy corto lo atraviesa la llama muy rapidamente, de consiguiente se pierde gran parte del calor, y si la distancia de la parrilla á la parte anterior del horno es muy considerable, la fundicion se resfria: parece pues, que para dichos hornos alimentados con leña, la longitud del crisol debe estar con el ancho en la razon de 7 á 3.

318. Han sido diversas y se han cambiado muchas veces las formas y dimensiones del hogar de fusion; ha sido circular, elíptica, rectangular, compuesta de muchas líneas rectas y curvas; se ha dado al suelo mas ancho que á la parrilla, ó bien se le ha hecho un vientre en medio de su longitud; pero la forma mas natural, fácil de ejecutar, y que presenta las mayores ventajas es la de un trapecio del que el lado mayor esté hácia la parrilla y tenga la longitud de esta.

319. En efecto el calórico disminuye de intensidad á medida que se aparta del hogar, y es preciso compensar esta disminucion, reduciendo el espacio que debe ocupar, lo que se logrará con la figura dicha, pues va de mas á menos. Ademas la velocidad de los fluidos se aumenta pasando de una canal ancha á una estrecha; y dependiendo la actividad de la combustion de la mayor corriente de aire que penetre por la parrilla, es evidente que será tanto mas activa y mayor la cantidad de calórico desenvuelto, cuanto mas se aproxime á una figura á propósito para lograr aquella ventaja. Las figuras circular, la elíptica..... todas las que no sean la de un trapecio son enteramente opuestas á este principio, y es muy fuera de razon aumentar la capacidad del horno en puntos donde el grado de calor no es el mas elevado.

320. El suelo del crisol recibe una inclinacion para que el bronce fundido corra al agujero de la colada, determinando

aquella con relación á su longitud: un ángulo de 24.º es por lo comun mas que suficiente.

321. La bóveda debe tener una altura tal que el área del corte vertical del crisol, hecho en la direccion y al lado de la meseta, sea la tercera parte de la superficie de la parrilla, de consiguiente depende, pues, del área de esta y de la latitud del suelo: si se elevase demasiado, no sería posible concentrar el calor, y si estuviese muy baja, incómodaria para cargar el horno. Su inclinacion se arregla por la del suelo, haciéndola tal que reuna el seguir esta en cuanto sea posible, y que deje espacio para cargar el horno cómodamente. La rampa ó canal que conduce la llama á la chimenea, se abre en el muro anterior del horno, en el sitio mas distante de la parrilla, á fin de que la llama pueda correr todo el hogar de fusion ó crisol; jamás debe estar sobre una cara lateral del horno, porque entonces se dirigiria aquella esclusivamente hácia este lado, por lo que es preciso hacerla en medio y á la estremidad anterior de la bóveda, y de iguales dimensiones que la chimenea.

322. Para la construccion de esta debe tenerse presente, que la dilatacion del aire es tanto mas imperfecta, y la corriente mas débil, cuanto mas anchas son la rampa y la chimenea; por cuya razon, en los hornos que las tienen muy anchas, no se puede producir un grado de calor alto, aunque se quemé gran porcion de combustible, porque se establecen dos corrientes, una de aire atmosférico que desciende, y otra de aire dilatado que sube y la hace incierta y débil. Si son estrechas el aire rarefacto no se puede escapar prontamente, lo que daña á la corriente necesaria para la combustion. Entre estos dos extremos hay un cierto limite que aun no está bien conocido; mas todos los autores previenen que la seccion horizontal de la chimenea debe ser  $\frac{1}{10}$  de la superficie de la parrilla.

323. La altura de la chimenea, aumenta la corriente del gas, porque la presion del aire atmosférico es menor en las regiones superiores, y el dilatado encuentra menor resistencia á



su salida; por esta razón no es posible hacerlas horizontales, aun cuando sean menos costosas, y reúnan la utilidad de servir como conductos de calor, y si verticales y de 30 á 35 pies de altura.

324. De ningún modo debe seguirse la práctica de dividirla en respiraderos colocados á distancias iguales en los lados del horno, pues de este modo, se toca el grave inconveniente de dividir el cono de fuego y la corriente del aire en tantas porciones como respiraderos; se debilita la acción del calor, y entre aquellos siempre quedan espacios en donde solo se funde el metal cuando á fuerza de tiempo y consumo de combustible, se logra elevar su temperatura al grado de fusión; y últimamente se retarda la marcha del horno y sus efectos casi se anulan, por hacerse divergentes en vez de convergentes como deben ser.

325. El espacio que está debajo de la parrilla, debe ser grande y profundo para que las cenizas y los carbones encendidos al pasar al través de las barras no dilaten ni acaloren el aire afluente: esta es la causa de que sean tan ventajosos los que están contruidos en alto; además convendría que las materias inflamadas pudieran apagarse al caer en un depósito de agua, con lo que se lograría la doble ventaja de refrescar el aire y las brasas que se consumen en pura pérdida, podrían aprovecharse en las fraguas, moldería, &c. También se debe cuidar de que el aire pueda afluir libremente á la parrilla, para lo que si el horno está en la fábrica, aquella deberá estar fuera, y aun se lograrían ventajas conocidas si se situase á la parte del norte.

326. La separacion de las barras de la parrilla, depende del grueso y especie del combustible que se emplee, cuidando que no esten tan distantes que pueda caerse y dejen en aquella espacios sin él, que den entrada al aire frio y no descompuerto, ni tan próximas que retengan las cenizas que impiden el paso al aire por mucho cuidado que se tenga en limpiar la

parrilla: la distancia mas conveniente usando de leña es una pulgada.

327. La meseta que separa la parrilla del hogar de fusion tiene por objeto, impedir al combustible el mezclarse con el metal, y preservar á este del contacto inmediato del aire; su altura es de 8 á 15 pulgadas: demasiado baja no protege al metal de la oxidacion, y muy elevada retarda la fusion.

328. Los hornos de esta clase deben tener dos puertas situadas en los dos lados oblicuos del trapecio, las que deben cerrarse perfectamente, pues de otro modo la corriente del aire no es tan enérgica.

329. Los hornos que se usan en la fundicion para fundir las piezas de artillería son de dos clases: 1.<sup>a</sup> los de 700, 600, y 500 quintales, construidos en alto, con las ventosas sobre el piso del edificio, y 2.<sup>a</sup> los de 350, 200 y 180 quintales que lo estan al nivel de este, y sus ventosas abiertas por bajo de la superficie del suelo: todos afectan la figura circular, en el hogar de fusion ó crisol; la bóveda está formada de arcos de círculo de modo que su mayor altura está en el centro, el agujero de la colada en frente de la meseta, con seis respiraderos de 6 pulgadas de lado en los de 700, 600 y 500 quintales, y 4 de la misma dimension en los de 350, 200 y 180 quintales, distribuidos todos en la circunferencia del círculo base del crisol. Dichos hornos lejos de tener sus partes principales la razon indicada anteriormente entre sí, la tienen distinta, siendo diferente dicha razon en cada uno de ellos; teniendo además el grave inconveniente de estar dividida la chimenea en respiraderos.

330. Las consecuencias de este método son bien fáciles de conocer; dividida la chimenea en respiraderos, lo está igualmente la corriente de aire y el cono de fuego; su accion se debilita y se retarda la fusion en los espacios comprendidos entre los respiraderos, y mas especialmente en el sector que media entre los dos situados á los lados del agujero de la co-

lada; no siendo bastante la superficie dada á los respiraderos para que pueda escaparse la masa del aire afluente; la accion del horno disminuye, se ahoga, ó no tira el horno, como se vé practicamente en ellos, siendo preciso para adelantar su marcha, levantar los portales el espacio de 2 pulgadas, con el fin de lograr desembarazar el horno de humos y activar la accion del fuego.

331. Los hornos de reverbero empleados para afinar el cobre, son todos de unas mismas dimensiones, estando contruidos bajo la misma forma que los de fundir, con la diferencia de ser menor su cabida pues solo son capaces de 30' á 50 quintales, de tener solo dos respiraderos uno á cada lado del agujero de la colada, una puerta á un lado para cargarlos, la tobera ó canal del viento al opuesto, y en lugar de tragante para alimentarlos, tienen otra puerta en uno de los costados del hogar de la parrilla: por lo tanto es aplicable á ellos cuanto hemos dicho con respecto á los hornos de fundir.

332. Espuestos todos estos principios, pasemos á dar una explicacion sucinta del de 600 quintales representado en el tomo de láminas.

333. En la (lám. 26) se ven los macizos de sus paredes, los pilares *b*; los *E'* en que se apoyan las correderas del *cabriolé*, las bóvedas *S* del edificio, las *N, V, T, Z*, que sostienen el piso del cuerpo principal del horno, sirviendo al mismo tiempo de depósitos, las *E* de las escaleras para subir á él, la *W* de las ventosas que van á parar al cenicero *C*, y las *M* que sirven para bajar á la *X* sobre que descansa la caldera: finalmente la escavacion *F* es la fosa donde se colocan los moldes para recibir el metal fundido.

334. La (lám. 27.) representa el piso *S* del edificio, el del cuerpo principal del horno *V, V, N, Z*, adonde se sube por las escaleras *D*; y *X* es el de la caldera llamado *solería*: esta tiene dos puertas *H* para introducir la carga de metal, la tobera *G T* por donde sale despues de fundido á llenar los moldes situados

en la fosa *F* y los respiraderos *l*: tambien se ven las parrillas *O* del hogar *R H*, con la meseta *E F*, y las cabezas *m* con los ojales *L* de los tirantes que fortalecen la mampostería.

335. El perfil de la (lámina 28) que se mira por el lado izquierdo del horno, dá á conocer lo que profundizan las bóvedas que lo sostienen, su altura y las de las ventosas *W*: sobre el cenicero *B' Z* sigue el hogar con las parrillas *O* formando el recodo *f p s T*, por cuyo medio la llama se dirige á la caldera *V M Z*, supuesto que solo se abre la canal *e 3*; llamada *tragan-te* para introducir las rajas de leña, y á fin de que estas no la destruyan se hace de piedra refractaria, lo mismo que la meseta *p' s'* cuyo ángulo *p'* padece mucho por el fuego: las paredes del hogar, las de los respiraderos *l* que van á parar al segundo cuerpo, las de la tobera *Z X*, y la bóveda de la caldera se revisten con los ladrillos de que dimos noticia en el número anterior, componiéndose su solería de un orden de ladrillos comunes puestos de plano bajo de las canales *E h G*, que se cubren con otro orden, sobre que está el macizo *a d c b* de arcilla, y encima un orden de ladrillos refractarios de plano sobre lo que descansa otro de los mismos, puestos de canto, hasta *V P Z*. Para subir al segundo cuerpo se vé una de las dos escaleras sostenida por la bóveda 5, 6, estando este tambien cubierto por otra 12, 13 sobre que descansa la chimenea 14: 2, 4 es una de las dos palancas llamadas *balancin* que unida á la cadeneta 1 sirve para levantar las compuertas que cubren las dos puertas del horno, y *S* una de las dos correderas del cabriolé con que se manobra en la fosa para colocar en ella los moldes, y sacarlos despues de llenos al piso del edificio *V V*.

336. La (lám. 29) es un perfil cortado por sus puertas *H, H* y visto por el frente del horno, en el que se notan las escaleras *A* que bajan á las bóvedas *X, N*; sus entradas *M*, sus elevaciones, sus espesores *B*, las canales *h*, la solería *D E F*, la caldera con su bóveda *L*, y las cadenetas *b* de las compuertas; siendo *g* una de las dos correderas del cabriolé que sirve para su-

Legua del 1538 al 1542

so, que cojen toda la circunferencia distante media pulgada del encastramiento, y se baja el molde poco á poco procurando centrarle bien con el de la culata. En seguida se afirman los ganchos del canaston á los del herraje del molde de la pieza con varias vueltas de alambre, al que se le dá garrote con unos hierros llamados *torneadores*: se toman sus juntas y las de los platos de los muñones con un poco de barro duro, para asegurarse mas de que no haya un derrame de metal fundido, y se pone en todas sus circunferencias una capa de yeso comun, que cubre los ganchos, los alambres y la rejilla, á fin de evitar que se golpéen y descompongan cuando se apisonan las tierras en la fosa.

352. En esta disposicion se vuelve á suspender el molde, y se coloca verticalmente sobre un hoyo que se hace como de  $10\frac{1}{2}$  pulgadas de profundidad, arreglándose á que la parte superior de la mazarota que debe llevar, quede de nivel con la inferior de la tobera del horno, y distantes cada dos moldes entre sí el ancho de la canal de que se hablará despues. Se echa tierra alrededor del canaston, que se aprieta fuertemente con piones de hierro calientes, y se principian á echar tongadas de tierra que se apisonan fuertemente. Estas tongadas tienen 1 pie de espesor, en las fosas de los hornos de 500, 600 y 700 quintales; pero en las de los demas hornos en donde solo se funden piezas pequeñas, la primera sube hasta por cima del encastramiento del molde, despues con otras dos se llega hasta la parte superior de los muñones, á los cuales se les pone un poco de yeso para que se vean y tengan cuidado los operarios de no golpearlos: sobre los muñones se ponen otras dos tongadas que lleguen hasta 2 pies por debajo del extremo del molde, que es cuando se pasa á colocar la mazarota.

353. Sacada esta de los caballotes y puesta sobre el piso de la fábrica, se la quita el huso, la trenza y los bacros del modelo, como se ha dicho: en seguida se escuadra uno de sus extremos y se le hace el encastramiento, y por el otro lado se



abre con una barrena 6 pulgadas mas abajo el bebedero, que es un agujero de 2 pulgadas  $7\frac{1}{2}$  líneas de diámetro en los moldes de las de á 24, pues en los de las demas piezas tienen las dimensiones que marca la siguiente tabla.

*Tabla de las dimensiones de los bebederos de los moldes para las piezas de artillería.*

<b>CALIBRES.</b>	<i>Pulgadas.</i>	<i>Líneas.</i>	<i>Puntos.</i>
24.....	3	0	0
16.....	2	9	»
12 largo.....	2	9	»
12 corto.....	2	0	»
8 largo.....	2	0	»
8 corto.....	2	0	»
4 largo.....	2	0	»
4 corto.....	2	0	»
<b>MORTEROS.</b>			
De á 14. { Superior.....	2	0	»
{ Inferior.....	1	6	0
De á 12. { Superior.....	2	0	»
{ Inferior.....	1	6	0
De á 7.....	1	9	»
<b>OBUSES.</b>			
9 largo.....	3	»	»
9 corto moderno.....	2	9	»
9 corto antiguo.....	2	9	»
7 largo.....	2	»	»
7 corto.....	2	0	»
$6\frac{1}{2}$ .....	2	0	»
5 corto.....	1	9	»
Mortere de probar pólvora.....	1	9	»

354. Hecho el bebedero en la mazarota, se pone vertical sobre tres apoyos de ladrillos de 3 pulgadas de alto, cubriendo todo alrededor con tierra y dejando solo un boquete de medio pie, así para que pueda entrar el aire como para sacar las ascuas que hacen las astillas con que se recuecen; se tapa el bebedero con un poco de barro, se ponen sobre el encastramiento unos pedazos de ladrillos, y encima la tapadera de que se ha hablado en el recocido de los moldes de los cuerpos de las piezas, efectuando el de las mazarotas del mismo modo: concluido se tapa con tierra el agujero del suelo, y con barro la parte superior para que se enfrie lentamente, y luego que se verifica esto, se le dá el baño de cenizas desaladas, que se enjuga con paja de centeno: y en seguida se quemará dentro medio haz de rajas de pino, como se efectúa en los moldes de las piezas pequeñas.

355. Suspendida la mazarota con el cabriolé por medio de los aparejos hasta que quede vertical, se sitúa perpendicularmente sobre el molde dejando el bebedero hácia la canal, y asegurándola por sus ganchos á los del molde de la pieza, como se hizo con la culata, se toman sus juntas con barro, se les pone la capa de yeso, se tapa por fuera el bebedero con una chapa cuadrada de hierro sujeta en toda su circunferencia con una vuelta de alambre, y se cubre su boca con un lienzo y una tapadera y se continúan las tongadas de tierra, llegando con ellas hasta la parte inferior del bebedero y la tobera, con lo que resulta un desnivel de 7 pulgadas, que es lo que se deja aquel mas bajo que esta, para que pueda correr el metal fundido.

356. Todas las operaciones que acabamos de manifestar, se hacen simultáneamente, con cuantos moldes haya que poner en la fosa; pero en lo que se necesita mas cuidado es en el recocido y colocacion de las ánimas de los morteros cónicos.

357. Despues de concluidas, como dijimos en el número anterior, se levantan á mano de sus caballetes: se pone la mola sobre un poco de tierra movida, y para que quede vertical se la

sostiene por debajo del extremo del cilindro con un suplemento de madera ó ladrillos cubierto de estopa, á fin de que no se descomponga la superficie del ánima; en esta disposicion se saca el huso y la trenza, se pone en su hueco un poco de fuego de carbon, y en el extremo menor se le ajusta perfectamente un tapon cónico de barro barnizado con el fino, cuya base mayor esté hácia la menor del ánima, dejándole 14 líneas de mas profundo, y se continúa rellenando este hueco con varias fregadas de barro, hasta que quede de nivel. Por la base mayor se mete poco á poco arcilla bien cribada y seca, que se comprime con un cilindro de madera para llenar el hueco que han dejado la trenza y el huso, tapándola con un plato de barro unido con un poco de yeso.

358. En seguida se pone el ánima vertical sobre su mola dentro de una hornilla hecha de barro y fortalecida con bandas y cercos de hierro, la cual viene á ser como un molde de mazarota de 23  $\frac{1}{2}$  pulgadas de diámetro para las de á 14, y 21 para las de á 12, y de 30 pulgadas de altura para ambas; las cuales tienen cuatro boquetes ó puertas en la parte inferior para dar paso al aire, de 7 pulgadas en cuadro, cubriendo dicha hornilla con una tapadera de hierro semejante á las que se ponen en la parte superior de los moldes de las piezas para su recocido, con cinco respiraderos de 2 pulgadas 4 líneas en cuadro para alimentar el fuego. Este al principio es de carbon, que se vá aumentando pogramente por espacio de dos horas hasta que esté el ánima bien acalorada: luego se hace uso de astillas menudas para que se penetre mas, y por último se carga hasta que la llama salga con bastante fuerza por los respiraderos. A las siete horas poco mas ó menos aparece muy blanca; y como es señal de que está próxima á vitrificarse, se pasa inmediatamente á cerrar todas las aberturas con ladrillos y barro, dejándola así por espacio de unas 14 horas, al cabo de las cuales se levanta la hornilla, y si el ánima saca alguna fractura ó grieta, se recompone con el mismo barro, dándole aun caliente el baño

de ceniza que se seca con paja quemando en seguida medio haz de astillas menudas de pino para que quede perfectamente seca; se la sienta por su mola en su respectivo cauaston de bronce, llenándole antes de tierra bien seca y apisonada; y se halla en disposicion de cubrirla el molde recocado en la fosa como el de los cañones y obuses.

359. Los morteros cónicos tienen su mazarota á continuacion de la culata, y quedan situados en la fosa boca abajo. Para que su ánima no se destruya con la caida del metal, ademas del bebedero de la mazarota, se les pone otro por su boca, compuesto de dos ó tres tubos de barro con su correspondiente herraje, de 7 pulgadas de diámetro y 1 pulgada  $5\frac{1}{2}$  líneas de hueco que se construyen del mismo modo que los de los granos de cobre. Situados en la fosa verticalmente se unen al molde del mortero por medio de un recodo curvo que vá á parar entre las dos fajas, y tambien tienen en el otro extremo el mismo agujero que las mazarotas de los cañones; de suerte que entrando el metal por este, cae por todo el tubo y se introduce en el mortero sin peligro de destruir el ánima: solo los cónicos de á 7 no necesitan de este bebedero, porque la experiencia ha dado á conocer que en nada padecen aunque beban por arriba. La union de sus partes, y las demas maniobras de la fosa son en un todo iguales á las que hemos descrito.

360. Luego que se ha terraplenado esta se quitan los lienzos de las bocas de los moldes, dejando solo las tapaderas de madera; se colocan verticalmente junto al bebedero de cada molde, y en el intermedio de cada dos de estos, unas escuadras de hierro forjado, terminadas por ganchos, las cuales están representadas en la (fig. 9 de la lám. 48); y se fabrica la canal sobre la última tongada en direccion de la tobera y por entre cada dos moldes, de modo que se acomode en el hueco de las escuadras, haciéndola de ladrillos comunes revocados con barro de 7 á 8 pulgadas de ancho con 8 de alto, cuidando de que los ganchos sobresalgan al canal, poniendo ademas varias

compuertas de hierro cuyo uso se verá despues. Concluida se llena de fuego de carbon para que se seque, y luego que lo está se la dá una mano de cenizas desaladas, y se la vuelve á poner fuego de carbon.

361. Antes de dar fuego al horno, se reconoce si están des- embarazados los respiraderos, lo que se ejecuta introduciendo por su parte superior, que está en el segundo piso, una bala atada á una cuerda que se deja caer hasta abajo, y despues se saca tirando de esta: en seguida se echan los portalcones, y se cierran las puertas.

362. Se empieza á dar fuego al horno, echando por el tragante seis ú ocho astillas de pino de  $3\frac{1}{2}$  á  $4\frac{1}{2}$  pies de largo y 3 á 4 pulgadas de cuadratura, bien secas para que ardan con buena llama, y nada resinosas para que no produzcan mucho humo, dándolas fuego con un haz de paja de centeno. Al principio no debe cargarse de leña, á fin de que el horno no sufra el tránsito repentino á un fuerte grado de calor, que perjudicaria su duracion, sino que succesivamente se van echando las astillas que despiden bastante humo por los respiraderos, hasta que acalorándose el horno se empieza á descubrir una llama rojiza que progresivamente se vá aclarando: en este caso para manejar con igualdad el fuego, cuando se vé que baja la llama de los respiraderos, se echan una ó dos astillas, continuando lo mismo hasta vaciar el metal de la caldera.

363. Cuando el metal principia á ponerse albo, convendrá aumentar el fuego cuanto sea posible sin grave perjuicio del horno, para que se funda cuanto antes, pues de lo contrario lo ejecutará por capas superficiales, que hallándose progresivamente en contacto con la corriente del aire se irán oxidando en parte, especialmente el estaño, segun los principios que hemos establecido en el número 1.<sup>o</sup>; y esto se vé palpablemente en las escorias que sobrenadan en la caldera muy cargadas de potea de dicho metal. Por esta misma causa no deben abrirse las puertas del horno sino lo muy preciso para revolver el ba-



No con unos palos de pino de 18 á 22 pies de largo llamados berlingas, á fin de que no se enfrie, y uniformar mas la liga del cobre con el estaño; y esta es la razon de que en el dia solo se berlinga por primera vez luego que está muy fluido, y aun se hace con el doble objeto de facilitar que todas las escorias suban á la superficie, para poderlas sacar con el escoriador, unidas á los ladrillos que se hayan desprendido.

364. En la operacion de berlingar siempre se enfria alguna cosa el baño, asi que despues de haberla ejecutado, se deja acalorar, y se escoria, abriendo una de sus puertas por la que se sacan con el escoriador todas las que sobrenadan en el baño; operacion que se debe ejecutar con prontitud, por la razon enunciada, y la que se repite cuantas veces sea necesario, para dejar el baño desembarazado de escorias y bien limpio; pero regularmente con dos veces que se haga suele ser bastante para conseguirlo.

365. Media hora antes de escoriar la última vez, se berlinga de nuevo el baño, y cuando ha pasado aquel tiempo, se verifica la escoriacion, hasta que quede bien limpio, y entonces se le deja acalorar. Entretanto se quita el fuego á la canal, se barre y se sopla para que no la quede polvo. Se quitan las tapaderas superiores, asi como las que tienen los moldes en el interior, las cuales se sacan con un gancho; se reconoce si hay en el fondo de ellos alguna poca de tierra ú otra cosa que se haya podido introducir, ó que se haya desprendido del molde, metiendo en él una vela encendida puesta en un alambre que se ata á una cuerda; y caso que la haya, se saca por medio de un asta de madera que llegue hasta el fondo del molde, á cuyo extremo se sujeta con cáñamo un poco de barro, al que se pegan todos los cuerpos sueltos que se hallan en aquel: se quitan las chapas de hierro que cubren los bebederos, reconociendo si estan desembarazados; por último, se aprontan todos los útiles necesarios para el acto de la fundicion, que de antemano se tienen dados de ceniza y puestos á calentar

y se coloca el botador, que se compone de una barra de hierro de  $3\frac{1}{2}$  pulgadas de grueso, terminada en una curva, en la que empieza á disminuir el grueso hasta quedar de  $16\frac{1}{3}$  líneas: su largo debe ser tal, que aplicado el extremo curvo ó su cabeza al tapon de la tobera, sobresalga el otro extremo  $3\frac{1}{2}$  pies de la fosa: por esta parte se ensambla en un cilindro de madera, de 5 pies 10 pulgadas de largo y de un grueso proporcionado al que se afirma con tres fajas ó aros de hierro. Esta barra se sitúa horizontalmente en dirección del tapon de la tobera, suspendiéndola por medio de dos argollas separadas por la parte inferior con un atravesaño de hierro para que no se unan, y ligadas por la superior al último eslabon de una cadena, que va á fijarse en las dos vigas que sostienen el cabriolé. Para que las oscilaciones del botador se hagan en un plano vertical, se divide la cadena en dos brazos á la mitad de su largo, y cada uno va á enlazarse en dicha viga en puntos equidistantes, que dividen por medio la tobera. Por esta esplicacion se verá que la parte curva de esta barra debe estar construida de modo, que puesto el obrero en el otro extremo y haciéndola oscilar, introduzca con su golpe el tapon de la tobera en el horno, y pueda salir el metal.

366. Cuando el baño se ve muy acalorado, sumamente líquido y de un color blanquecino muy brillante, es señal de hallarse en su debido estado para hacer la fundicion; pues si se tarda habrá mas pérdida de estaño en las nuevas escorias que de continuo se van formando.

367. En este estado se abre la tobera con el botador, teniendo cerradas al principio todas las compuertas hasta que se llena la canal, en cuyo caso se desquician con unas mordazas las dos primeras correspondientes á los dos primeros moldes de derecha é izquierda, y se levantan con unos ganchos: corre el metal á los bebederos que se tienen á medio cerrar con tapones de hierro de figura de pera, y mangos curvos llamados detenedores, porque impiden que el metal caiga todo de una vez

y descomponga la culata, mas cuando esta se ha llenado se quitan del todo, y luego que lo están los moldes, se abre solo la tercera compuerta para que beba el tercero, pasando despues al cuarto y demás hasta que se hayan llenado todos. Por si sobra metal, se tiene de prevencion una pala y una azada para abrir un hoyo superficial en las tierras de la fosa donde se deposita. Los morteros cónicos de á 12 y 14 beben primero por abajo, y cuando el metal ha cubierto el ánima como unas 5 pulgadas se abre el bebedero de arriba ó de la mazarota, para que por entrambos se llenen mas pronto.

368. La razon de esperar á que se llene la canal se funda tambien en la mayor facilidad que tiene el estaño para oxidarse, como se vé en las escorias que nadan en ella, las que no provienen de la caldera; pues teniendo su tobera en la parte inferior, no es posible salgan como mas ligeras hasta que la superficie del baño baje á su mismo nivel: y como los bebederos se hallan rasantes al piso de la canal, por el mismo principio se evita caigan escorias en los moldes. La práctica de que primero sean dos los que beban, depende de que el baño sale al principio por la tobera con mas velocidad por el metal que gravita sobre él.

369. Llenos todos los moldes, se saca con el escoriador el tapon de la tobera, la cual y la union de las puertas se tapan con tierra, los respiraderos se tapan con unas paletas de hierro y barro, y la ventosa, con un tapamento hecho de ladrillos y yeso: de esta manera, tarda mas tiempo en enfriarse, y no padece tanto. A los 6 dias ya se puede entrar en él para limpiarle y sacar el metal que haya quedado en su fondo, llamado de solerías.

370. A la media hora de hecha la fundicion, ya el canal se ha puesto sólido, entonces se baja el motón del cabriolé, llamado mulla, se pone una S de hierro, de la que se cuelga una cadena de dos brazos terminados cada uno en un anillo, los cuales se introducen en los dos ganchos de una escuadra, y le-

vantando la mufla, por la propiedad que tiene el bronce de ser quebradizo en caliente, rompe el canal por aquella parte, y repitiendo la misma operacion con todas las demas escuadras, queda hecho trozos en muy poco tiempo y sin trabajo por parte de los obreros.

371. Tambien se pone inmediatamente un poco de carbon sobre los moldes, para que encendiéndose é impidiendo el contacto del aire se mantenga fluido el metal que está en la superficie, y pueda ir bajando á proporcion que se vá enfriando y consolidándose el que ocupa el interior de los moldes que se reduce á mayor volúmen. Con motivo de remover la superficie del metal para acomodar una cruceta de bronce, que se ponía para cortar con mas facilidad la mazarota, se descubrió en Barcelona que este movimiento tenia la considerable ventaja de que el metal bajaba uniformemente por todas partes, y no solamente por el centro como sucede, dejando en la superficie la figura de un cono inverso; y al mismo tiempo se notó que no habia las venas tan grandes de estaño que antes se observaban, porque parece que este metal no hallándose nunca mezclado perfectamente con el cobre, y manteniéndose fluido con corto grado de fuego, era el que únicamente bajaba á ocupar los huecos que producía la reduccion del cobre al consolidarse. Lo cierto es que la esperiencia ha dado á conocer que el estaño se reúne en mayor cantidad hácia el paraje de las piezas que tarda mas en consolidarse: de suerte que en la fundicion en sólido se encuentra en las ánimas bajo la forma de unas manchas blanquecinas, que se llaman de estaño y son de metal blanco; siendo así que en la fundicion en hueco se hallan dichas manchas en el espesor de sus paredes.

372. Despues de haberse enfriado en parte el metal, se sacan las tierras que están entre los moldes, y asegurados estos por una braga fuerte se elevan con el cabriolé hasta ponerlos sobre el pavimento de la fundicion; y seguidamente se empieza á quitar el herraje y barros de los moldes, usando de tajaderas

y mazos para los que están unidos y trabados con el metal; se pesa la pieza y queda ya en disposición de cortarla la mazarota, barrenarla y tornearla.

N.º 373. Para fundir las gualderas de los morteros cónicos es necesario antes recocer sus moldes; para lo que despues de moldeadas las cajas, que son de hierro y se colocan al efecto delante del horno donde se haya de hacer la fundicion, y sacados los moldes, se suspende la parte de caja superior de modo que quede separada de la inferior un pie; se dá un baño al molde hecho con zumo de estiércol de caballo, cisco de carbon y arcilla, se ponen todo alrededor del molde que está en la caja inferior y á media pulgada distante de él, unos pedazos de ladrillos sobre los que se coloca una chapa de hierro y encima de ella una tongada de carbon de  $1\frac{1}{2}$  pulgadas de espesor, la cual se enciende y se mantiene ardiendo por espacio de  $\frac{3}{4}$  de hora, renovando dicho combustible al paso que se vá consumiendo; pasado dicho tiempo se encuentra recocida la arena y entonces se la dá con una brocha el baño de cenizas desaladas que se seca encendiendo otra carbonada como la anterior; se coloca la media caja superior sobre la inferior, cerrándola bien y apretando sus chaveteros con sus correspondientes chavetas, se hace la canal y se funden como las piezas de artillería. En estas fundiciones se emplean los bronces cuya aligacion no se conoce.

N.º 374. En los moldes para los granos de cobre, despues de haber estraído el haso, se escuadran sus cabezas, y se recuecen colocándolas en una gran hornilla rectangular hecha de ladrillos, en la que se pone una tongada de carbon de  $3\frac{1}{2}$  pulgadas de alto, y sobre ella se sitúan los moldes tendidos horizontalmente distantes entre sí 2 pulgadas; y en seguida se cubren con una capa de carbon de 4 á 5 pulgadas de espesor á la que se la dá fuego; recocidos de esta manera, se les dá una mano de ceniza desalada, que se seca poniendo dos verticalmente sobre una hornilla, y quemando dentro de ellos astillas menudas por espacio



de medio día; al cabo del cual, se vuelven los de arriba abajo y se le continúa dando fuego por espacio de otro medio; y en estando frios se tapa su base menor con un plato de barro, ya recocido y dado de ceniza, afirmándolo bien con alambre á los ganchos de las bandas del molde. Para fundirlos se colocan en un horno pequeño á la Maker, uno ó mas crisoles hasta 4, segun el número de cilindros que se quieran fundir en los que se vá poniendo cobre ya afinado, que se vá fundiendo hasta llenarlo, lo que se efectúa con 40 libras: se deja acalorar bien y se escoria hasta que esté bien limpio: en seguida se sacan los crisoles del horno por medio de unas tenazas que lo abrazan todo él, y se vacía en el molde que se tiene á la inmediacion del horno, colocado verticalmente, y sostenido unicamente por una poca de tierra que se pone todo alrededor de su base: la esperiencia ha manifestado que con este método de fundir los granos, salen de excelente calidad, con el cobre de todas partes: en estando frio el grano, se estrae del molde rompiendo este.

375. Para fundir los buges, moldeada la caja y estraido el modelo, se coloca el ánima, la cual despues de construida se la dá de ceniza desalada, y se recuece colocándola verticalmente, y poniendo carbon encendido todo alrededor de ella, cuyo fuego se la dá por espacio de 10 horas: en seguida se cubre la media caja inferior con la media superior, se cierra poniendo las bridas á los pitones de la caja y se lleva á la inmediacion de la copela, en la que despues de fundido el bronce y escoriado, se llena por medio de una cuchara.

376. Los puentes, roldanas, y todas las demas piezas pequeñas se funden del mismo modo.

377. La máquina de barrenar que sirve para abrirlas el ánima y torneirlas dejándolas en sus justas dimensiones, puede ser de sangre ó de agua: esta es mas sencilla pues solo tiene una rueda vertical firme en el árbol horizontal; pero aquella que inventó Maritz, representada en las (láminas 32 y 33), se compone del

árbol vertical *M* de donde salen las 4 palancas *H*, que tienen en sus extremos los balancines *g*, para poner las caballeras: en dicho árbol está fija la rueda dentada *Y* que engrana en la linterna *T* firme en el árbol horizontal *Q*, cuyos espigones descansan en los cabezales *P*, y tiene uno de ellos la grapa *mn* llamada *agris* donde encajan las orejillas de la muletilla de la pieza, la cual está apoyada por su collete en la luneta del chapeton de bronce: 14 es la caña de la barrena que se comprime hácia el cañon por medio de la barra dentada *A* del cric, y que descansando sobre la mesa de barrenar *L*, se la obliga á caminar en direccion del eje de la pieza por entre los dos juegos de platinas 13, conteniéndola por encima con las 15. Finalmente, por todo el banco *R*, que es la mesa de tornear, puede correr la plancha de cobre 4, y en toda la longitud de esta por medio de la manivela 6, el estuche 5 de donde sale el navajero, que armado de una cuchilla por la parte que mira á la pieza, es empujado por la rosca 7.

378. Antes se cortaban las mazarotas en una máquina llamada de cortar mazarotas, la cual es de la misma especie que la de barrenar, aunque sin la mesa, y mas pequeña. Al efecto se acomodaba en el extremo de la mazarota una pieza de bronce llamada *cruceta*, que tiene 4 pies derechos en sus 4 puntas para sujetarla con cuñas, y un agujero en medio donde entra el espigon firme en un fuerte cabezal: suspendida la pieza horizontalmente por este y las orejillas de la muletilla que encajan en el *agris* de la cabeza del árbol de la máquina, quedaba como en un torno para dar revoluciones alrededor de su eje mientras que se la cortaba la mazarota con una cuchilla puesta sobre una mesa como la de tornear, pero se ha dejado de hacer uso de esta máquina, por ser tan reducido el sitio donde está colocada, que no caben en él las piezas de grueso calibre por la mayor longitud que se ha dado á las mazarotas, y por que era tan fuerte el sacudimiento de la pieza suspendida solo en dos puntos, que hizo que se viniese abajo por dos veces la

bóveda del edificio; por cuyas razones se ejecuta ahora esta operación en la misma máquina de barrenar, para lo cual se pone al extremo del árbol horizontal que hace mover la pieza, en lugar del agris que tiene, otro de bronce cuyo hueco es de la misma figura que la rabisa del cascabel; introduciendo esta en aquel al montar la pieza en la máquina por medio del cabriolé sencillo colocado encima de ella, y apoyando la mazarota por su mitad, sobre una luneta de bronce, puesta en su correspondiente chapeton, sujeta por cima con una barra llamada *corbatin*, que entra en los pernos de aquel, conteniéndola por la parte de la mesa de barrenar con un espigon de hierro que se coloca sobre ella, el cual entra en un dado de acero que hay en un tablon que se coloca delante de la mazarota, en las piezas grandes, pues en las pequeñas el espigon se apoya en la misma mazarota.

379. En este estado, puesta la mesa de tornear, se marca la longitud que debe tener la pieza dejándola 3 ó 4 líneas mas por el mal redondo que suele sacar en el corte de la mazarota, el cual sale al hacerla el frente, efectuando dicho corte con varias cuchillas que solo se diferencian en la longitud, haciendo girar la pieza alrededor de su eje, como en un torno: luego que solo quedan que cortar como 2 ó 3 pulgadas segun el calibre, se desmonta de la máquina, y por medio de cuñas de hierro que se ponen en la abertura que ha hecho la cuchilla, y que se aprietan con machos tambien de hierro, se acaba de romper.

380. Cortada la mazarota se pasa á centrar la pieza, cuya operación se hace en una máquina representada de plano en la ( lám. 34, fig. 1.<sup>a</sup> ) siendo su vista de costado la ( fig. 2.<sup>a</sup> ). Dicha máquina está colocada al lado de la de barrenar: y se compone de dos correderas *A, A*, paralelas fijas en el pavimento y en un mismo plano horizontal, sobre las que descansan dos caballetes de madera *B, B*, que pueden aproximarse y separarse cuanto sea necesario y sujetarse al terreno por medio de los tornillos

y clavos *C*: en la parte superior de dichos caballetes hay una pieza de hierro cilíndrica movable alrededor de su eje, del cual la parte *D*, es una rosca que engrana sus pasos con los de la tuerca abierta en la barra *E*, que con la *F* sirven para sujetar dicha pieza al caballete: la parte *G* es un prisma cuadrangular, y *H* un cilindro que en el centro de su frente tiene un encaje *Y* donde se acomoda la cabeza del taladro: dichos caballetes con sus cilindros deben corresponderse de tal modo que las direcciones de los dos taladros se hallen en una misma línea horizontal, y además se ponen entre ellos dos cabezales *J, J* promediados, de suerte que descansando la pieza *P* sobre sus lunetas *N*, quede también su eje en la misma línea.

381. Para centrar la pieza se corta primero por medio de pulicanes y tajaderas la parte escedente que queda en el frente de la pieza, después de separada la mazarota, golpeándola en seguida con un martillo para quitar las desigualdades. Por medio del cabriolé sencillo se coloca la pieza sobre las lunetas *N* de los cabezales *J, J* de la máquina, se dá de sebo al frente de la pieza (fig. 3.<sup>a</sup>) y encima se echan unos polvos blancos de yeso ú otra materia de esta especie, para que se conozcan las líneas que se han de tirar sobre dicha superficie: se pone un tablon (fig. 4.<sup>a</sup>) vertical de lados *ab, cd* paralelos descansando por las partes *ce, fd* sobre las correderas, quedando la parte *efhg* entre ellas, y como se hallan en un mismo plano horizontal, el lado opuesto de dicho tablon, marcará en la superficie del frente de la pieza una línea horizontal *AB*, (fig. 3.<sup>a</sup>), se divide por medio en el punto *E* y tomados los *C, D* equidistantes de él, haciendo centro en dichos puntos con un mismo é indeterminado radio, se describen dos arcos los cuales se cortarán en el punto *F*: por medio de un perpendicular, y haciendo mover la pieza sobre las lunetas se pone dicho punto y el *C* en una misma vertical y se marca esta en la superficie de la boca que será la *GH*. Se repite la misma operación con esta línea y descritos arcos á uno y otro lado, desde los centros *Y, F* se marcarán los puntos *J, K*

y tirada la  $NO$  de la misma manera que la  $GH$  el punto  $d$  en que se cortan, será el centro de la superficie de la boca, mas no el de la pieza, que por efecto de la fundicion puede estar algo torcida en esta parte. Para determinar pues el centro de la pieza, marcados ya los dos diámetros  $NO, GH$ , que se cruzan en ángulo recto, se pone  $GH$  vertical, y se coloca sobre la pieza una plantilla de madera (fig. 5.<sup>a</sup>) arreglándola por un registro  $lg$  que tiene aquella en la caña, el cual trae de la fundicion, estando construida de modo que descansando verticalmente sobre el primero y tercer cuerpo de la pieza y el encaje pequeño  $a$  sobre el registro, quede paralela á su eje la línea que une los dos centros fijos  $p, m$  marcados uno en cada frente de la plantilla, y haciendo centro en uno de dichos centros que es el punto fijo  $P$  (fig. 3.<sup>a</sup>) el cual debe estar en la misma vertical que  $GH$ , se describe el arco  $QXL$ : se coloca la pieza de modo que el punto  $O$  esté en la parte superior, y que la línea  $ON$  quede vertical; se vuelve á colocar la plantilla como se ha dicho y haciendo centro en el punto  $P$ , se describirá el arco  $TZL$ ; se repite del mismo modo la operacion con los puntos  $H, N$  y se describen los arcos  $TaR, RbQ$ , se tiran las líneas  $TQ, LR$  por los puntos en que se cortan dichos arcos, y el punto  $d$  en que se cortan es el centro de la pieza, que será el mismo que el de la figura del frente cuando esta ha salido bien derecha de la fundicion y suele discrepar muy poco en caso de no ser así. Al mismo tiempo que se ejecuta esta operacion sobre el frente para hallar el centro de la pieza, se hace sobre la muletilla, describiendo los arcos desde el centro  $m$  que se halla en aquel frente de la plantilla, (fig. 5.<sup>a</sup>) y queda determinado el centro de la pieza por esta parte, y por consiguiente los dos extremos del eje de aquella: la (fig. 6.<sup>a</sup>) representa el cabezal  $J$ , y la (7.<sup>a</sup>) la luneta  $N$ , que se coloca en dicho cabezal, la cual tiene distinto hueco segun la parte de la pieza donde ha de colocarse.

382. En este estado se aproxima el caballete de la boca, y se levanta ó baja la pieza en las lunetas por medio de cuñas, que



se colocan entre ella y el cabezal hasta colocarlas de modo que las puntas *n* de la broca (fig. 8.) colocada en los encajes *Y* coincidan con los centros marcados en el frente de la pieza y de la muletilla. Entonces se empieza á abrir el agujero del frente por medio de dicha broca, haciéndola dar vueltas dos operarios por medio de la rueda (fig. 9.) que tiene 8 maniquetas *B* colocada en el cuadrado *O* de la broca, que entra en el *D* de la rueda, mientras otro la comprime y hace adelantar por medio de las roscas *D* del cilindro que avanzan hácia la pieza, haciéndola girar sobre su hembra, valiéndose para ello de una llave palanca pequeña de hierro (fig. 10), que entra en el cuadrado *G* inmediato á la rosca: cuando la broca ha profundizado 14 líneas se hace mayor el diámetro del agujero que ha abierto aquella por medio de un redoblon (fig. 11), el cual le deja de la misma profundidad y de  $15\frac{1}{2}$  líneas de diámetro: en seguida se ejecuta la misma operación con la muletilla, siendo el agujero que se abre en esta de 14 líneas de profundidad y 21 líneas de diámetro para lo cual se hace uso del redoblon representado en la (fig. 12) en lugar del anterior. Se debe tener mucho cuidado de que la broca y redoblon no se inclinen más á una parte que á otra, lo que se conoce viendo si la circunferencia del círculo que describe, es ó no concéntrica con la de otro círculo *MM* (fig. 3.) que se describe haciendo centro en los puntos donde se han cortado los arcos descritos para determinar el centro de la pieza, y cuyo radio es arbitrario.

383. Centrada la pieza se pasa á la máquina de barrenar, montándola por medio del cabriolé sencillo, y colocándola de modo que el espigon del árbol entre en el agujero de la muletilla, engranando sus orejillas en el agris para obligarla á girar sobre su eje, sosteniéndola por la parte de la boca por medio del espigon *A* ( lám. 36) sujeto en la mesa, cuya parte cilíndrica entra en el agujero abierto en aquella. En esta disposición queda la pieza suspendida como en un torno, mientras se hace en todo su frente en la cuchilla *B* un rebajo circular, que se llama el

*collete* para que descansando sobre él en la luneta del chapeton, dé sobre ella la pieza sus revoluciones, dejando libre la boca para que entren las barrenas.

384. Para que las piezas salgan barrenadas con perfeccion se coloca en la máquina de suerte que el punto mas alto del estremo de la mesa inmediata al *crik* que hace adelantar la barrena, quede en una misma línea horizontal con el centro del espigon del árbol en que entra la muletilla del cascabel de la pieza: en seguida, y colocada la muletilla en el agris y espigon, se pone la pieza por el *collete* en la luneta del chapeton, sujetándola sobre ella con el corbatin de hierro, de modo que por esta parte el eje quede 3 líneas 5,9 puntos mas bajo que la horizontal que pasa por el centro del espigon en los cañones de á 24; 2 líneas 10,9 puntos en los de á 16, 12 y 8 largos; 2 líneas 3,9 puntos en los de á 12, 8 y 4 cortos, 4 largos, obuses de á 9 cortos antiguos y morteros cónicos de 14 y 12 pulgadas; 1 línea 1,9 puntos en los obuses de á 7 antiguo, mortero cónico de á 7 y morterete de probar pólvora; 1 línea 6 puntos en el obús corto de 5; 2 líneas en los obuses de á 9 cortos modernos y de á 6½; y 2 líneas 6 puntos en los obuses de á 9 largos. Arreglada la pieza se coloca el trepante sobre un hierro llamado *moza* que descansa sobre la mesa, y se apoya sobre una barra de hierro que se coloca en el encaje que tiene el chapeton; de modo que su corte quede á la altura del centro del agujero abierto con la máquina de centrar.

385. Puesta en movimiento la máquina de barrenar, girá la pieza alrededor de su eje, y el trepante *C* que se hace adelantar por un *crik*, puesto al costado de la mesa y como á la tercera parte de ella, profundiza 3½ pulgadas el agujero que se hizo en la de centrar, formando un hueco cilíndrico de 2 pulgadas 4 líneas de altura que se ensancha con la cuchilla *D* llamada de abrir entradas. En esta disposicion se coloca la primera barrena *E, F* vista de costado, y por la parte superior descansando por el corte en el agujero abierto á la pieza, y apo-

yándose su extremo en una barra que está sobre la mesa la cual llega hasta el crik, arreglando la mesa de modo, que entre el principio de esta y la barrena quede de 2 á  $2\frac{1}{2}$  líneas de distancia, para que así se pueda sujetar con las paletinas y siga las vibraciones de la pieza y no de la mesa, lo que la haría romperse: dicha barrena llega hasta 2 líneas 3,9 puntos del fondo del ánima. En seguida se pasa otra llamada repasador, porque solo sirve para igualar el corte de la anterior, llegando hasta la misma profundidad que ella; á estas sigue la barrena *R,S* con su cuchilla *tnx*, llamada redoblon que tiene el boton *V*, que entra ajustado en el calibre abierto por la anterior; después se usa la *P,Q* que tiene el suplemento *cs*, compuesto de un medio cilindro de madera muy dura, que se llama soleta y sirve para que su filo quede á la altura del diámetro horizontal del ánima: finalmente *N,O* llamada fonda, es la penúltima y penetra hasta la justa medida del ánima, y la última es idéntica á ella con el aumento preciso para dejar el ánima en sus justas dimensiones: concluida de pasar esta, se pule el frente de la pieza y se deja la longitud del ánima exactamente á su dimension. La barrena *T,V'* es la que se usa para abrir los fondos de los obuses y morteretes de probar pólvora. Todas ellas deben ser de hierro de la mejor calidad, y tener sus cortes acerados, con un temple mas ó menos fuerte segun la dureza de los bronce.

386. Barrenada que sea la pieza se pasa á tornearla en la misma posicion para que resulte bien centrada su ánima; esto es con igual espesor de metales en sus diferentes partes. Se principia el torneó desbastando la pieza con cuchillas llamadas cucos, puestas en el estuche de la mesa de tornear, después de desbastada se la dá otra mano con cuchillas mas finas; y por último se pule con cuchillas aun mas finas, todas las que se van adaptando al estuche conforme se van necesitando, remplazándose las unas á las otras. Se tienen plantillas de plancha de cobre, clavadas en una tabla, que representan el perfil de

las piezas por su eje, y con reglas y compases curvos se las deja en sus justas dimensiones; cortándolas las muletillas en la misma máquina. Como la mesa de barrenar se puede apartar del árbol horizontal de la máquina desde la longitud de la pieza mas corta hasta la mas larga, se arregla cada vez que se muda de calibre, y se escoje el correspondiente chapeton de bronce, acomodándole la luneta de modo que el centro de su semicírculo igual al del collete de la pieza, quede en los términos ya dichos.

388. Los morteros cónicos se sitúan en esta máquina por medio de una cruceta de bronce *A* (lám. 35 figs. 1, 2 y 3) que tiene 4 pies derechos en sus cuatro puntas *B*, entre las que se ponen sus mazarotas, y para que no se abran se sujetan con un aro de hierro *C*. Dicha cruceta tiene en la parte opuesta una cabeza *D* con un agujero en medio *E* para que entre el espigon del agris y unas orejillas *F* que se acomodan en este. La mazarota se promedia en dicha pieza, para que su eje corresponda al del árbol de la máquina de barrenar, por medio de unas cuñas de hierro largas, que se introducen por las canales *G*. Al principio de sus ánimas se sujetan con un cilindro de bronce del diámetro de ella *D* (figs. 4 y 5), el cual se introduce por su boca, y tiene un tope *B* que se apoya en el frente del mortero, y un agujero *H* en el centro, en el cual entra el espigon de la (lám. 36) quedando de este modo en disposicion de abrirles el collete para tornearlos y cortarles por último la mazarota: dichos cilindros caso que no ajusten bien á las ánimas de los morteros, se les pone para lograrlo unos suplementos que son tambien de bronce y forman como unos aros.

389. Como por lo difícil que es, el que las ánimas de los morteros cónicos salgan de la fundicion con la exactitud que se requiere, se dejan de menor diámetro del que deben tener, para ponerlas en sus justas dimensiones se usa de una barrena de bronce representada en la (lám. 35) la cual sirve para los

morteros cónicos de á 14, siendo su peso 895 libras, y diferenciándose únicamente la de los de á 12, que pesa 675 libras, en ser más pequeña.

390. Las (figs. 6 y 7.) son las vistas de plano y costado de la barrena, que tiene una plancha de hierro *A*, embutida en ella, sujeta por los tornillos *a*, y sirve para asegurar á la misma el armazon que hace mover la cuchilla. *B* es una pieza de hierro sujeta á la *A* por medio de los tornillos *b*, sirviendo para contener la caja *C* que tiene un rebajo *D*, en el cual entra la cola de la cuchilla, que se sujeta á ella por medio del tornillo *d*; moviéndose toda esta pieza á lo largo de la pieza *B*, con el tornillo roscado *Q*, que la atraviesa por una parte, roscada tambien, y cuyo extremo está sujeto en *g*. En el extremo *E* del tornillo *Q* se adapta otra pieza *E* (fig. 8) que sale fuera de la boca del mortero, haciéndola girar por medio de la llave palanca *F* (fig. 9) que se engrana en el extremo *G*: *H* son dos soletas de madera, vistas por la parte interior y de costado en las (figs. 25 y 26) las cuales se ajustan en la ranura *Y* que hay en los costados de la barrena y sirven para llenar el hueco de la pieza, disminuyendo el peso de la barrena.

391. Estando la caja *C* tocando á la parte *J*, en el rebajo *D* se coloca la cola *M* de la cuchilla *K* (fig. 12) que se sujeta por medio del tornillo *d*: se hace correr dicha cuchilla toda la parte cilíndrica del ánima del mortero, y despues por medio del tornillo roscado, se la hace correr igualmente todo á lo largo del costado *L M* para formar la parte cónica: en seguida que esta cuchilla ha llegado al extremo *N*, se saca la barrena, se quita aquella, y se pone en su lugar la cuchilla *O* (fig. 13) con lo que se repite la misma operacion que con la anterior, y despues se ejecuta lo mismo con la cuchilla *p* (fig. 14).

392. La parte curva que une la parte cónica á la cilíndrica se hace por medio de la cuchilla *Q* (figuras 15 y 16) de las que la primera es el plano y la segunda la vista de costado: se coloca en el agujero *R* de ella la parte inferior *a* de la pieza



*T* (fig. 17) cuyo extremo entra en el agujero *n* de la barrena y el superior *h* se introduce por el agujero *c* de la pieza *S* (fig. 18) vista de plano y (19) de costado, la cual se sujeta á la barrena en los puntos *m*, por medio de los tornillos *v* (fig. 20,) que entran por los agujeros *x* (fig. 18) y se atornillan en *m*, pudiendo por este medio girar alrededor de la pieza *T* que la sirve de eje: dicha cuchilla pasa por debajo del tornillo *Q* y de la barra *B*, y se sujeta por la parte opuesta, por medio de la pieza *z* (fig. 21) vista de plano y costado, la cual se coloca sobre la parte de la caja de la barrena donde está el tornillo *d*, el cual entra por el agujero *h* quedando la parte *f* de la cuchilla debajo de la parte *e* de la pieza *z*, y haciendo dar vueltas al tornillo *Q* se hace adelantar la cuchilla, la cual como gira alrededor del punto *n*, y la pieza *z* se la lleva tras sí con el movimiento del tornillo, vá describiendo un arco, y por consiguiente haciendo la parte curva: la pieza *g* (fig. 22) es la vista de plano y de costado, de la llave palanca que sirve para apretar los tornillos pequeños de la barrena.

393. El fondo de la recámara, que es lo primero que se trabaja en estas piezas, se hace por medio de la cuchilla representada en las (figs. 23. y 24.) de la (lám. 35.) siendo la fig. 23 el plano y la 24 la vista de costado. En ellas, *A* es la cuchilla cuyo corte ó filo es *B C*, que es con el que se hace el fondo de la recámara: *D*, *E* son dos tornillos con que se sujeta á la cuchilla *A* la soleta de hierro *F* que sirve para llenar la parte curva de la pieza: *G* es la cola que tiene la cuchilla, por medio de la cual se une á la barra que se coloca sobre la mesa de barrenar, la que entra por debajo de dicha cola, apoyándose en el rebajo *H*, y sujetándose una pieza á otra por medio de dos tornillos que pasan por los agujeros *K* situados en la cola.

394. La barrena para los morteros cónicos de á 7 es diferente de la de los de á 14 y 12, pues es de una sola pieza, con la que se hace á la vez: el fondo, el cono, y la parte cilíndrica, se halla representada de plano en la (fig. 25. de la lám. 35.) sien-

do la (fig. 26) la vista de costado de la misma. *A* es la cuchilla, que tiene filo desde *E* hasta *C*, sirviendo la parte *E D* para hacer el fondo de la recámara; *B D*, para la parte cónica y *B C*, para la parte cilíndrica del ánima: *F, F* son dos agujeros por donde entran los tornillos, que sujetan por debajo la soleta *K*, que es de madera, y llena la parte hueca del mortero; y *H* es la cola de la barrena, con sus dos agujeros *G G*, por donde pasan los tornillos que la sujetan á la barra que está sobre la mesa de barrenar, la cual entra por debajo de dicha cola y se apoya en el rebajo *L*.

1	80	72	7	4	4 corto
1	48	80	8	10	10
1	40	80	8	12	12 largo
3	40	41	8	12	12 corto
3	38	41	8	8	8 largo
3	33	38	3	8	8 corto
3	32	40	3	4	4 largo
1	23	38	2	4	4 corto
					<b>MORTEROS CÓNICOS</b>
1	50	40	7	14	14
1	40	38	7	12	12
3	18	10	3	7	7
					<b>OBUSES</b>
0	78	72	8	9	9 largo
3	40	60	7	9	9 corto moderno
1	41	60	7	9	9 corto antiguo
3	60	80	4	7	7 largo
3	16	31	3	7	7 corto
3	18	37	3	6	6
3	20	34	1	5	5 corto
3	30	80	3	3	Mortero de prop. pólvora

**Tabla del tiempo y caballerías que se emplean en las operaciones siguientes.**

	Horas de corte de mazaretas.	Horas de barrenos.	Horas de torno.	Caballerías.
<b>CAÑONES.</b>				
24.....	7	72	66	4
16.....	5	50	46	4
12 largo.....	5	50	40	4
12 corto.....	5	44	40	3
8 largo.....	5	44	38	3
8 corto.....	3	38	33	3
4 largo.....	3	40	32	3
4 corto.....	2	28	23	4
<b>MORTEROS CÓNICOS.</b>				
14.....	»	40	50	4
12.....	»	35	40	4
7.....	»	10	15	3
<b>OBUSES.</b>				
9 largo.....	8	72 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	76	6
9 corto moderno.....	7	60	40	5
9 corto antiguo.....	7	60	41	4
7 largo.....	4	80	60	3
7 corto.....	3	31	16	3
6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .....	2	57	46	3
5 corto.....	1	34	29	3
Mortere de probar pólvora.	2	89	20	3

395. Adviértase que en los morteros cónicos el corte de la mazarota pertenece al torno, cuando se arreglan sus culotes. Igualmente el número de caballerías que espresa la tabla, es el preciso para mover la máquina; mas como se mudan de 3 en 3 horas, se hace necesario contar con un número doble.

TABLA de las barrenas que se pasan á las piezas para abrirlas las recámaras y ánimas.

CAÑONES.	RECAMARA.							ÁNIMA.								
	Primera barrena.	De repaso.	Primer redoblen.	De sacar el boton.	Segundo redoblen.	Fondan.	Última.	Primera barrena.	De repaso.	Primer redoblen.	De sacar el boton.	Segundo redoblen.	Fondan.	Última.	De hacer el fondo.	De bronce.
24. . . . .	33	33	33	33	33	33	33	4	4	4	4	4	4	4	33	33
16. . . . .	33	33	33	33	33	33	33	4	4	4	4	4	4	4	33	33
12 largo. . . . .	33	33	33	33	33	33	33	4	4	4	4	4	4	4	33	33
12 corto. . . . .	33	33	33	33	33	33	33	4	4	4	4	4	4	4	33	33
8 largo. . . . .	33	33	33	33	33	33	33	4	4	4	4	4	4	4	33	33
8 corto. . . . .	33	33	33	33	33	33	33	4	4	4	4	4	4	4	33	33
4 largo. . . . .	33	33	33	33	33	33	33	4	4	4	4	4	4	4	33	33
4 corto. . . . .	33	33	33	33	33	33	33	4	4	4	4	4	4	4	33	33
Morteros cóncavos. . . . .	33	33	33	33	33	33	33	4	4	4	4	4	4	4	33	33
12. . . . .	33	33	33	33	33	33	33	4	4	4	4	4	4	4	33	33
7. . . . .	33	33	33	33	33	33	33	4	4	4	4	4	4	4	33	33
9 largo. . . . .	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	33	33
9 corto moderno. . . . .	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	33	33
9 id. antiguo. . . . .	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	33	33
7 largo. . . . .	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	33	33
7 corto. . . . .	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	33	33
6 1/2. . . . .	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	33	33
5 corto. . . . .	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	33	33
Mortete de probar pólv. <sup>a</sup>	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	33	33



Adviértase que las 5 barrenas que se pasan al morterete son todas de desbaste, y que su soleta es de hierro.

396. Barrenada la pieza y torneados sus cuerpos se pasa á la máquina de tornear muñones, representada en las (láminas 37 y 38) en las cuales se ven el plano, perfil y elevaciones de sus dos costados.

Dicha máquina recibe su movimiento del mismo árbol que la de barrenar, á cuyo costado se halla colocada, y para lo que hay en el extremo de él, una rueda de madera, á cuya circunferencia se adapta una correa para ponerla en comunicacion con la referida máquina.

La pieza *q* cuyos muñones se quieren tornear, se coloca con las asas hácia abajo sobre los tornillos *r* de modo que el eje de su ánima quede horizontal, lo que se consigue elevando ó bajando los referidos tornillos que se hallan en la parte inferior de los cabezales *s s* y que el de los muñones esté en la misma línea que los espigones *t* (fig. 8.) teniendo cuidado de poner entre los tornillos y la pieza, las señaladas en la (fig. 9.) para evitar que aquellos la maltraten. Los cabezales *s s* pueden aproximarse y separarse, segun la longitud de la pieza, por medio de los piñones 1 que engranan sus dientes en las barras dentadas 2, sujetas á la placa 3 ( lám. 39) sobre la cual está montada la máquina, y para evitar las vibraciones en las piezas largas se atraviesan por los puntos 23 las barras representadas en la (fig. 15).

Los cabezales 4, 4 que sostienen los árboles horizontales *m l* tambien se pueden aproximar y separar segun el calibre de la pieza, sujetando á la placa tanto estos como los *s s* por medio de los tornillos 5, 7 cuyas cabezas estén por la parte inferior de las canales 6 de aquella.

Colocada la pieza en la posición conveniente y puesto en movimiento el árbol que lo dá á la máquina de barrenar, gira la rueda de madera que tiene á su extremo, y por medio de la correa *a* se mueve el tambor *b* y por consiguiente el piñon *c*

sujeto al mismo eje *de*. Dicho piñon mueve la rueda *f* la cual comunica su movimiento al eje *gh*, con el que se mueven los piñones *y* que hacen dar vueltas á las ruedas *k*, estas hacen girar los árboles *ml*, al estremo de los cuales se adaptan las piezas *n* que dan vueltas con aquellos, y en cuyos brazos *p* están las cuchillas *o* por medio de las cuales se dejan los muñones arreglados á sus justas dimensiones.

Los árboles *ml* y por consiguiente las piezas *n* donde están las cuchillas, se adelantan por medio de las ruedas dentadas 10, sujetas á aquellos, las cuales mueven las 11 del mismo diámetro que ellas, y estas las 12, á cuyos extremos 13 están las piezas 14, vistas de frente y costado en la (fig. 6) que tienen las lengüetas 16 (fig. 7) las cuales descenden obligadas á ello por el movimiento de las piezas 14; y al elevarse se engranan dichas lengüetas en los dientes de las ruedas 17 y las hacen girar, y por consiguiente los tornillos 18 que las sirven de eje, y se hallan sujetos á su centro, los cuales estando enroscados en las tuercas interiores que tienen los árboles *ml* en los extremos *m*, los hacen adelantar como igualmente las piezas *n*, á fin de que las cuchillas puedan formar toda la longitud de los muñones y contramuñones.

Para que las ruedas 17 no pierdan su posición y por consiguiente no puedan retroceder los árboles *ml* al descender las lengüetas 16, se hallan colocadas al lado opuesto á estas, otras 15 que por medio del diente que tienen en su estremo y que engrana en los de aquellas las impiden que se vuelvan hácia atrás.

Como el empuje de las lengüetas 16 no es continuo, tampoco lo es el movimiento de traslación de los árboles *ml*; por consiguiente las cuchillas *o* no trabajan cuando aquellas descenden y las ruedas 17 quedan paradas, así que se pierde parte del tiempo de trabajo, siendo éste una mitad en esta máquina.

Las cuchillas *o* vistas de costado y frente en la (fig. 5) son

de varias clases, teniendo unas sus cortes en el frente, para hacer los de los muñones y contramuñones y otras en el costado para las partes convexas de los mismos; oprimiéndola para ello, con los tornillos 9 que tienen los brazos  $p$  de las piezas  $n$  por la parte exterior.

Las (figs. 10 y 12) son las piezas 19 y 20 colocadas en los ejes  $gh$  y 12 que sirven para parar el movimiento de los árboles por medio de las palancas (fig. 11), sin tener para ello que detener toda la máquina.

En ella se tornean también las muñoneras de las gualderas para los afustes de los morteros. Para ello se colocan convenientemente dos de ellas en la referida máquina, substituyendo en el árbol  $ml$  la pieza  $n$  con la 25 vista por sus costados, planos y perfil en las (figs. 16, 17, 18, 19 y 20); ejecutando el torneó lo mismo que el de los muñones de las piezas.

397. Como en el segundo cuerpo de las piezas no se pueden torneare las asas ni la zona en que están, y lo mismo suceda en los morteretes de probar pólvora, en los que no se puede apenas torneare más que el collete, por impedir la plancha que se aproxime la mesa de torneare mas abajo, se transportan todas las piezas, después de torneadas, en cuanto se puede, al taller de escarpa, en donde se sitúan atravesadas en un foso rectangular ó batida, abierto en el suelo, de 54 pies de largo, 5 de ancho y  $1\frac{1}{2}$  de profundo; el cual está forrado de madera, y tiene en cada uno de sus lados mayores sobre el nivel del piso, un madero, de 1 pie de ancho y  $7\frac{1}{2}$  pulgadas de alto el de delante, y 1 pie de ancho y 5 pulgadas de alto el de atrás; los cuales en sus extremos forman un plano inclinado para que entren y salgan las piezas con facilidad; el escarpador se coloca dentro de dicho foso para trabajar la pieza, y el majador sobre un tablon que se atraviesa en aquel, paralelo al cañon: los morteros se colocan sobre bancos mozos. Puestas las piezas de esta manera, se desbastan, pulen y arreglan las partes que no se han podido torneare, por medio de pulicanes, tajaderas y mazos; y finalmente

el mismo escarpador con cinceles, limas y rascadores las dejadas tersas, iguales y arregladas á dimensiones por todas sus partes, y en disposicion de abrirlas el fogon.

398. Fundidos los cilindros de cobre como se ha dicho, se batan en frio colocándolos en un yunque que tiene la figura de una media caña, sobre el que se golpean con dos machos de hierro: en seguida se cortan con una sierra de hoja de muelle, dándoles la longitud correspondiente segun el calibre para que hayan de servir, la cual es de 10 pulgadas 3 líneas para los cañones de 24: en seguida se les abre el fogon en su eje por medio de un taladro que se mueve con un arco de ballesta, comprimiendo la broca con un crik, hácia el grano que está fijo en una caja rectangular, con cuñas de madera y una paletina encima, siendo el diámetro del taladro distinto segun el calibre. Despues se le hace el cuadrado en una de sus cabezas por medio de la sierra, arreglándolo al hueco del volvedor, llamado *maneral*; este cuadrado es idéntico para todos los calibres, siendo su diagonal el diámetro del grano, y su altura 1 pulgada y 3 líneas. En seguida se tornea en un torno de rueda bajo el centro del fogon, haciéndole dos cilindros, el primero que ocupa la parte opuesta del cuadrado tiene 1 pulgada 7 líneas de diámetro y 1 pulgada 3 líneas 6 puntos de longitud: el segundo que está á continuacion de este, tiene 1 pulgada 9 líneas 10 puntos de diámetro y su longitud depende del calibre para que se destine, siendo de 5 pulgadas 11 líneas para el de á 24. En esta parte, que es donde unicamente se abre la rosca, se hace esta por medio de una terraja de acero llamada de abrir roscas, firme en un potro de madera, aplicando la fuerza de dos hombres al volvedor ó *maneral*, que es una palanca de hierro de dos brazos largos, con un agujero cuadrangular en su mitad para que entre el dado, haciéndola dar vueltas hasta que la rosca tome filo; siendo su longitud para este calibre de 5 pulgadas, 5 líneas, 4 puntos. En seguida, se coloca en el torno y se tornea la parte cilíndrica de la cabeza que está entre la rosca y el cuadrado, la que viene á te-

ner 1 pulgada 8 líneas de largo y 2 pulgadas 2 líneas de diámetro; despues se hace el cilindro que está por bajo de la rosca, el cual tiene 1 pulgada 7 líneas 3 puntos de diámetro y 4 líneas 6 puntos de alto, al que los operarios llaman segundo cono, concluyendo con hacer el primer cono que es el que forma el extremo del grano, el cual tiene 1 pulgada 5 líneas 7 puntos de diámetro mayor, 1 pulgada 3 líneas 5 puntos de diámetro menor, y 1 pulgada 4 líneas 6 puntos de alto.

399. Las hembras correspondientes á estos granos se abren en las piezas por medio de la máquina fija de roscar (lám. 40). Para ello, situadas las piezas sobre los durmientes con las asas hácia arriba y de nivel la línea superior de los muñones, se coloca en el espesor de metales de la boca de su ánima una cruceta de madera, en la que están marcadas dos líneas que se cruzan en ángulos rectos de las cuales puesta una vertical por medio de la plomada, queda la otra horizontal, y en disposicion de que puedan señalarse por medio de un punto hecho con un puntero. En la superficie de la pieza, inmediato á las molduras del principio del primer cuerpo, y sin variarla de posicion, se coloca un nivel de peso de modo que sus dos piernas descansen precisamente en la circunferencia de un solo círculo, y que la seda de la plomada coincida con la línea que divide el nivel por medio: se señala con toda exactitud el punto que marca en la pieza el centro de dicha plomada, y de un modo semejante otro  $4\frac{1}{2}$  pulgadas distante de aquel hácia la boca, y tirando por ellos una recta, que prolongada debe pasar por la vertical del frente de la pieza, se tendrá la línea en que ha de estar el centro del fagon.

88	0	1	118	8	1				
83	3	3	87	11	"				
87	11	"	88	8	"				



**TABLA** de las distancias que hay que tomar en las líneas marcadas sobre la superficie de las piezas cuyos fogones son oblicuos, desde el punto en que el plano del fondo de la recámara prolongado, corta dichas líneas, hácia la parte de la culata y boca para marcar la inclinacion que deben tener dichos fogones.

	Distancia que debe tomarse hácia la parte de la culata.			Idem que debe tomarse hácia la parte de la boca.		
	Pulg.	Líns.	Punt.	Pulg.	Líns.	Punt.
<b>CAÑONES.</b>						
12 corto.....	»	9	6,0	»	6	2,0
8 id.....	»	7	5,0	»	5	»
4 id.....	»	6	3,0	»	4	7,0
<b>OBUSES.</b>						
9 largo.....	2	2	5	»	11	»
9 corto moderno.....	1	»	»	»	6	»
9 corto antiguo.....	»	»	»	»	»	»
7 largo.....	»	9	»	»	6	»
7 corto.....	»	7	6,0	»	3	9,0
6½ sin recámara.....	»	6	9,0	»	6	9,0
6½ con recámara.....	»	»	»	1	2	2,0
5 corto.....	»	»	»	»	11	»
<b>MORTEROS CÓNICOS.</b>						
14.....	1	8	11,8	4	6	2,5
12.....	»	11	7,8	3	5	4,6
7.....	»	3	5,9	»	11	7,8

**T**ABLA de las dimensiones de los granos de cobre para las piezas de artillería; de los diámetros de los fogones, y de las distintas partes en que se divide el grano.

CAÑONES.	DIMENSIONES TOTALES DEL GRANO.		DIÁMETRO DEL FOGON.	1.º TORNEO DEL GRANO Ó DE DESBASTE.								2.º TORNEO PARA DEJAR CORRIENTE EL GRANO.											
	Longitud.	Diámetro.		CUADRADO DE LA CABEZA DEL GRANO.		CILINDRO QUE SE TORNEA EN EL ESTREMO OPUESTO AL CUADRADO DE LA CABEZA DEL GRANO.		CILINDRO INMEDIATO AL ANTERIOR.		LONGITUD DE LA ROSCA.	CILINDRO QUE SE TORNEA POR LA PARTE SUPERIOR DE LA ROSCA HACIA LA DEL CUADRADO.		CILINDRO ENTRE LA ROSCA Y EL CONO DEL GRANO.		CONO DEL ESTREMO DEL GRANO.								
				Diámetro.	Altura.	Diámetro.	Altura.	Diámetro.	Altura.		Diámetro.	Altura.	Diámetro.	Altura.	Diámetro mayor.	Diámetro menor.	Altura.						
	Pulg. Lins. Punt.	Pulg. Lins. Punt.		Pulg. Lins. Punt.	Pulg. Lins. Punt.	Pulg. Lins. Punt.	Pulg. Lins. Punt.	Pulg. Lins. Punt.	Pulg. Lins. Punt.	Pulg. Lins. Punt.	Pulg. Lins. Punt.	Pulg. Lins. Punt.	Pulg. Lins. Punt.	Pulg. Lins. Punt.	Pulg. Lins. Punt.	Pulg. Lins. Punt.	Pulg. Lins. Punt.	Pulg. Lins. Punt.					
24.....	10 3 »	2 6 »	3 2	2 6 »	1 3 »	1 7 »	1 3 6	1 9 10	5 11 »	5 5 4	2 2 »	1 8 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
16.....	9 1 6	2 6 »	3 1	2 6 »	1 3 »	1 7 »	1 3 6	1 9 10	4 9 »	4 3 6	2 2 »	1 8 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
12 largo.....	8 4 »	2 6 »	3 »	2 6 »	1 3 »	1 7 »	1 3 6	1 9 10	4 »	3 6 »	2 2 »	1 6 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
12 corto.....	7 7 »	2 6 »	3 »	2 6 »	1 3 »	1 7 »	1 3 6	1 9 10	3 4 »	2 10 »	2 2 »	1 3 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
8 largo.....	7 5 »	2 6 »	2 11	2 6 »	1 3 »	1 7 »	1 3 6	1 9 10	3 5 6	2 11 4	2 2 »	1 3 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
8 corto.....	6 3 »	2 6 »	2 11	2 6 »	1 3 »	1 7 »	1 3 6	1 9 10	2 9 6	2 3 6	2 2 »	11 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
4 largo.....	5 9 »	2 6 »	2 10	2 6 »	1 3 »	1 7 »	1 3 6	1 9 10	2 5 2	1 11 »	2 2 »	8 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
4 corto.....	5 6 »	2 6 »	2 10	2 6 »	1 3 »	1 7 »	1 3 6	1 9 10	2 3 »	1 8 9	2 2 »	8 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
<b>OBUSES.</b>																							
9 largo.....	11 6 »	2 6 »	3 2	2 6 »	1 3 »	1 7 »	1 3 6	1 9 10	7 1 »	6 6 5	2 2 »	1 8 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
9 corto moderno.....	9 7 »	2 6 »	3 2	2 6 »	1 3 »	1 7 »	1 3 6	1 9 10	5 2 6	4 8 6	2 2 »	1 8 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
9 corto antiguo.....	11 7 »	2 6 »	3 2	2 6 »	1 3 »	1 7 »	1 3 6	1 9 10	6 7 »	6 1 1	2 2 »	2 2 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
7 largo.....	7 7 »	2 6 »	2 11	2 6 »	1 3 »	1 7 »	1 3 6	1 9 10	3 4 9	2 10 6	2 2 »	1 6 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
7 corto.....	7 8 »	2 6 »	2 11	2 6 »	1 3 »	1 7 »	1 3 6	1 9 10	2 11 »	2 6 »	2 2 »	1 6 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
6½ con recámara.....	6 1 »	2 6 »	2 7	2 6 »	1 3 »	1 7 »	» 10 »	1 9 10	2 9 »	2 3 6	2 2 »	1 1 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
6½ sin ella.....	6 1 »	2 6 »	2 7	2 6 »	1 3 »	1 7 »	» 10 »	1 9 10	2 8 6	2 3 »	2 2 »	1 1 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
5 corto.....	3 6 »	1 7 6	2 11	1 7 6	1 »	» 11 »	» 6 »	1 » 6	1 5 »	1 3 6	1 6 »	9 »	» » »	» » »	» 10 10	» 10 2	» 6 »						
<b>MORTEROS CÓNICOS.</b>																							
14.....	10 4 »	2 6 »	3 2	2 6 »	1 3 »	1 7 »	1 3 6	1 9 10	5 6 »	5 » »	2 2 »	2 3 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
12.....	9 5 »	2 6 »	3 2	2 6 »	1 3 »	1 7 »	1 3 6	1 9 10	4 8 »	4 2 »	2 2 »	2 3 »	1 7 3 »	4 6	1 5 7	1 3 5	1 4 6						
7.....	4 » »	1 7 6	2 11	1 7 6	1 »	» 11 »	» 6 »	1 » 6	1 9 »	1 8 6	1 6 »	2 »	» » »	» » »	» 10 10	» 10 2	» 6 »						
Morterete de probar pólvora.	4 » »	1 7 6	1 6	1 7 6	1 »	» 11 »	» 6 »	1 » 6	1 3 »	1 2 »	1 6 »	2 »	» » »	» » »	» 10 10	» 10 2	» 6 »						





400. Inspeccionando en la tabla anterior los diámetros de los fogones se verá que el de los cañones de 24, morteros cónicos de 14 y 12 pulgadas y obuses de 9 largos y cortos, siendo el mismo, solo difiere del de el cañón de 16 en un punto y del de los cañones de 12 largos y cortos, que tambien son iguales, en dos puntos. Que el diámetro del de los cañones de 8 largos y cortos, obuses de 7 tambien largos y cortos, mortero de este mismo calibre y obus de 5 corto, siendo igual, solo difiere del de los de 4 largos y cortos, que tambien son iguales, en un punto, y de los obuses de  $6\frac{1}{2}$  con recámara y sin ellos, que son iguales, en cuatro puntos.

401. Por poco que se reflexione sobre la desigualdad que se encuentra en los fogones de las piezas, se conocerán los inconvenientes que ocasiona en su servicio, pues construyéndose una clase de estopines para cada clase de piezas, cuyos fogones tienen distintos diámetros, puede suceder que se equivoquen los artilleros al usarlos y por consiguiente que se retarde el fuego de la pieza; y aun sin este motivo si por casualidad se concluyen los estopines de uno de los calibres inferiores no se podrá hacer uso de los de mayor diámetro; así que sería mas ventajoso hacer que el de todos fuese igual, y cuando no se quisiese así, porque se podría objetar que entre el fogon del menor diámetro que es el de los obuses de  $6\frac{1}{2}$  y el del mayor que es el del cañón de 24, hay una diferencia de siete puntos, se podrían hacer de un mismo diámetro, y que este fuera el del cañón de 24, los de todas las piezas de plaza como son cañón de 24, 16, 12, 8, 4 largos, obuses de 9 largos y cortos, y morteros cónicos de á 14, 12 y 7; y de otro diámetro el de las piezas de campaña, como son cañones de 12, 8 y 4 cortos, obuses de  $6\frac{1}{2}$  con recámara y sin ella, de 7 largos y cortos y de 5 tambien corto.

402. No se habla del morterete porque siendo una pieza particular que tiene por objeto conocer la fuerza de la pólvora, necesita la mayor exactitud en las dimensiones que le están asignadas, por lo que debe continuar su fogon con el mismo diámetro con que se ha construido hasta aquí.

403. El fogon se señala por medio de una regla que tiene marcada exactamente la longitud del ánima y recámara, y colocada horizontalmente sobre la línea arriba dicha, de modo que uno de sus puntos se halle rasante al plano de la boca, señalará el otro el fondo de la recámara, y de consiguiente tomando desde él una distancia igual al radio del fogon se tendrá su centro.

404. En seguida se hace girar la pieza X (lám. 40) sobre su eje de modo que la horizontal tirada en el plano de su boca, quede vertical: en esta situacion se señala en la parte superior una segunda línea del mismo modo que la primera. Se toma con un compás la distancia del centro del fogon ya marcado, á la moldura mas inmediata, y con esta misma abertura aplicada desde la misma moldura á la segunda línea trazada, se marca otro punto que estará á igual distancia de la boca. Hecho esto se lleva la pieza al pavimento  $J J' J'' J'''$  (fig. 1) que consta de canales  $P$  y bragas  $Q$  de hierro á semejanza de las mesas de barrenar; se acerca la pieza sobre sus durmientes, hasta que se halle á distancia suficiente de la máquina para que la rueda  $A$  (fig. 1 y 2) con su árbol pueda caminar hácia ella por lo menos tanto como debe profundizar el taladro: para lo cual está abierto en el terreno el espacio  $B B' B'' B'''$  guarnecido de gruesos marcos de madera  $CC' C'' C''' C''''$ . Se observan para su colocacion las atenciones siguientes: 1.<sup>a</sup> que su ánima quede horizontal, lo cual se ejecuta por medio de una plomada, haciendo que coincida con ella la vertical marcada en el plano de la boca, y que este toque al hilo de aquella: 2.<sup>a</sup> que colocado el puntero (fig. 4) por su espiga  $a$  en la caja  $Y$  y arrimándole á la pieza, se introduzca en el fogon: 3.<sup>a</sup> que los dos puntos marcados en ella, queden en el mismo plano vertical que los dos árboles de la máquina y la rosca guía  $E$ , lo que se consigue poniendo un hilo sujeto en el punto céntrico de la máquina y en el superior de la pieza, moviendo esta hasta que la vertical marcada por una plomada arrimada al hilo, pase por el cen-



tro del fogon señalado y por consiguiente por la punta del puntero. En esta disposicion se afirma la pieza con los tornillos fijos *L*, y los movibles *M* que oprimiendo con la paletina *O* la pieza y cuñones de madera *N*, la mantienen en una posicion fija.

403. El sistema que acabamos de describir para abrir la rosca en las piezas, es el que se ejecuta ó sigue cuando el fogon es vertical, ó perpendicular al eje de la pieza; pero si fuese oblicuo se marca su inclinacion, cuidando que la prolongacion del eje de los dos árboles forme con el de la respectiva pieza un ángulo igual al de su inclinacion. Para esto, marcados los puntos que determinan el fondo de la recámara, como ya se ha dicho, se toma en la plantilla al natural de la pieza, la distancia que hay desde el punto en que el fondo de la recámara prolongado corta la línea superior del espesor de metales, al centro del fogon, y tomando una igual desde el punto marcado en la superficie de la pieza hácia la culata, se tendrá el centro del fogon: se toma en la misma plantilla la distancia que hay en el eje de la pieza desde el fondo de la recámara, al punto donde el eje del fogon prolongado corta el de la pieza, y esta se toma ó marca en la segunda línea tirada en la superficie de la pieza desde el punto que marca el fondo del ánima hácia la boca: determinados estos dos puntos y haciendo que estén en un plano vertical con el eje del árbol de la máquina por una operacion idéntica á la que hemos descrito anteriormente, se dará al taladro la inclinacion que debe tener para que el eje del fogon y el de la pieza formen el ángulo que deben; los cañones de 24, 16, 12, 8 y 4 largos, obuses cortos de 9 pulgadas y morterete de probar pólvora, tienen el eje del fogon perpendicular al eje del ánima: los cañones de 12, 8 y 4 cortos, obuses de 9 largos y 9 cortos modernos, de  $6\frac{1}{2}$  con recámara y sin ella de 7 largo y corto y de 5 corto, igualmente que los morteros cónicos de 14, 12 y 7 lo tienen inclinado con respecto al dicho eje.

406. Se principia la operacion introduciendo el trepante

(fig. 5.) en la caja *Y* por su espiga *b* de modo que la punta de su corte toque al centro del fogon: un peon lo aprieta dando vueltas á la cruceta *F* del árbol de la guia que hace andar el cabezal *D* por las canales *G* que atraviesan todo el espesor del marco, forradas de planchas de hierro para su mas justa direccion; y para seguir por dichas canales con la precisa holgura tiene los pernos *b* oprimidos con cuñas *e* en la parte superior y asegurados con tuercas *f* en el extremo inferior (figs. 1 y 2): el cabezal de bronce *D* fijo por el perno *a* contiene la tuerca de la guia, y por consiguiente empuja el árbol *H*. Otros dos peones hacen girar la rueda *A* sobre sus cabezales *B''*, *B'''*, obrando de acuerdo con el de la cruceta; y resulta que participando el trepante de dos movimientos uno de avance y otro circular, penetra en el espesor de metales hasta que lo taladra enteramente, en cuyo caso haciendo retirar el árbol se saca dicho trepante, y el obrero coloca en su lugar el redoblon primero (figura 6), que introduce como unas dos pulgadas repitiendo la maniobra anterior; siguen á este el redoblon chico (fig. 7) y la media caña chica (fig. 8) que llegan hasta el ánima; la media caña grande (fig. 9) que pára antes de llegar á ella en la parte donde debe principiar el cono; la media caña (fig. 10) para formar este; el mandril (fig. 11), que perfecciona todo el taladro; y ultimamente el redoblon grande (fig. 12) que solo profundiza cuatro líneas, para formar el rebajo en que se ajusta la cabeza ó corona del grano.

407. Finalizado el taladro los árboles de la máquina se enlazan por medio del cuadro (fig. 3) que abraza sus espigas *r* (fig. 1) atravesándolas con dos clavijas de hierro para que ambas puedan obrar como si formasen una sola pieza: hecho esto se introduce en la caja *Y* la nuez con su cuchilla (fig. 13) de modo que su espiga cuadrangular entre bien ajustada en la mortaja de la misma figura abierta en dicha caja, y se asegura por medio de un pasador. La cuchilla se ajusta en una escopleadura abierta en la nuez, y en disposicion de que al pasarla

por el taladro la primera vez no haga mas que marcar la rosca. 408. En este estado dos ó tres peones aplicados á las maniquetas de la rueda *A* la hacen girar y los dos árboles alrededor de su eje, y como la rosca *E* vá saliendo sucesivamente del cabezal *D*, resulta que tanto los dos árboles como la nuez unida á ellos participan de los dos movimientos arriba citados, por medio de los cuales marca la cuchilla dentro del taladro una espiral que es el principio de la rosca. Para continuar la maniobra se retira la nuez del taladro, haciendo girar la rueda *A* inversamente, se eleva la cuchilla poniendo debajo de ella en el fondo de la escopleadura de la nuez una planchita de hoja de lata, y volviendo á andar la rueda como al principio se hace entrar de nuevo la cuchilla en el taladro para profundizar la rosca. Se repiten estas operaciones hasta que tenga sus debidas dimensiones; y por último se introduce el repasador (fig. 14) con que se concluye.

409. Sacada la pieza de la máquina se sujeta sobre el terreno y se introduce el grano con el volvedor hasta dejarle en su debido lugar: despues se coloca con su ánima horizontal sobre unos durmientes y se le corta ó iguala el sobrante de la parte interior por medio de una barrena que entra justa hasta su fondo ( lám. 35 fig. 27) compuesta de un cilindro de bronce *A*, llamado nuez ó mazorca, de un diámetro un poco menor que el de la pieza, en cuyo frente tiene una cuchilla *B* de acero, del justo calibre del cañon: á la parte opuesta de la cuchilla tiene una tuerca, en la que se atornilla la rosca del extremo *D* de la barra de hierro *C*, que se apoya por el extremo opuesto á ella *G*, en el frente del tornillo de un caballete igual á los de la máquina de centrar, el cual se sujeta al terreno tambien con tornillos. La barra tiene á la inmediacion de dicho extremo un cuadrado *F* dondè entra el *M* de una rueda de madera *H* (figura 28) con 7 maniquetas *L*, por medio de la que se hace dar vueltas á la barrena, que se la obliga á adelantarse dando vueltas á la rosca del cilindro que está en el caballete: para que la

barra *C* se mantenga en dirección del eje de la pieza, se pone en la boca de esta un cilindro de madera *E* del mismo calibre del ánima el cual tiene un agujero en el centro por el que pasa la barra. La parte exterior del grano se corta con la sierra y se concluye con la lima.

410. Adviértase que á los morteros cónicos se abren los fogones en los mismos bronce, sin hacer uso de los granos de cobre, pues se ha observado que siendo la liga de mas tenacidad por la menor cantidad de estaño, no se ensanchan tan pronto como los de las demas piezas: para abrirlos se marca su inclinacion lo mismo que en los cañones, y después se coloca en el suelo sobre su muñon, valiéndose para abrirles el fogon, de un caballete que tiene un cruk horizontal, el cual hace adelantar la broca, á la que se dá movimiento por un arco de ballesta pequeña movida por dos hombres.

411. Cuando los morteros se inutilizan por haberse ensanchado demasiado sus fogones, se les habilita de nuevo poniéndoles granos de cobre como á las demas piezas de artillería.

412. Concluida la operacion que se acaba de explicar, se sitúan las piezas sobre el durmiénte de una batida mas pequeña que la de escarpar, que tiene 18 pies de largo, 5 de ancho y  $1\frac{1}{2}$  de profundo, siendo aquel de 1 pie de ancho y  $\frac{1}{2}$  de alto, y estando sobre el suelo del edificio y esta abierta en el piso, dentro de la cual se sitúan los grabadores, quienes graban la cifra del nombre del Rey con algunos adornos en la parte superior de la pieza mas arriba del fogon: sobre la faja alta de la culata graba el número de la pieza, y el dia, mes y año de la fundicion; el nombre con que se la quiere distinguir lo graba en una faja volante próxima al collarin; en el muñon derecho su peso en libras, en el izquierdo la especie de metales de que está compuesto; y en el frente de la boca el calibre de la pieza. Cuando en la fundicion hay varias piezas concluidas, se pasa á reconocerlas y probarlas de lo que se tratará en el número siguiente.

## Número 4.º

### *Del reconocimiento y pruebas de las piezas de artillería.*

413. **E**n las Reales ordenanzas de 1728, libro IV, título 8.º, se espresaba el método con que S. M. mandaba se reconociesen ó probasen las piezas de artillería. Posteriormente se espidieron otras ordenanzas para el mismo efecto; habiendo regido hasta hace poco, la instruccion inserta en el reglamento 8.º de la ordenanza del cuerpo de 1802, que comprende 33 artículos desde el 184 hasta el 216 ambos inclusives; pero por posteriores Reales órdenes, se han alterado las disposiciones de la mayor parte de dichos artículos, y así se ejecutan actualmente las pruebas segun se previene en la Real orden de 28 de Julio de 1830, en la cual se fijan dos disparos para cada pieza, apuntando los cañones por la horizontal, cebándolos con



estopin, y siendo la carga de pólvora la mitad del peso de la bala. En los morteros la carga de pólvora ocupa toda la cavidad de la recámara, se ceban con estopin, y se hacen dos disparos por 45.º de elevacion llenando las bombas de tierra, que se promediarán bien y se sujetarán con listones delgados de madera. Con los obuses se hacen otros dos disparos con toda la pólvora que quepa en sus recámaras, apuntados por 15.º de elevacion, y llenando las granadas de tierra.

414. El reconocimiento y pruebas de las piezas se dirijen á dos objetos diferentes: por el primero se vá á examinar si tienen las dimensiones que se exigen, y si están exentas de defectos superficiales y esterióres: y por las pruebas se procura averiguar si los metales tienen la consistencia y demas propiedades que se requieren; no sea que por fraude de los operarios no estén aligados en la proporcion que deben ó que por descuido ó accidente la fundicion sea de mala calidad: lo que puede depender de haber sufrido los metales mas ó menos fuego, del mal estado del horno, de no ser oportuna la calidad de la leña, de la humedad de los moldes, y otras circunstancias. Asi es preciso tratar de estos dos asuntos con separacion.

415. Por lo perteneciente al reconocimiento de las piezas apenas seria necesario tratar de él, si se atendiese al estado actual de nuestra fundicion: por una parte esta corre por cuenta del Estado, y está dirigida por oficiales espertos y de conocida integridad, que no pueden tener el menor interés en solapar y encubrir los defectos de las piezas, ni en usar de economías vituperables, por ser contrarias á la buena calidad de ellas, como se podria temer de la mayor parte de los asen-tistas siempre ocupados de su interés particular. Por otra parte, la máquina con que se barrenan y tornean las piezas ejecuta estas operaciones con tal exactitud y delicadeza, que en el exámen de sus dimensiones mas bien se viene á hallar el defecto del instrumento que para ello se usa, que los de la pieza. Mas como puede variarse el establecimiento presente de

las fundiciones, y ademas tengamos que reconocer piezas usadas y maltratadas, no podemos dejar de tratar del reconocimiento de la artillería con alguna prolijidad.

416. En toda pieza se debe primeramente examinar si todas sus dimensiones exteriores están conformes al modelo, plantilla, ó plano al natural: lo que es muy fácil ejecutar por medio de reglas, y compases rectos y curvos: nos persuadimos de que todo el que tiene uso de estos instrumentos, y principios de la geometría, no necesita de ninguna esplicacion para este exámen.

417. Síguese ver si el ánima de la pieza tiene la longitud y calibre que debe: para lo primero basta una regla; y para lo segundo es necesario valerse de dos estrellas ó crucetas de hierro *C* (lám. 41, fig. 4) guarnecidas de un círculo de acero, cuyos diámetros sean menor en el uno 6,9 de punto en los cañones, y 4,6 de punto en los morteros, y en el otro igual al calibre de la pieza que se reconoce, atornilladas en *D*: si la primera entra libremente hasta el fondo de la recámara y la segunda no pasa de la boca, la pieza estará bien calibrada. En los morteros y obuses es necesario valerse de cilindros para reconocer la longitud de las partes cilíndricas de sus ánimas y recámaras, y de semiesferas para reconocer los fondos de estas partes: tambien pueden usarse plantillas á este fin.

418. Como puede suceder que en una pieza se hallen exactas sus dimensiones exteriores y las de su ánima, y que no obstante esté sitaada de través, por no concurrir y coincidir sus ejes (defecto que ocasiona los dos grandes inconvenientes de que los tiros sean aviesos, y que la resistencia de los metales sea desigual alrededor del ánima por serlo sus espesores) es necesario examinar con la mayor delicadeza si el ánima está bien centrada; esto es, si su eje coincide con el de la pieza; pero este exámen es muy difícil en los cañones, y hasta ahora no se ha inventado ningun instrumento por el que se pueda hacer con exactitud. Asi en las piezas actuales (de las que no se pue-

de dudar que está el ánima bien centrada, por tornearse y barrenarse sobre un mismo eje) lo que se observa al reconocerlas es, como dejamos dicho, el defecto de los instrumentos.

419. El usado á este fin se llama paralelismo: se reduce á dos reglones largos y muy rectos, enlazados por sus cabezas en una telera con la que forman escuadra: el uno suele ser cilíndrico y de poco menor diámetro que el cañon, y se introduce en su ánima quedando el otro encima: de modo que el plano en que estén sea vertical. En esta disposicion se toman por medio de muchas plomadas los espesores de metales, y haciendo volver el cañon se observa si son iguales todo alrededor; pero el cimbreo de la regla exterior y la elasticidad de las cuerdas de las plomadas manifiestan desde luego la poca exactitud de este instrumento.

420. Pensamos seria tambien oportuno para hacer este reconocimiento montar el cañon en campo raso sobre dos caballetes de modo que su ánima quedase de nivel: introducir por ella un cilindro de casi igual diámetro y del mismo largo, terminado por su parte exterior en una plancha de dos ó tres pies de largo que se pondrá de nivel; sobre esta plancha se elevarán verticalmente dos alidadas ó pínulas en disposicion que la visual tirada por ellas esté en el mismo plano vertical que el eje del cilindro y de consiguiente que el del ánima: dirigir una visual á un objeto distante 300 ó 400 toesas, y examinar si, estraido el instrumento, vá á terminarse la visual tirada por el raso de metales al mismo objeto. Repetida esta operacion tres ó mas veces haciendo volver el cañon, nos parece seria una prueba más que ayudaría á conocer si estaba bien centrada su ánima.

421. Tambien se suele hacer este exámen con otro instrumento llamado *cruceta*, que se compone de un cilindro de madera del mismo diámetro que el calibre de la pieza para que ha de servir, y 4 pies mas largo que su ánima, y de 2 reglas paralelas y perpendiculares á su eje, distantes 3 pies y fijas

á uno de los extremos del cilindro: este se introduce en la pieza por el extremo opuesto y por los extremos de las reglas se hacen pasar dos sedas paralelas que se prolongan hasta la faja alta de la culata, y se nota si por una y otra parte están igualmente distantes los refuerzos de la pieza.

422. Se conocerá si el fogon está bien situado, introduciendo en el ánima un atacador (fig. 2 lám. 41) ó estampa hasta el fondo, y por el fogon una aguja (fig. 1) con que se picará en el atacador, que estraido manifestará por la señal de la aguja si el fogon está rasante ó adelantado lo que debe.

423. Para conocer si el eje de los muñones, está situado como debe con respecto á el de la pieza, situada ésta con las asas hácia arriba, de modo que la línea superior de ellos esté de nivel, se pone una regla que divida la boca por medio y cuya posicion sea horizontal: se marcan en la faja alta de la culata, los extremos de su diámetro horizontal en la posicion referida, y sujeto en ellos un hilo se hace pasar por cima de la regla que está en la boca; y si puesto tirante es tangente al lado superior de los muñones en los cañones de 24, 16, 12, 8 y 4 largos, están bien situados; pues dicho lado debe ser perpendicular al eje de la pieza; en los cañones cortos y obuses debe quedar dicho hilo por cima del eje de los muñones y distante de él las cantidades que manifiesta la siguiente tabla.

0.0	0	1	.....
0.0	0	1	.....
0.11	0	6	.....
0.0	0	2	.....
0.5	1	4	.....
0.8	0	2	.....

**TABLA que manifiesta la distancia que debe haber entre la seda que vá desde los extremos del diámetro horizontal de la faja alta de la culata, á la regla puesta horizontalmente en el diámetro de la boca de la pieza al eje de muñones, estando estos de nivel para ver si están bien colocados.**

<b>CAÑONES.</b>	<i>Pulgadas.</i>	<i>Líneas.</i>	<i>Puntos.</i>
12 corto.....	»	5	0,6
8 id.....	»	4	4,4
4 id.....	»	3	7,1
<b>OBUSES.</b>			
9 largo.....	»	3	6
9 corto moderno.....	1	6	0,0
9 corto antiguo.....	»	6	11,9
7 largo.....	»	5	0,6
7 corto.....	»	4	7,9
6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .....	»	8	3,2



424. En el obus de á 5 corto y en los morteros cónicos de 14, 12 y 7 pulgadas dicha seda debe pasar por el centro de los muñones pues su eje es perpendicular al de la pieza: la altura é inclinacion de las asas se reconoce por la plantilla que hay para ello, la cual es semejante á la que se usa para su colocacion en los contramoldes.

425. Tambien se pesan las piezas; lo uno para saber la cantidad de metal que ha entrado en ellas, y lo otro para saber si están demasiado cargadas de metal, ó por el contrario poco fortalecidas: una y otra cosa se suele reputar por defecto esencial, suponiendo que el exceso ó falta de metales sea considerable.

426. Reconocida una pieza por lo respectivo á sus dimensiones y peso, se procede á reconocer si tiene algunos defectos exteriores: estos se reducen á *vientos*, *senos*, *escarabajos*, y *grietas*; ó por mejor decir, á *escarabajos y grietas*: aquellos son producidos por la interposicion de algun cuerpo extraño ó del aire ó fluido elástico que producen la humedad de los moldes, las arcillas y demas substancias de que se componen: asi esta especie de defectos la reputamos como independiente de la buena ó mala calidad de los metales. Pero las grietas que son una especie de aberturas largas, no parece puedan provenir sino del mal estado de la fundicion, quedando los metales mal ligados y trabados. De lo que se infiere, que cuando en una pieza se encuentran *escarabajos* en la superficie exterior se deben despreciar como no sean muy profundos; pero que se debe temer mucho de la que tenga *grietas* ó *manchas* muy notables, aunque aquellas sean poco profundas.

427. No porque una pieza tenga cavidades interiores debe condenarse á ser refundida, mucho menos en la actualidad que se funde por cuenta del Estado; principalmente cuando se conozca ser defecto accidental y no de fundicion y que el metal está bien ligado. En los artículos desde el 209 al 216 del 8.º reglamento de la ordenanza del cuerpo, se marcan las cavidades

que conviene distinguir, segun sus dimensiones, y los límites que se fijan para que se puedan tolerar ó inutilizar las piezas. Hallándose en Sevilla el Excmo. Sr. Conde de Lacy, mandó que un cañon de á 24 en el que se notó un escarabajo en el 2º cuerpo, se habilitase abriéndole con el taladro de echar granos una rosca, en cuyo hueco quedase la cavidad, y poniéndole despues un grano sólido de cobre que se igualó por dentro con una barrena: con este arbitrio quedó el cañon de tan buen servicio como cualquiera otro de su fundicion. Despues se ha examinado por una brigada de oficiales un grano de cobre puesto á un cañon corto de á 8 entre sus dos muñones por la parte inferior, cuya magnitud era del calibre de la misma pieza, y resistió los 4 tiros de la prueba de ordenanza, y 100 con los cartuchos ordinarios de campaña haciendo un fuego violento. El dictámen de la brigada fue aprobar la resistencia de semejantes granos para todos los cañones, con tal que su diámetro no esceda al de su respectivo calibre; bien que si se hallan en la parte superior de la pieza y próximos á sus muñones, quizás podrán estos encorvarse. Igual aprobacion mereció en Mallorca un muñon que se puso á rosca en otro cañon de á 8, destruido como el anterior por un balazo.

428. No hay cosa mas fácil que hallar las cavidades exteriores: la vista y el tacto las descubren; y con alfileres y alambres delgados se mide lo que penetran; pero no sucede así con las que hay en el ánima de los cañones, que son dificiles de hallar y mucho mas de medir. Para encontrarlos se usa de una cerilla encendida, de un espejo por el que se dirijan los rayos del sol y del gato; y para medirlos y apreciarlos se usa de la sonda, de la estampa, del topo y del hipocelometro: veámos el mecanismo y uso de estos instrumentos.

429. La cerilla encendida se pega ó fija al extremo de una vara larga y se introduce poco á poco en el ánima del cañon, observando si hay alguna desigualdad en ella; pero no suelen percibirse las grietas pequeñas ni los escarabajos de poca super-

ficie, y las manchas se suelen tomar por desigualdades: los cañones de grueso calibre se reconocen mejor valiéndose del espejo, para lo que se debe procurar situar la pieza de modo que no mire al sol, sino que esté á corta diferencia con el cascabel hácia él.

430. El gato (fig. 3.<sup>a</sup> lám. 41) es el instrumento mas adecuado para hallar estos defectos: se reduce á ocho escarpías de hierro, unidas por sus extremos y formando un muelle que obliga á las puntas á ensancharse y formar una estrella *a* mayor que el calibre de la pieza para que ha de servir; por el extremo en que se reunen las escarpías forman un cubo para que se fije en él una asta de madera, por cuyo medio se introduce el gato en el ánima y se recorre toda ella moviéndole de arriba abajo y haciéndole dar vueltas: cuando alguna de las puntas de sus escarpías encuentra el menor seno, se introduce en él, y el gato queda inmóvil: se hace una señal en el asta en la parte que toca á la boca para ver á la altura que cae el defecto, y se extrae el gato reuniendo sus escarpías con una argolla *b* fija en otra asta *B*.

431. Hallado un defecto y la distancia á que está de la boca por medio del gato: se introduce la cerilla encendida para conocer si está hácia arriba ú otra parte, y se sitúa el cañon de modo que el defecto venga á caer en su parte superior para que se esculpa mejor en la estampa.

432. Esta viene á ser un cilindro de madera (fig. 5) de igual calibre que el cañon á corta diferencia, y de un pie de largo, dividido en dos partes por un corte oblicuo á su eje: la una de ellas no debe tener otro uso que el de una cuña destinada á oprimir la otra en la que se ensambla por medio de una corredera: para su manejo se fija por su cabeza á un asta suficientemente larga. La otra parte del cilindro que es propiamente la estampa, está taladrada por su largo para que pueda situarse en cualquier parte de su asta á fin que apoyado el un extremo de esta en el fondo de la recámara pueda quedar la estampa

debajo del defecto. Para usar de este instrumento se pone la estampa en su asta á la altura del defecto, y se asegura con un tornillo de modo que no pueda correrse: se cubre su superficie cilíndrica de una pasta hecha de resina, cera, sebo y aceite, ó de cera y aceite solamente: se baña despues en aceite puro para que no se pegue: se introduce en la corredera opuesta á la superficie cilíndrica la punta de la cuña: y en esta disposicion se entran estampa y cuña con sus astas en el cañon, hasta que el extremo del asta de la estampa toque al fondo, y que ella esté bajo del defecto notado: entonces se oprime fuertemente la cuña con un mazo, y cuando se conoce que ha entrado enteramente se alloja (golpeando en una palomilla que tiene su asta á este efecto) y se estrae: para sacar la estampa se dan antes con su asta tres ó cuatro golpes violentos en la parte superior de la boca del cañon, para que despegándose la pasta quede esculpida en ella la figura del defecto notado.

433. Si la superficie del defecto es muy escabrosa y desigual ó tiene mucha profundidad, no se puede apenas conocer por la estampa mas que la magnitud de su boca: para hallar lo que se internó en los metales es necesario recurrir á la sonda ó al topo.

434. La sonda (fig. 6) es una escarpia vertical sobre su asta que se cubre de una pasta igual á la de la estampa, y se procura hallar con la punta el defecto: cuando se nota que se ha introducido en él, se oprime cuanto se puede procurándola mover hácia atrás y hácia adelante, con cuyo arbitrio las paredes de la cavidad apartan la pasta y se conoce en la escarpia su profundidad: este instrumento es muy inexacto.

435. Como con el gato ni con la estampa y la sonda se pueda hallar la verdadera profundidad de los defectos del ánima, y menos los que no tienen sus paredes escabrosas, sino que se confunden con las del ánima, como sucede con los golpes de barrena y asientos de bala (defectos que no encuentran ninguno de los instrumentos espresados), inventó Gribbeauval una

especie de gato muy ingenioso conocido por *topo* en la cavada, con el cual se puede medir con la mayor exactitud la profundidad de cualquier defecto del ánima; mas como este instrumento sea bastante compuesto, daremos su descripción según se halla representado en la (lám. 42). Se compone de un platillo de cobre *A* (fig. 1) guarnecido con cuatro puntas de acero, de las cuales *a, b* y otra que hay á la parte opuesta de *b*, están aseguradas al platillo, y la cuarta *d* es móvil y está fija en una lengüeta ó plancheta de cobre del grueso del platillo: el extremo de ella debe ser muy delgado y no romo como se representa en la figura para que con él se reconozca la menor porosidad que haya. La lengüeta se termina en *e*, y se acomoda en una muesca hecha en el platillo. Dos planchas *c c'* cierran por estos lados la muesca, de suerte que la lengüeta se halla encajada en ella; y no tiene salida sino por la parte de su punta destinada á sondear la profundidad del defecto.

En la (fig. 2) se representa el platillo *A* visto la mitad por la parte exterior del instrumento, y la otra mitad por la interior ó del lado de su mango. En la (fig. 3) la lengüeta y punta *d* y en la (fig. 4) la mitad de las planchas *c c'* exterior é interior.

La lengüeta tiene un agujero que se representa en *t* (fig. 3) cuyas dimensiones y oblicuidad corresponden al mucho grueso é inclinación del brazo ó barrita *f* (fig. 1); que debe atravesar á la lengüeta, y las planchas *c c'* agujereadas también para este efecto.

El brazo *f* (fig. 1) se monta sobre un ástil ó especie de piston *g* que tiene menor diámetro en su parte *h*; y así el brazo *f* como el piston *h* atraviesan el platillo *A*, por encima del cual están unidos por otra lengüeta ó chapa *i*, y la hembra del tornillo *k* para que el brazo conserve su inclinación respecto del piston: el otro extremo del brazo *f* está unido á otro *o* que le sirve de tuerca para sentarlo sobre el piston *l*; las piezas *o, i* se representan separadamente en las (figs. 8 y 6).

Por esta disposición de la lengüeta y del brazo *f* se vé que





haciendo avanzar el piston *g* manteniendo fijo lo demas del instrumento, avanza tambien el brazo *f*, el cual obliga á salir la punta *d* mas ó menos segun lo que se hace avanzar el piston y la mayor ó menor oblicuidad del brazo *f* respecto de él. Supón-gase que la razon entre la base y altura del plano inclinado que forma dicho brazo *f* sea la de 6 á 1; por cada línea que se haga avanzar el piston, lo cual se conoce por la escala ó division *ux* (fig. 1) de que se tratará despues, saldrá 2 puntos la punta *d*; y así por lo que se pueda hacer avanzar el mango *z* hasta que la punta *d* tropiece en la parte mas elevada de la cavidad ó defecto *X*, se conocerá la profundidad de esta. Retirando el piston *h* y por consiguiente el brazo *f*, este obliga á la punta *d* á entrar en la canal del platillo *A* hasta que la chapa *i* llega al platillo y la lengüeta á su asiento *e*.

*B* es un cilindro hueco que está abierto por la parte opues-ta al platillo *A*, y por la de este tiene solamente un agujero redondo para dar paso al piston *g* señalado con la letra *y* en la (fig. 7). Los brazos *p*, *q*, *r* sirven de apoyo al platillo y están ase-gurados á él y al cilindro por medio de seis tornillos; se monta y fija el instrumento por el tornillo *S* sobre una asta de madera que escede á la longitud del ánima en 5 ó 6 pul-gadas, con una canal para acomodar el ástil de hierro *D* que se enrosca en el piston *g*. Este ástil debe tambien esceder al asta en 5 ó 6 pulgadas; y este esceso le sirve de mango en el cual hay una parte desde *x* á *u* que tiene marcadas con la mayor proligidad las líneas y partes de línea que correspon-den á la vara de Burgos, de modo que la porcion que avance el punto *u* respecto del que esté rasante á la boca de la pie-za, dará la cavidad del defecto *X*, en la razon del piston *h*, con la inclinacion del brazo *f*.

Si esta escala se trazase en pies y pulgadas en todo el lar-go del piston desde el principio del platillo, y en líneas y par-tes de ella desde la menor á la mayor longitud de los caño-nes, se tendria la doble ventaja de determinar á un golpe de

vista la profundidad de las cavidades y su distancia desde la boca para apreciar la mayor ó menor importancia de dichos defectos.

El instrumento representado en la lámina no puede servir mas que para un solo calibre: para hacerle mas universal no hay mas que proveerle de una punta movable para cada calibre; y en cuanto á las fijas, construirlas de modo que corran sobre el platillo en una canal donde se fijarian segun el calibre de las piezas.

La (figura 5) es una *doble escuadra* de cobre con la regla movable *a* sobre los brazos fijos *c, c* en los que está marcada con el mayor cuidado una escala de medio pie dividido en partes duodecimales por un lado y decimales por el reverso.

El interior de este cuadro sirve para medir el diámetro de los cuerpos; y las puntas *d, d* de las cuales la una es movable, para tomar el calibre de las cavidades. Por esto se vé cuán cómodo es el uso de esta escuadra; sirve no solamente para determinar el diámetro del gato, sino tambien para examinar el de las balas, vitolas &c.

436. Este instrumento ha recibido varias modificaciones, y últimamente se ha mejorado, sirviéndose de él en las fundiciones de artillería de Francia, en sus parques y plazas para reconocer los diámetros de las piezas á diferentes distancias de sus bocas. Así se han logrado examinar la mayor ó menor perfeccion del barrenado de la artillería, las profundidades de los golpes de las balas, y en fin el mismo efecto que se propuso Gribeauval, por medio de un simple mecanismo que impide el movimiento de una de las dos puntas movibles que tiene este instrumento remplazando la otra por una muy aguda. Por orden del Excmo Sr. Director General del arma, se ha mandado adoptar en la fundicion para el reconocimiento de los diámetros de las ánimas, dándole el nombre de Estrella movable ó Hipocelómetro, mandando al mismo tiempo se construya uno para cada departamento de los del arma; su mecanismo se re-

duce á dos puntas salientes movidas por un doble plano inclinado, cuyas aberturas están con sus bases en la razon de 1 á 12 de modo que por medio de una escala graduada convenientemente se encuentran las cantidades que sobresalen las puntas, y en consecuencia el diámetro vertical ú horizontal del ánima de la pieza que se reconoce.

437. Las partes principales de que consta son: 1.<sup>o</sup> de una caja de bronce parte cilíndrica y parte cónica en que se halla el mecanismo de las puntas, y doble plano inclinado: 2.<sup>o</sup> de tres tubos cilíndricos de hierro por cuyo interior corren otras tantas varillas cuadradas que comunican el movimiento al doble plano inclinado y que, así como los tubos, se enrosca unos en otros por un mecanismo sencillo: y 3.<sup>o</sup> de una empuñadura que corre por el exterior del tubo extremo y forma un solo sistema con el doble plano inclinado y las varillas cuadradas por medio de un tornillo de presion.

Las partes en que se subdivide la 1.<sup>a</sup> seccion (lám. 43 figuras 1 y 2) son una caja  $AA'A''A'''$  en la cual hay fijos dos pequeños cilindros  $D, D$  en que se atornillan dos puntas  $C, C$  de las cuatro que se emplean para cada calibre y que no reciben movimiento alguno: en la misma caja hay dos canales cilíndricos  $E E' E'' E'''$  cuyo eje es perpendicular al de los mencionados cilindros, y por los que corren en direccion de su eje dos cilindros de acero  $D'$  y  $D'$  atornillándose en su parte superior otras dos puntas  $C'$  y  $C'$  iguales á las anteriores, cuyas estremidades están redondeadas en  $b$  para que no rayen el ánima en su movimiento. Estos cilindros movibles tienen en su extremo inferior dos canales tambien cilíndricas, é inclinadas  $cc'$  (fig. 3) por donde corren otros dos cilindros de acero  $FF'$  y  $FF'$  (fig. 2) colocados en la parte superior de los planos inclinados, por cuyo medio se comunica á las puntas movibles  $C'$  y  $C'$  el movimiento que reciben dichos planos. Estos salen por una abertura  $GG'$  (figs. 1 y 2) practicada en el frente ó plano de la caja, cuando se ven obligados á caminar hácia afuera por el impulso

interior que reciben. Los espesados planos inclinados  $FF' Hh$  y  $FF' Hh$ , (fig. 4) que por la union de sus bases  $Hh$  constituyen el doble de que hemos hablado, se mueven dentro de un cilindro de bronce  $BB' B'' B'''$  (fig. 2) por medio de una barra asi mismo cilíndrica  $HH'$  fija al doble plano por un extremo  $H$  y roscada interiormente en el otro  $H'$  para recibir y atornillar la estremidad de la 1.<sup>a</sup> varilla cuadrada; cuya barra corre por una canal cilíndrica  $KK' K'' K'''$  que sigue la direccion del eje del sólido  $LL' L'' L'''$  en que está encerrada.

La (fig. 3) presenta dos vistas de los cilindros movibles, y la (4) otras dos del doble plano inclinado.

La segunda seccion (figs. 5, 6 y 7) se subdivide en tres tubos cilíndricos  $M N$ ,  $M' N'$ ,  $M'' N''$  de unas mismas longitudes y diámetros así interiores como exteriores, y en prolongacion de cada uno hay otras  $NO$ ,  $N' O'$ ,  $N'' O''$  de un diámetro exterior igual al interior de los anteriores  $M N$ ,  $M' N'$ ,  $M'' N''$ , y cuyas estremidades  $O$  y  $O'$  están roscadas á fin de atornillarse en las tuercas  $P'$  y  $P''$  que hay dentro de los tubos  $M' N'$ , y  $M'' N''$ , situadas á una distancia  $M' P'$  y  $M' P''$  de las estremidades  $M'$  y  $M''$ , iguales á las longitudes sin roscar de los  $NO$  y  $N' O'$ . El tubo  $M N$  (que es el 1.<sup>o</sup>) se une al sólido de bronce  $LL' L'' L'''$  por cuatro tornillos  $d$ . Dentro de los tubos cilíndricos  $MNO$ ,  $M' N' O'$ ,  $M'' N'' O''$ , corren unas varillas cuadradas  $QR$ ,  $Q' R'$ ,  $Q'' R''$  cuyas estremidades  $Q$  y  $R$  en la 1.<sup>a</sup> y  $R'$  en la 2.<sup>a</sup> son roscadas, y sin roscar la parte  $R''$  de la tercera; los otros extremos  $Q'$ , y  $Q''$  de la 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> presentan un refuerzo capaz de pasar por el hueco de las tuercas interiores  $P'$  y  $P''$ , y en los que hay abiertas tambien unas tuercas en que se atornillan las estremidades  $R$  y  $R'$  de la 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> varilla, verificándolo la  $Q$  de aquella en la tuerca  $H'$  de la barra  $HH'$  (figs. 2 y 4). La parte interior en las estremidades  $O O' O''$  es cuadrada como asi mismo dos anillos  $S' S''$  que hay en el interior de los tubos  $M' N'$ ,  $M'' N''$ , y por dentro de todos ellos pasan las varillas cuadradas  $QR$ , &c. cuyos perfiles

transversales son casi iguales á los de los anillos, razon por la cual todas las varillas tienen necesidad de acompañar en su movimiento giratorio á los tubos *M, N, O* &c. cuando se enroscan unos en otros. Asi, como las roscas de las varillas y tubos están en un mismo sentido, resulta que dejando correr aquellas por el interior hasta que sus extremos se toquen, se enroscarán estos unos en otros al mismo tiempo que lo ejecutan los tubos, sin que despues de verificada su completa union les quede á las varillas mas movimiento que el longitudinal, y por consecuencia tampoco el doble plano inclinado podrá tenerlo mas que en el sentido de un eje ó base comun, sin padecer variacion alguna, ni en el sentido vertical, ni en el horizontal.

La empuñadura, que es la tercera seccion principal del instrumento (figura 7), se compone de un cilindro hueco de laton *VU* cortado por un plano paralelo al eje, que deja abierta una porcion rectangular *c d f g*, y de un diámetro interior igual al de la parte menor de los tres tubos, á fin de que estos puedan correr por su interior: sobre la parte *cd* hay una escala graduada cuyas divisiones son de 6,9 puntos y está con la altura de cada uno de los dos planos en la misma razon que las que tienen estos con su base comun. Al extremo *U* hay una especie de anillo *UX* en cuyo interior juega un cuadrado *m* con una espiga *n* que sube y baja por medio de una tuerca *p*, últimamente una espiga *XZ*, hueca en su interior para dar paso á la última varilla, sirve de ánima á un mango de madera con que se maneja el instrumento.

La (fig. 8) es una regla cuadrada 1, 2 dividida por una cara en pulgadas y líneas españolas, y por la otra en las mismas divisiones francesas. Por el extremo 1, está fija á una caja de hierro 1, 3 que en su parte superior tiene una espiga 1, 4 y por la inferior una punta 5, 6 cuyas caras interiores espesadas por la línea 4, 1, 5, 6, se hallan en un plano perfectamente perpendicular al eje de la regla. Otra caja movable 1', 3' tiene vacío un rectángulo 7, 8, 9, 10 por cada lado para dejar ver



la graduacion de la regla, y en una de sus bases 7, 8 por ejemplo, hay un *nonius*, cuyo cero corresponde al cero de la regla cuando las puntas 6, 6' ó las dos líneas 4, 1, 5, 6 y 4', 1', 5', 6', se ajustan perfectamente, estando las divisiones de los *nonius* con las de las reglas en la razon de 11 á 12. La caja se fija en la posicion que se quiere por medio de un tornillo de presion 11 y tiene como la fija una espiga 1', 4', y una punta 5', 6', iguales en un todo respectivamente á la espiga y punta de aquella.

La (fig. 9) está reducida á una T de hierro en cuyos tres brazos *II I'* y á iguales distancias de un punto céntrico X se hallan unas divisiones que corresponden á los semidiámetros de las ánimas de los cinco calibres. Tres anillos movibles *II, I I', I' I'* corren por los mismos brazos y tienen fija una espiga *IV, IV', IV''* cuyo plano exterior está redondeado, con el radio del ánima de á 24, y el interior es perfectamente plano y perpendicular á las caras de la T; un tornillo de presion *V, V', V''*, en cada anillo los fija en la posicion que se quiere.

438. Descritas las diferentes partes de que se compone el hipocelómetro, la regla graduada y la T; vamos á manifestar el uso de estos instrumentos en el reconocimiento del ánima de las piezas de artillería.

439. Armado el hipocelómetro de las 4 puntas correspondientes al calibre de las piezas, que se ván á reconocer, y de uno, dos ó tres de los tubos segun la longitud de su ánima; colocado el cero del *nonius* de la regla graduada en el punto que corresponda al diámetro del ánima, que asignan las tablas de dimensiones de las piezas en cuestion; y situados los anillos movibles de la T de modo que las caras interiores correspondan á las divisiones que marca el calibre de que se trata, se procede á la operacion de unir las puntas á la empuñadura de modo que queden formando un solo sistema.

440. Para esto se coloca uno inmediato á las puntas con la regla graduada, ya dispuesta, y otro en la intermediacion de la empuñadura con un destornillador á propósito para apretar y aflojar

la tuerca  $p$ ; situado el instrumento de modo que las puntas móviles estén verticales. En esta disposición aplica la regla el que la tiene, de modo que el plano que indica en ella la línea  $1\ 1'$  se ajuste al que señala la  $AA''$  de la (fig. 2) dejando libre la abertura  $GG'$  de la (fig. 1) colocándola de modo que cuando salgan las puntas encuentren los planos que indican las líneas  $1, 4$  y  $1', 4'$ ; el que tiene el destornillador afloja la tuerca  $p$ , para que se muevan las varillas, y de consiguiente las puntas con independencia de la empuñadura, aprieta el extremo  $R''$  de las varillas con un dedo hasta que las dos puntas móviles toquen los planos  $1, 4$  y  $1', 4'$  de la regla y manteniéndolas en esta disposición hace andar la empuñadura hasta que la  $C$  marcada en su graduación que indica *calibre*, corresponda á la señal  $T, T',$  ó  $T''$  según el número de tubos que se hayan armado. Entonces aprieta la tuerca cuyo movimiento hace subir el cuadrado  $m$  y comprimiendo este la varilla que pasa por su interior contra la empuñadura, quedan formando esta, aquellas y el doble plano inclinado un solo cuerpo. De esto resulta que el movimiento que reciban las puntas móviles del doble plano inclinado, se advertirá en la graduación de la empuñadura en una razón fija, en consecuencia de las que guardan entre sí los dos planos inclinados con su base común, de la relación y posición de la escala y de dicha base, y de la construcción de la misma escala; es decir, que la letra  $C$  se separa de la señal  $T$  tantas divisiones de aquella para adelante ó para atrás, cuantos puntos haya aumentado ó disminuido la separación de las estremidades de las puntas de la que tenían cuando estaban entre las espigas de la regla graduada y marcarán entonces el diámetro justo.

441. El reconocimiento interior del ánima se ejecuta tomando el diámetro á una pulgada del vivo de la boca; los siguientes de 6 en 6 pulgadas hasta el principio del tercer cuerpo; desde aquí hasta las inmediaciones del espacio que ocupa la carga, de 3 en 3 pulgadas y de 1 en 1 en todo el referido espacio.

442. Para obligar al eje del instrumento á marchar siempre por el del ánima, el que está en la boca coloca la T en ella, luego que han empezado á entrar los tubos de hierro, para que estos resbalen por la canal cilíndrica X cuyo centro está en el eje del ánima.

443. El reconocimiento exterior de las piezas (hecho como prescriben los artículos de ordenanza, y con los medios espuestos) sirve solamente, como ya digimos, para averiguar si tienen sus justas dimensiones, y carecen de defecto superficial; pero no para saber si los tienen interiormente, y si sus metales están ligados y fundidos de modo que tengan las propiedades que se requieren: á este fin es indispensable usar de otros reconocimientos por los que se descubra la buena calidad del metal: y estos solo pueden ser ó por comparacion, que es el único medio de apreciar las cosas, ó por pruebas.

444. Estas, que son el medio mas seguro, y el absoluto de conocer la calidad que se busca en un cuerpo, tienen por naturaleza ó el inconveniente de deteriorarlo cuando son violentas, ó el de ser insuficientes, cuando moderadas: es decir, que si son adecuadas para medir ó conocer la propiedad que se apetece, destruyen en todo ó en parte dicha propiedad en el cuerpo en que se ejercen; y si se quieren suavizar, no son capaces de manifestar enteramente la propiedad que se desea encontrar.

445. Este inconveniente de las pruebas violentas es mas digno de consideracion cuando se ejercen sobre substancias inanimadas, é incapaces por consiguiente de reponerse del quebranto que hayan padecido en la prueba, que vendrá á ser en ellas una verdadera deterioracion. Así se vé que una beta de cábria con que se acaba de elevar un cañon de á 24, se rompe elevando uno de á 12; y lo mismo sucede con la cábria. Es, pues, un error grosero probar de esta manera los cuerpos de que queremos hacer un uso importante. Para reconocer la calidad de unas cuerdas se toman indistintamente dos ó mas cabos, y se experimentan: despues si se hallan de suficiente consisten-

cia, se examina si todas las cuerdas tienen el mismo color, textura y torcido. Lo mismo se practica á proporcion con la madera, piedras, metales, &c.; pero jamás se ejecutan pruebas con el todo de los cuerpos que empleamos.

446. Sin embargo ignoramos por qué principio ó razon desde el origen de la artillería se han establecido pruebas para admitir las piezas. Muchos autores han escrito contra la insuficiencia de ellas, y algunos contra sus malas resultas; pero sea por la dificultad que siempre se encuentra en desprenderse de los usos antiguos, que naturalmente miramos con respeto; ó sea por no haberse propuesto medios mas adecuados para conocer la calidad de las piezas de artillería, las pruebas subsisten: veamos como todas ellas ademas de deteriorar las piezas son insuficientes ó impracticables, y despues trataremos de los medios de conocer la calidad del metal sin ellas.

447. Los autores opinan diferentemente acerca de las pruebas mas conducentes para experimentar las piezas de artillería. La mas comun ha sido la de fosa, que prescriben los artículos de las ordenanzas de 1728: la Valliere, segun Dulacq, despues de hacer dos disparos con bala hácia otros dos con cilindros de greda de cerca de dos pies de largo, y del diámetro de la pieza: esta prueba es mucho mas violenta que la de fosa, porque el cilindro concentra la accion de la pólvora en lo interior del ánima, de modo que obra contra el metal con una fuerza mucho mayor. La de fosa en su tercer disparo es tambien violenta, pues hace sufrir á la pieza una fuerza mas que triple de la que experimenta en su servicio ordinario. Mas ni la una ni la otra son suficientes por dos razones: la una, porque (segun las nociones que dejamos dadas en el número 1.<sup>o</sup> del cobre, y de las propiedades que debe tener el metal de que se componga una pieza de artillería) solo se puede inferir de una ú otra prueba, que la pieza que la sufre tendrá suficiente consistencia; pero no la dureza que se requiere, propiedad tan precisa y esencial como la primera: y que un cañon de puro cobre, ó en que es

te estuviese aligado con muy poca cantidad de estaño, sufriría cualquiera de estas pruebas mucho mejor que otro del mejor bronce, sin embargo de que en el servicio ordinario se inutilizaria á pocos disparos. La otra porque, como se dijo en el citado número, los metales tienen diferente resistencia y propiedades segun el grado de calor de que estén penetrados; y como estas pruebas, aunque fuertes, se reducen á pocos disparos, no llegan á tomar los metales, ni con mucho, el grado de calor que en un dia de fuego.

448. Las pruebas que se han substituido á la de fosa, por la Real instrucción de 1778 y las actuales son insuficientes para examinar si las piezas tienen la consistencia y dureza que es necesario; pero tienen la ventaja de que no las atormentan, y pueden bastar para descubrir alguna grieta ó escarabajo superficial, oculto por el estaño, ó por alguna hoja delgada de bronce que forme la superficie. Cuando las fundiciones corren por asentistas podrá no ser suficiente esta prueba para este único objeto suyo, respecto á que ponen todo conato en cubrir y solapar los defectos.

449. Las pruebas del humo, y la del agua únicamente sirven para descubrir unos defectos groseros, que pocas veces se hallan en las piezas.

450. En vista de los inconvenientes anejos á las pruebas dice Dulacq: "Se puede concluir que no se podria fijar ninguna regla precisa para asegurarse de una prueba cierta de las piezas:: el medio mas justo de asegurarse seria disparar 40 tiros consecutivos, lo mas prontamente que fuese posible, con toda la carga". A la verdad en esta prueba ú otra semejante de mayor número de tiros, adquiriria la pieza todo el grado de calor que pudiese llegar á tomar en el dia de fuego mas vivo; y por ellas se quedaria seguro de la consistencia y dureza de los metales; pero ademas del inconveniente de ser muy costosas tienen el de quitar á las piezas su mejor servicio; asi son impracticables.



451. Refutadas todas las pruebas que se pueden hacer con las piezas de artillería para enterarse de que sus metales tienen la consistencia y dureza que deben, no queda otro arbitrio que el exámen por comparacion, que como dejamos espresado es el natural, y el que se sigue en el reconocimiento de todos los cuerpos de que hacemos un uso importante. Mas para él es preciso tener objetos ó términos de comparacion: es decir que es indispensable tener algunas piezas de cuya buena calidad se esté cierto, para hacer el cotejo con ellas.

452. A este efecto son necesarias las pruebas mas violentas: ignoramos que haya otro medio para medir la resistencia de un cuerpo mas que usarlo hasta su destruccion. De consiguiente, así como cuando se quiere medir la fuerza ó tenacidad de una determinada especie de madera ó hierro se cargan algunas viguetas, ó barras hasta troncharlas; del mismo modo, cuando queramos saber la bondad y resistencia de una nueva aligacion ó método de fundir piezas de artillería, es necesario experimentar algunas de estas piezas con un gran número de tiros, disparados con la celeridad posible, en los que la carga sea de las mayores cantidades de pólvora que se deban usar en acciones de guerra, y con balas y tacos ordinarios. Si las piezas resistiesen 150 ó 200 tiros así disparados, se volverá á repetir la prueba usando de metralla y balas defectuosas, y saliendo victoriosas se puede asegurar que las de aquella calidad son muy buenas.

453. Estando asegurados de la buena calidad de algunas piezas, en las que se tendrán otras tantas piedras de toque, se podrán cotejar las fundidas con igual método, valiéndose de los medios siguientes, ú otros mas adecuados que sujerirá la experiencia.

454. 1.º De la balanza hidráulica: se sabe que todos los cuerpos mas graves que el agua pierden parte de su peso ó gravedad sumergidos en ella, y mas mientras menos compactos, aunque sean de una misma especie. Así conocido lo que pier-

de en el agua un cañon de un determinado bronce, por ejemplo los probados, se sabrá si otro del mismo metal es igualmente compacto, viendo si pierde á proporcion igual parte de su peso en el agua. Si pierde menos se inferirá que los metales están mas puros ó mas compactos; y si mas, que están menos afinados ó menos compactos. Es evidente que la primer consecuencia es ventajosa, y por el contrario la segunda.

455. 2.º Probando la consistencia y dureza de algunas barritas cortadas del cilindro del cascabel y de la mazarota con el método que se espuso en el numero 1.º Suponemos se haya ejecutado lo mismo con las piezas de comparacion; y en todas cuando tengan un igual grado de calor ó de frio.

456. 3.º Examinando la testura del metal en los cortes de la mazarota y del cilindro del cascabel, particularmente en la parte tronchada. Ciertamente que si los metales son diferentes ó están requemados los unos, ó no se han fundido con el grado de calor necesario, &c. serán muy distintas estas fracturas.

457. 4.º Reconociendo y cotejando el color y la figura de las virutas que saca la barrena al abrir el ánima ó la cuchilla al tornejar la pieza. Pero se debe tener cuidado de no hacer esta comparacion con las quemadas por el rozamiento cuando se mueve la máquina con demasiada velocidad.

458. 5.º En fin, suspendiendo las piezas por sus asas y golpeándolas por todas partes con un martillo: si son de un mismo metal, especie y calibre el sonido será igual. Esta prueba tiene la ventaja de que por ella se conocerá si hay algun escarabajo, grieta ó interposicion de algun cuerpo heterogéneo: pues si hubiese interiormente alguno de estos defectos y fuese considerable, interrumpiria la vibracion del metal, y el sonido seria obscuro y muy diferente. Aunque no se tenga por terminante la igualdad aparente que se observe en alguna de estas comparaciones, la concurrencia de todas ellas parece se debe tener por decisiva.

459. Este método de reconocer la calidad de las piezas, además de ser mas seguro y menos costoso que el de probarlas, tiene la ventaja de ser general y estenderse á morteros y obuses, para cuyas piezas hasta ahora no se han discurrido pruebas capaces de descubrir la calidad de su metal: pues hacer tres ó cuatro disparos con ellas llenando sus recámaras de pólvora de ningun modo se puede tomar por prueba respecto á ser esta su verdadera carga, y la que se usa muchas veces en su servicio ordinario que es cuando toman los metales otro grado de calor por ser mas numerosos los disparos.

460. No nos lisongeamos de que los medios propuestos sean los únicos para cerciorarse de la buena calidad de las piezas, ni tampoco de que sean de toda confianza: esto solo puede decidirlo la esperiencia á la que es indispensable consultar en todas las materias físicas: para hacer progresos en ellas es necesario actividad y no dejar estar las prácticas establecidas en una posesion tranquila.

## Número 5.

### *Comparacion de la artillería llamada de ordenanza con la actual.*

461. **E**l cotejo que vamos á hacer de nuestra artillería antigua con la actual solo tiene por objeto manifestar las ventajas y defectos de una y otra, á fin de que se pueda hablar y juzgar en este asunto con algun fundamento; y sobre todo sin la parcialidad y preocupacion en que incurren los apasionados al uno ó al otro sistema. No es tampoco nuestro intento entendernos á todos los puntos de controversia que hay sobre esta materia, y de los cuales algunos no pertenecen directamente á este artículo; sino solo á los principales, y con especialidad sobre la fundicion en hueco ó en sólido que parece ser el mas esencial.

462. La fundicion en sólido no es de nueva invencion: se

ha conocido este método de fundir las piezas mucho há; se ha practicado y se ha abandonado; pero no se puede asegurar si esto ha sido por defectos anejos á él, ó porque la máquina de barrenar de entonces no tenia la perfeccion y precision que la actual; ó por la mala proporcion y liga de los metales: y como no hay razon para atribuir un efecto que pueda proceder indistintamente de varias causas á una sola, tampoco la habrá para reprobear la fundicion en sólido, porque en otras circunstancias se halló defectuosa aun cuando se suponga que entonces se procedió y juzgó con acierto. Así, este argumento contra la fundicion en sólido no tiene la menor fuerza, y para juzgar de ella es preciso atenerse á observaciones y esperiencias de la actual.)

463. El mayor defecto que se atribuye á las piezas fundidas en sólido es la menor dureza de sus ánimas, de lo que resulta que los proyectiles la surquen y golpéen considerablemente; de modo que vienen á ser de mucha menor duracion que las fundidas con macho.

464. Es cierto que una pieza fundida en sólido debe tener su ánima mas suave y dócil que otra de igual metal fundida en hueco, respecto á observarse generalmente que todos los cuerpos que de líquidos pasan á ser sólidos, quedan mas compactos y duros por su superficie, adquiriendo en esta parte una especie de temple por el contacto inmediato del cuerpo frio contiguo. Esta propiedad se nota en las piezas de artillería cuando se tornean, pues se percibe que el metal hace mayor resistencia al despojarle de su corteza. Mas hasta el presente no se han hecho pruebas de comparacion, por las que se pueda apreciar y medir con exactitud cuánto perjudica esta mayor suavidad del ánima á la duracion de las piezas: las muchas ejecutadas dentro y fuera de España están todas impugnadas y no pueden llamarse decisivas, respecto á que los defensores de los dos métodos las han creido favorables á sus opiniones y como tales las citan.



465. Además, las pruebas hechas hasta aquí tienen el defecto de no haberse ejecutado con piezas que se diferenciases en solo el punto de contestacion que por ellas se queria aclarar. Parece que cuando se tratase de comparar la resistencia de los cañones fundidos en sólido con la de los fundidos en hueco, se deberian haber fundido unos y otros del baño de un mismo horno, y proporcionando su distribucion de modo que se llenasen á un tiempo dos moldes uno de cada especie. Mas en las pruebas de comparacion de que tenemos noticia hechas sobre este punto se ha seguido un método que parece el mas oportuno para ofuscarlo; pues los metales se han afinado de distinto modo para una y otra fundicion: se han usado en esta diversos procedimientos; y las mazarotas han sido desiguales. De consiguiente, no pudiéndose inferir nada de positivo escusaremos dar noticia de las pruebas de comparacion que sabemos; y si la daremos de otras que pueden dar ideas sobre este asunto.

466. Una de las pruebas mas favorables para las piezas en sólido es la hecha en Francia en 1740, de la que dice Dulacq: «En Leon se han hecho este año pruebas de dos cañones allí »fundidos, cuya noticia recibirá con gusto el público: se han »disparado con cada pieza 1500 tiros y aun mas, con grande velocidad, y cargándolos á un tercio y la mitad del peso de la »bala: he tenido la curiosidad de verlas, y puedo asegurar maravillándome que las he hallado tan en estado de servicio como si »casi no hubiesen servido: su caña no estaba nada abocinada, la »boca igual y sin rebabas, y lo interior del ánima muy terso; el »fundidor las hubiera fiado por otros tantos tiros al menos: el fogon de la una no se habia dilatado casi nada, el de la otra lo »estaba un poco; pero aun podia servir.”

467. La deposicion de este autor tan respetable á favor de las piezas fundidas en Leon está contradicha en parte por San Auban, quien dice hablando de esta prueba: “Se tiró con las »dos piezas de á 24 durante 26 dias como lo espresaba la orden

»á razon de 40, 50 y 70 tiros por dia, de modo que cada pieza  
»habia disparado mas de 1500 tiros. A la una de las dos al no-  
»veno dia se le dilató su fogon hasta 30 líneas y 3,7 puntos: se  
»la puso un grano y sostuvo la continuacion de la prueba sin  
»desfogonarse. Se observará que no tirando por la noche es-  
»tas piezas se refrescaban, y el metal conservaba la solidez y  
»consistencia que un mayor grado de calor le hubiera hecho per-  
»der si se hubiese tirado seguidamente noche y dia." Por esta  
relacion se vé que las piezas probadas no hicieron fuego con  
*grande velocidad*, circunstancia muy esencial para probar su  
buena calidad: tampoco parece cierto que el fogon de la una es-  
tuviese solo un poco dilatado; aunque pudo ser que Dulacq ig-  
norase que se habia puesto grano á la una y hablase de la otra.  
De cualquier modo esta prueba como la trae este último autor  
no es decisiva á favor de las piezas en sólido.

468. La que podria serlo mas bien es la ejecutada en Sevilla  
en el año de 1782 con otras dos piezas de á 24, fundidas en só-  
lido, cuyos cobres como ya se dijo en el número 1.º se habian  
afinado en la una con hornaguera, y en la otra con carbon de  
brezo; y se iba á examinar cuál de las dos tenia mas resisten-  
cia. A este efecto se dispararon cinco mil ciento veinte y cuatro  
tiros con cada una, con las cargas, y en los dias que espresa la  
tabla siguiente.

*TABLA de las pruebas de fuego hechas en Sevilla en 1782 con dos cañones de á 24 de bronce, fundidos en sólido.*

LIBRAS de pólvora de ca- da disparo.	DIAS en que se usó de esta carga.	DISPAROS que con ella se hicieron cada dia.	TOTAL de disparos en los dias de la se- gunda columna.
16 y 12..	1.....	2 y 3.....	5
9.....	1.....	12.....	12
9.....	4.....	80.....	320
8.....	7.....	80.....	560
9.....	3.....	70.....	210
9.....	1.....	53.....	53
8.....	1.....	40.....	40
9.....	1.....	7.....	7
9.....	1.....	93.....	93
9.....	19.....	100.....	1900
8.....	19.....	100.....	1900
9.....	3.....	8.....	24
Número total de tiros en 61 dias.....			5124

469. En los días de mayor fuego se refrescaban los cañones á cada 15, 20 ó 25 tiros, y se dejaban descansar un cuarto de hora y algunas veces media hora. Los granos de cobre que sacaron de la fundición resistieron en la una 2000 tiros, y en la otra 1700; y los segundos granos sirvieron hasta casi terminar el número total de disparos, pues solo se echaron granos nuevos para los 16 últimos.

470. Aunque el objeto de estas pruebas era comparar la resistencia de los dos cañones, nada se pudo concluir respecto á que ambos resistieron igualmente y quedaron de buen servicio, y capaces de hacer otro tanto fuego al parecer. Los únicos vicios que se les han notado son: tener las superficies de sus ánimas, singularmente por las recámaras, muy ásperas y granugientas: y haberse ensanchado hasta 3 líneas 5,9 puntos por sus bocas: el diámetro vertical de la del afinado con hornaguera escede su calibre 3 líneas 9,4 puntos y el horizontal 2 líneas 8,6 puntos, y estos dos diámetros en la otra solo se han dilatado 3 líneas 5,9 puntos, y 3 líneas 3,6 puntos.

471. Parece que estas pruebas son las mas fuertes que hasta ahora haya sufrido ninguna pieza de artillería respecto al número de tiros: y aunque por no haberse usado de cargas mayores que las ordinarias, ser los disparos hechos en cada día los que mas comunmente prescriben los autores tire cada pieza en un sitio, y haberse refrescado los cañones con el mayor cuidado, no vengán á ser las pruebas espresadas una demostración de la singular resistencia de dichas piezas; sin embargo se puede inferir de ellas con bastante fundamento que son de muy buena calidad, y que el estar fundidas en sólido no es una circunstancia precisamente contraria á su buen servicio.

472. Esta consecuencia es tanto mas justa cuanto en el bloqueo y sitio de Gibraltar se ha visto que muchas de estas piezas fundidas en sólido han hecho por muchos días continuados un fuego de sesenta ó mas tiros contra la plaza, cargando las que estaban en las baterías y fuertes de la línea con 12 li-

bras de pólvora y alguna vez con 16, y apuntándolas por 10, 12 y hasta 19 grados de elevacion, y en muchas ocasiones sin cuidar de refrescarlas.

473. Mas contra estas pruebas de la resistencia y buen servicio de nuestra artillería actual fundida en sólido, se puede y aun debe reponer la poca subsistencia que semejantes piezas han tenido en varias pruebas de comparacion que alegan sus opositores, y la mala especie de muchas de ellas que en varias ocasiones del servicio dicen se han inutilizado á muy corto uso, quedando sus fogones en algunas enteramente buenos y sin haberse dilatado la menor cosa.

474. Como no se han hecho pruebas relativas á averiguar en qué pueda consistir la contrariedad de estas observaciones, por las cuales parece que las piezas fundidas en sólido son y dejan de ser de competente resistencia, no podemos decidir en este asunto; y si solo nos atrevemos á esponer varias conjeturas que salvan esta especie de contradiccion.

475. En primer lugar: basta que una pieza fundida en sólido tenga suficiente resistencia y sea de muy buen servicio, para que no se deba atribuir á esta circunstancia la mala calidad de todas las de la misma especie que pueden ser diferentes por una multitud de circunstancias. Así, aunque en ciertas funciones de la artillería se haya observado que se han inutilizado á proporcion mas piezas de las fundidas en sólido que de las otras; parece se debe inferir que de ellas habia mayor número de mala calidad; lo uno porque las pruebas con que se admiten son insuficientes para manifestarlo; y lo otro porque habiendo hecho servicio en otras ocasiones las fundidas en huc-co, habian hecho ver entonces su mala calidad las que eran de esta especie.

476. En segundo lugar: puede muy bien ser que las piezas fundidas en sólido por lo mas afinado y puro de sus metales tengan mas, ó por lo menos tanta resistencia como las fundidas con macho; pero que sin embargo, por la menor dureza y



falta de temple que tienen sus ánimas segun arriba se deja expresado, estén mas espuestas á ser maltratadas ó inutilizadas por los golpes de las balas: defecto de mayor entidad cuando estas tienen mucho viento, son desiguales ó quebradizas, y no se oprimen entre dos fuertes tacos de filástica. Esta conjetura es tanto mas verosímil, cuanto en la ocasion en donde se dice haberse notado con mas particularidad la poca resistencia de los cañones en sólido, se hizo uso por necesidad de un gran acopio de balas que mucho tiempo antes se habian reprobado por de mala calidad, respecto á ser irregulares, de mucho viento y quebradizas. Añádese á esto la observacion hecha en el reconocimiento de todos los cañones de esta especie que se han inutilizado, por la cual consta que ha sido por asientos y golpes de balas ó de cascos de ellas.

477. A la verdad, no hay prueba contraria á esta suavidad ó falta de dureza que se atribuye á las piezas fundidas en sólido; pero las pruebas hechas en Sevilla, de que acabamos de dar noticia, y su resistencia frente de Gibraltar manifiestan evidentemente que esta mayor suavidad del metal contiguo al ánima puede ser solo un defecto esencial cuando se hace uso de balas de malísima calidad, que sin esta circunstancia se deben proscribir por no poderse dirigir con acierto.

478. En tercer lugar: el método actual de fundir puede ser defectuoso sin que esto sea por la circunstancia de que se trata; sino porque empleándose en la fundicion de una pieza casi doble metal que entra en ella (por razon del que queda en el horno llamado solerías, el que llena los canales, el de las grandes mazarotas que se añaden á los moldes, y el que sacan la barrena y la cuchilla en la máquina de barrenar y tornear), para no desperdiciarlo se vuelven á fundir repetidas veces los despojos; y no puede ningun fundidor por diestro que sea saber la calidad del metal que resultará de esta liga, á menos de no analizarlo todo.

479. Es un principio constante de que en el bronce con el

grado de fuego preciso para liquidarlo, se calcina parte del estaño, y como en las cargas de los hornos entra una porcion que se ignora las veces que habrá sido fundido, tampoco se podrá saber la dosis de la liga. Una mazarota por ejemplo, es un compuesto de bronce nuevos y de otros refundidos parte una vez, parte dos, y así en una progresion cuyo último término es imposible conocer: luego no se puede esperar que las piezas fundidas con mucha parte de tales bronce sean iguales é igualmente resistentes.

480. Es de notar que las ya citadas piezas que sufrieron los espresados 5124 tiros, se fundieron de solos torales de bronce nuevos: lo que es una comprobacion de que la desigualdad de resistencia esperimentada en las piezas fundidas en sólido, puede atribuirse tambien al principio que acabamos de esponer.

481. Parece se deberia concluir de todo lo espuesto; que supuesto hay suficientes fundamentos para creer que las piezas fundidas en sólido son menos resistentes por la mayor docilidad de sus ánimas que las fundidas en hueco; y además necesitándose mas metal para ellas, se deben proscibir y abandonar volviendo á fundir con macho. Esta consecuencia seria justa si las fundidas bajo este método no estuviesen espuestas á dos defectos privativos de él: uno sacar muchos vientos y escarabajos en sus ánimas; otro no estar éstas bien centradas, ó lo que es lo mismo estar sus metales desigualmente repartidos alrededor de ella, por cuya causa es errónea su direccion.

482. De modo, que prescindiendo de otras ventajas y defectos menos importantes de las piezas en sólido y en hueco, se puede reducir la solucion de la cuestion sobre su preferencia, á saber: si es mas ventajoso dotar á un ejército de un tren de artillería, cuyas piezas sean de conocida resistencia, pero de un coste inmenso (porque de treinta se suelen aprobar tres ó cuatro á causa de los muchos escarabajos), y de una direccion errónea; ó de piezas que tal vez tengan menos resistencia; pero

de mucho menor costo y de una direccion justa y precisa. Es cierto que en muchas ocasiones es de suma entidad que las piezas tengan una justa direccion, y que cuatro tiros de ellas harán mas efecto que veinte de otras que los dirijan aviesos.

483. Mas la resolucion de este problema aunque importante parece inútil; ó al menos que no se necesita saber por ahora respecto á que es de mayor importancia examinar y trabajar sobre los medios que se deben emplear para que las piezas fundidas en sólido tengan competente resistencia, ó para que fundiéndolas en hueco saquen buena direccion y menos escarabajos.

484. Lo primero parece se podrá conseguir cuidando de que las balas sean de buena calidad y que tengan el menor viento posible, á cuyo efecto sería muy oportuno apilarlas á cubierto y no á la intemperie como se practica. Este gasto se compensaria escesivamente por las ventajas que resultarian de que no estando las balas deterioradas y disminuidas de peso y diámetro, no maltratarian las piezas, sus tiros serian mas ciertos y mas fuertes sus golpes. Este medio merece al menos experimentarse.

485. Asimismo convendria probar la diferencia de resistencia de las piezas, cuyos bronces se funden por la primera vez y de las que parte de ellos se ha fundido muchas. De resultas, se podria arreglar en este punto la práctica de las fundiciones. Si se hallase que las piezas fundidas con bronces nuevos solamente eran muy superiores á las demás, podria ser muy útil fabricarlas todas de ellos, y estancar el bronce para aprovechar los desperdicios, evitando así su escesivo costo.

486. En fin, para enterarse de que las piezas fundidas eran de igual calidad, se podrian comparar y cotejar con las probadas de un molo que satisficiese y no como se practica. Véase el número anterior.

487. En caso que por estos ú otros medios no se pudiese llegar á conseguir que la artillería fundida en sólido fuese de

conocida resistencia, sería preciso recurrir á ver cómo se podría lograr que la fundida en hueco careciese de los defectos que hasta ahora le han sido anejos, que como ya se dijo, son tener muchos vientos en las ánimas, y no estar estas bien centradas.

488. El primer defecto depende de los vapores que hace salir del macho ó camisa de él el calor intenso del bronce, los cuales no hallando salida se interponen entre el metal y el cuerpo que los produce, no dejando que aquel se ajuste al molde. El segundo consiste en que no pudiéndose afirmar sólidamente el macho en el centro del molde, el golpe del metal le inclina á una parte ó á otra. Además del vicio que resulta en la dirección del tiro por estar el ánima torcida, tienen las piezas en hueco el defecto de que no estando la barrena con que se igualaban sus ánimas bien segura, ni siendo su movimiento igual, salían con varios golpes de barrena que ensanchaban su calibre por algunas partes, lo que contribuye á aumentar la incertidumbre de los tiros. Mas este defecto se desvanecería al presente, usando para ellas de la actual máquina de barrenar.

489. Los otros dos son sin duda mas difíciles de remediar; pero es preciso confesar que hasta ahora no se han puesto los medios conducentes para ello: por lo comun ha estado abandonada la fundición de estas piezas á asentistas ó fundidores que carecían de ciencia y eran unos meros prácticos: el ojo del oficial no registraba las operaciones y solo debía intervenir en la aprobacion de las piezas. Bosc de Antic en una memoria impresa entre las de la academia de las ciencias se propone hallar la causa de los vientos de las ánimas de las piezas de artillería y los medios de evitarlos; y en ella dice: «¿No sería practicable colocar y afirmar de tal modo el macho en el molde que no le pudiese inclinar de ninguna manera el golpe del metal fundido? No parece sea este un problema irresoluble por sus circunstancias complicadas: un artista esperto no encontrará grandes dificultades en su resolucion.» Pero no obstante, es

preciso decir no tenemos noticia de que hasta ahora se haya hallado.

490. Valiéndonos de este autor prosigamos tratando del modo con que se podría remediar que las piezas fundidas con macho tengan tantos vientos, lo que es tan comun, que ha sucedido que reconociéndose 20 piezas solo se han aprobado dos por esta causa. Todos los materiales de que se componen los moldes y tambien los machos, tienen la propiedad de producir vapores elásticos con la accion del fuego, y particularmente la arcilla: asi se observa que cuando se funden las piezas sale por la boca de los moldes un vapor ó humo bastante denso: de consiguiente si se hiciese sufrir á los moldes un grado de fuego igual al que da el metal, saldrian las piezas sin el menor viento. Para experimentar lo hizo el citado autor un crisol plano de 41 pulgadas 11 líneas y 9,2 puntos de largo y 25 pulgadas, 8 líneas de ancho, y habiendo liquidado en él 600 libras de cobre las dejó consolidar en el mismo crisol suprimiendo el fuego; y la plancha que resultó no tenia la menor porosidad notable, ni aun despues de haber vaciado en ella varios cristales; prueba á que hasta entonces no habia resistido ninguna plancha.

491. Es pues necesario que los machos que han de moldear las ánimas se preparen de modo que el metal líquido no los altere y les haga exhalar vapores. A este fin es necesario abandonar el estiércol y pelo de buey, que sirviendo solo para impedir las grietas (lo que se puede conseguir por otros medios eficaces), atraen el inconveniente de que con su interposicion estorban la íntima ligazon y union que debe haber entre las partes arcillosas, y el de que sea preciso un fuego excesivo para superar lo que tienen de expansivo y combustible.

492. Los machos se harán de consiguiente de sola arcilla: esta se lavará antes repetidas veces para estraer todas sus partes salinas, y despojarla de las materias grasas que subirán á la superficie del agua cuando esta haya penetrado bien la ar-



cilla: despues de seca se ha de quemar parte de ella por largo tiempo á una llama clara; y molida y pasada por un tamiz se mezclarán cuatro partes de la quemada con cinco de la que no lo haya sido: de esta mezcla se hará una pasta ó masa de regular consistencia; porque si estuviese espesa no se formarían bien los lechos; y si rala se podria descomponer el macho, tardaria en secarse, y la merma seria considerable.

493. El macho debe formarse en un cilindro cóncavo de madera bien sólida y seca: su diámetro será 10 pulgadas 5 líneas 10,9 puntos mayor que el del calibre de la pieza: dentro de él se asegurará otro cilindro sólido de 1 pulgada 1 línea, 11,8 puntos de diámetro, y de modo que sus ejes coincidan: el hueco que deje este cilindro ó vara despues de quemada no ocasionará perjuicio á la solidez del macho, y si disminuirá el peligro de que tenga grietas, y facilitará su fatima recocion. La cavidad que haya entre los dos cilindricos se llenará con la mencionada masa de arcilla, introduciéndola poco á poco, y oprimiéndola fuertemente. Hechos asi los machos se pondrán á secar á fuego lento, y despues en un horno para que sufran por 8 ó 10 dias el fuego mas activo: suprimido este se cerrarán las puertas y respiraderos del horno hasta que esté frio. Con semejante método presume su autor que los machos serán tan sólidos y duros, que ni se desprenderá ninguna parte de ellos al caer el metal, ni producirán vapor alguno; pero en todos estos puntos es necesario consultar antes la esperiencia; pudiendo asegurar que en el dia están resueltos estos dos problemas para los morteros cónicos.

494. Despues pasa este autor á proponer los medios de perfeccionar la artillería, que se reducen: 1.º á hacer hornos capaces de que en sus laboratorios se puedan fundir unas planchas tan grandes que divididas en tres partes iguales, se pueda sacar de cada una, torneándola y barrenándola, un cañon de á 24 ó de otro calibre: 2.º á hacer los moldes en un semejante crisol ó laboratorio, para que á medida que el metal se fuese

liquidando se introdujese en ellos: 3.º á fundir las piezas con el mismo método, y además colocar en cada molde su respectivo macho. El autor cree posible allanar las grandes dificultades que presenta cualquiera de estos métodos; pero aun en este caso tal vez resultarían estos medios viciosos porque no siendo un solo metal el fundido, sino un compuesto de cobre y estaño que jamás se mezclan bien, y de los cuales este se mantiene líquido á corto grado de fuego y se calcina en parte, no es fácil determinar la calidad interior y exterior de las piezas que resultarían. Así, solo hemos espuesto estas ideas para que se tenga noticia de ellas.

495. Con igual intento vamos á dar noticia del reconocimiento hecho en Sevilla en el año de 1783 de dos cañones de á 24, uno del antiguo método y otro del actual, inutilizados por el fuego que habían hecho. A cada uno de ellos se le hicieron cuatro cortes perpendiculares á sus ejes: el 1.º rasante al fondo de la recámara: el 2.º á 7 pulgadas, 7 líneas del principio del segundo cuerpo: el 3.º á 18 pulgadas, 8 líneas del filete de la escoria del fin de la caña: y el 4.º á 4 pulgadas, 8 líneas del mismo filete. En todas estas secciones se dejaron por cortar unos segmentos de  $4\frac{1}{2}$  ó mas pulgadas, para que tronchados por ellos los cañones manifestasen las fracturas, el grano, liga y textura de los metales. Examinados estos cortes en el cañon fundido en hueco por Solano en 1744 llamado *Mercurio*, y que por tener grano de hierro y el fogan abierto en él bastante dilatado se conocia había hecho mucho fuego, se halló: que en el primer corte estaban los bronces bien compactos sin la menor porosidad, y en la fractura manifestaban un grano igual y uniforme con muy rara pinta de estaño pero de un color muy subido que daba á entender la falta de este metal. En el segundo corte se descubrian muchos escarabajos de considerable magnitud y profundidad que parecían producidos de haberse liquidado ó disuelto el estaño de que estarían llenos: en la fractura había partes de un grano muy fino y compacto co-

mo si fueran de solo cobre, otras en las que apenas se percibia grano y que parecian de estaño; y otras en fin medias entre las dos, y que participaban de una y otra clase. En el tercer corte se notó que los escarabajos eran mayores pero en menor número: tambien habia varias manchas oscuras: la fractura contigua á la superficie exterior, manifestaba por esta parte un metal regular aunque con poco estaño; pero á dos ó tres líneas de la superficie exterior, solo se veia en ella un cuerpo esponjoso, muy obscuro y sin brillo. En el cuarto se observó lo mismo que en el tercero. Por las tres secciones últimas se conoció que los metales estaban desigualmente repartidos alrededor del ánima. Tambien se notó un escarabajo bastante profundo entre la cruceta que habia al fin de la recámara para sostener al macho.

496. En los cortes dados al cañon fundido en sólido por Baron en 1778 llamado *Destreza* se notó en el primero que el metal estaba muy unido y compacto, sin la menor porosidad, menos cerca de la union del grano con los broncees en donde habia hasta once desigualdades ó vientos de las cuales la mayor tenia 1 línea, 9 puntos de profundidad, y 2 líneas, 4 puntos de diámetro: el grano de la fractura era muy menudo ó igual, y se veian muy pocas y menudas pintas de estaño. En el segundo no se halló la menor porosidad ni viento: en la fractura aparecieron muchas manchas de estaño, asi su color era desigual: el grano era mucho mas grueso que el del primer corte de este cañon; é igual al parecer al del corte primero del anterior. En el tercero tampoco se notó el menor escarabajo: y en la fractura (hecha hácia la superficie exterior mientras que las de los otros tres cortes eran contiguas á las ánimas) no se notó la menor pinta de estaño, y sí un grano mas fino que el del corte anterior, aunque menos que el del primero. En el cuarto tampoco se descubrió ningun escarabajo: su fractura tenia un grano grueso como el del segundo corte, y no se notaron en ella manchas de estaño; pero sí unas oscuras y bastante-

mente grandes. El color del metal era por lo general menos subido que el del otro cañon. En fin, entre el grano de cobre puesto al fundirse la pieza y el bronce habia un escarabajo considerable.)

497. De este reconocimiento se infiere: 1.º que el metal de la pieza antigua no estaba tambien afinado y ligado como el de la moderna: 2.º que el fuego producido por la pólvora habia en el largo servicio del cañon antiguo fundido el estaño que no estaba bien mezclado con el cobre: pues parece imposible que si este cañon hubiese tenido desde luego los escarabajos y cavernas que hemos espuesto, hubiera podido resistir la prueba de fosa ni el largo servicio que habia hecho. Tambien y mas probablemente podian haberse formado las espresadas cavernas por la accion química que la pólvora inflamada puede ejercer, segun su composicion atómica, sobre los metales de la liga; especialmente sobre el estaño, conforme á lo esplicado en el título 1.º: 3.º que el bronce es mas igual y fino hácia la superficie exterior de las piezas fundidas en sólido que hácia el ánima; pues en el tercer corte del segundo cañon se observó que la fractura que estaba contigua á la superficie tenia el grano mas fino que la del segundo corte inmediata al ánima, y no se notaban las manchas de estaño que en esta, cuando parece debiera ser lo contrario por estar el segundo corte mucho mas próximo á la culata; 4.º que sin embargo de no haber hecho este cañon mucho fuego (como se conocia por lo poco dilatado de su primer fogon que aun conservaba), ya habia empezado á fundirse y desaparecer el estaño que no estaba bien ligado con el cobre, segun indicaban las manchas negras del cuarto corte, en cuyo paraje se podian mejor insinuar el fuego y el azufre por estar muy maltratado de golpes de bala: 5.º que el metal es mas puro, fino y mejor ligado en la parte inferior del cañon, y va siendo peor mientras mas se aproxima á la boca.

498. Por esta razon son tan útiles las mazarotas grandes.

Las que se ponen actualmente á nuestros cañones de á 24 pesan 37 quintales y son cilíndricas; por lo cual y por afinarse mejor los cobres, debe ser el metal de los cañones fundidos en sólido de mas ventajosa calidad que el de los antiguos, cuyas mazarotas pesaban menos, eran menores y se ensanchaban en forma de embudo: asi que gravitaban menos sobre los metales.

499. De cuanto dejamos espuesto se inferirá que la cuestion sobre la preferencia de los cañones fundidos en sólido ó en hueco está aun indecisa, particularmente si se atiende al número y mérito de los autores apologistas de uno y otro método. Pero no obstante la imparcialidad que nos hemos propuesto seguir, no podemos dejar de confesar que la justa direccion de los cañones fundidos en sólido es sumamente apreciable y digna de procurarse á cualquiera costa; pues no puede tener la artillería mayor defecto que la incertidumbre de sus tiros.

500. Aunque sin mostrarnos parciales é interesados no nos parece podamos decidir afirmativamente sobre si conviene fundir los cañones en sólido ó en hueco, no sucede así respecto de los morteros, y aun obuses. De ninguna manera parece sea útil fundir estas piezas en sólido. Para cerciorarse de ello basta leer lo que dice Cudray, el menor apologista del nuevo sistema, quien se espresa así: «Una de las mutaciones mas importantes que se haya hecho en las fundiciones, pero que concierne solo á los morteros, es la de fundirlos con macho.

501. «Se sabe que otras veces se fundian igualmente que los cañones. Se habia dejado este uso porque estando determinada la direccion del ánima por la del macho no podia jamás ser recta, no pudiendo el macho sostener el calor del metal fundido sin dislocarse considerablemente al tiempo de la fundicion.

502. «Este principio tanto mas cierto quanto mas largas son las piezas, era como se vé de poca importancia para los morteros que tienen el ánima corta. Sin embargo se le habia adoptado para ellos como para los cañones, sin examinar si la corta ventaja que presentaba para los morteros no atraía un incon-



»veniente mucho mas considerable que en la fundicion de los  
»cañones.

503. «Habiéndose observado en pruebas que se habian he-  
»cho con morteros de grande calibre, que este inconveniente  
»era mas considerable, se ha variado de método. En efecto, el  
»atento exámen que se hizo siempre en estas pruebas del esta-  
»do de diferentes morteros despues de haber tirado, ha hecho  
»ver constantemente que el estaño que entraba en la liga se re-  
»unia en el centro del mortero, y particularmente en la recá-  
»mara, en donde no tardando en liquidarse ocasionaba despues  
»de algunos disparos cavernas considerables.

504. «Háse pensado con razon que permaneciendo, necesa-  
»riamente el estaño mas tiempo líquido que el cobre, debia ser  
»comprimido por este metal, y echado desde la superficie de  
»la pieza por donde empieza á consolidarse hasta el centro don-  
»de acaba.

505. «Y como este fenómeno debia ser mas notable cuan-  
»to mayor fuese la masa fundida, se ha concluido, que los ca-  
»ñones debian sufrir menos por esta parte que los morteros, y  
»que estos estarian menos espuestos á los accidentes causados por  
»la reunion del estaño fundiéndolos con macho, como se hacia  
»antes: y efectivamente la esperiencia ha demostrado esto mismo.»

506. Puede añadirse á las razones de este autor el ahorro  
del mucho metal que es necesario para llenar el ánima de un  
mortero: y la mayor suavidad de las ánimas de los fundidos en  
sólido.

507. Se objeta al nuevo sistema de fundicion la operacion  
de tornejar las piezas, porque asi se despejan del metal mas com-  
pacto y resistente que es el de la superficie: se dan arbitrios para  
ocultar sus defectos con el martillo; y aumentando el grueso de  
las piezas para poderlas tornejar, se acrecienta su coste y los in-  
convenientes que atrae el estaño. A lo que satisfacen los apo-  
logistas del nuevo método con decir: que aun quando se suponga  
una pieza envuelta en un diamante, este solo evitará que el

cuerpo que contiene se rompa ó salte en pedazos como hacen las piezas de hierro colado. Pero si este cuerpo está compuesto de lechos suaves capaces de arrollarse unos sobre otros como el cobre, no estorbará la envoltura del diamante que los lechos interiores se arrollen quedando inútil la pieza. De consiguiente, habiendo manifestado la esperiencia que las piezas de bronce empiezan á inutilizarse por el ánima, y que las mas veces pierden su direccion y quedan inútiles antes que en la parte exterior se manifieste la menor señal de esta destruccion, será indiferente para su resistencia que se las despoje de la costra contigua al molde, tenga esta la dureza que se quiera. Asi mismo tampoco merece atencion el segundo inconveniente respecto á que el golpe del martillo debe llamar la atencion del oficial mas descuidado. En nuestras fundiciones por cuenta del Estado nunca existirá esta contra, pues nadie tiene interés en cubrir los defectos. Al tercer inconveniente responden; que la esperiencia ha manifestado que las piezas de mayor calibre en las que entra mas estaño han resistido mas que las de otro menor. Mas que aun cuando este y otros inconvenientes fuesen efectivos es mas útil tolerarlos que renunciar á la facilidad que el tornejar las piezas proporciona para reconocer la calidad de la fundicion á menos de no encontrar un método equivalente que tenga menos contras.

508. Otra diferencia que hay entre la artillería antigua y la actual es, que aquella se fundia sin grano, se abria el fogon en el bronce y despues de desfogonada se la echaba grano de hierro batido: se pasó luego á introducir en el molde un grueso grano de cobre fundido, y en él se abria el fogon. De estas dos prácticas ninguna parece ventajosa: la primera tiene el inconveniente de que dilatándose muy pronto el fogon abierto en el bronce, queda la pieza inútil hasta echarla un grano, operacion prolija y difícil de hacer en una batería. La segunda tiene aun mayores contras: jamás se consolida bien el bronce caliente con el cobre frio, y siempre por la union hay en aquel varias am-

Tomo II. 59

pollitas ó porosidades: y cualquiera de ellas que carga por la parte interior, será causa de que se forme un gran escarabajo á pocos disparos. Uno y otro se verificó en el reconocimiento del cañon fundido en sólido de que arriba se dió noticia. Véase como se esplica sobre este particular Cudray en su *artillería nueva*.

509. «Las esperiencias han conducido á establecer entre la fundicion de cañones y la de morteros otra diferencia. Se ponian indistintamente á estas dos especies de armas granos de cobre forjado, que se introducian en los moldes en el lugar donde se habia de abrir el fogon, y que hallándose despues de la fundicion fijos en el cuerpo de las piezas proporcionaban se pudiese abrir el fogon en una materia mas resistente para esta especie de esfuerzo que el bronce.

510. «Pero se habia observado por el uso que estos granos se torcian, y aun frecuentemente se fundian en todo ó en parte; de modo que en el mayor número de las piezas solo estaba abierta una corta parte del fogon en el grano de cobre forjado; el resto atravesaba el metal ordinario que se desgrana muy pronto en este paraje, y que no puede tener sino una débil resistencia.

511. «Habíase pues propuesto reemplazar estos granos por otros de la misma materia puestos en frio: esta proposicion heha mucho tiempo habia, despues de verificarse por pruebas ejecutadas con cañones, habia sido adoptada para ellos.

512. «Por las mismas razones se debia presumir debiera practicarse lo mismo con los morteros. Sin embargo esta conjetura se ha hallado desmentida por la esperiencia consultada siempre en las pruebas de Strasburgo, aun quando parecia que este razonamiento presentaba las inducciones mas ciertas. Despues de estas esperiencias se ha decidido que á los morteros se les pondrian los granos al fundirlos: Siendo fundidos con macho los morteros, la masa de metal es menos considerable que en los cañones que se continúan fundiendo en sólido: de donde

»se sigue que sufriendo los granos menos grados de calor, y sufriendolo menos tiempo estan menos espuestos á fundirse.»

513. Parece pues lo mas conveniente poner á las piezas granos en frio: estos pueden ser de cobre fundido, de cobre batido ó de hierro forjado. Los de cobre fundido son los menos resistentes y tienen ademas la contra de que suelen salir con algunos escarabajos considerables. Los de cobre batido son mucho mejores y de tanta ó mayor resistencia que los de hierro, si este metal se halla bien afinado, y como ademas sea el cobre mas análogo al bronce y no esté tan espuesto á oxidarse, parece lo mas acertado usar granos de esta especie segun está mandado por real resolucion, y solo echar mano de los de hierro en una urgencia.

514. Asi mismo se objeta á los cañones de campaña la posicion de sus muñones y los topes ó contramuñones que los franceses llaman *embases*. En el método antiguo se situaba el eje de los muñones medio calibre mas bajo que el de la pieza; y en el actual está el mismo eje solo de  $2\frac{1}{3}$  á  $3\frac{1}{2}$  líneas mas bajo; y ademas se refuerzan los muñones por la parte contigua á la pieza con los contramuñones que forman dos superficies planas, por las que el cañon queda ajustado entre las gualderas con cuyo arbitrio no pierde su justa posicion entre ellas, ni las maltrata con balances.

515. Para hacerse cargo de las ventajas ó defectos que desde luego presenta esta nueva colocacion de los muñones, es necesario tener presente: 1.º que si el eje de los muñones estuviese situado á la misma altura que el del cañon de modo que le cortase, cuando el cañon reculase en direccion de su eje, no oprimiria la telera de descanso, ni tampoco cabecearia, por estar el punto de apoyo en la misma direccion ó plano: 2.º que si el eje de los muñones estuviese mas alto que el de la pieza, en lugar de oprimir la culata á la telera de descanso ó solera, se elevaria con tanta mas fuerza quanto mayor distancia hubiese entre los dos ejes; pues el cañon vendria á formar un ver-

dadero péndulo: 3.º que si el espresado eje está mas bajo que el de la pieza, la culata oprimirá ó chocará con mas fuerza la so- lera ó cuñas cuanto mayor distancia haya entre los ejes; y despues se elevará por la reaccion de la misma fuerza: de mo- do que en esta ocasion formará tambien el cañon un péndulo colocado inversamente. Tambien es evidente que en el 2.º y 3.º caso parte de la fuerza que hace recular el cañon se ejerce contra la pieza procurándola encorvar, y que de consiguiente es menor el retroceso; y de aqui toman principio los apologis- tas de uno y otro método para defender en parte las dos dife- rentes situaciones de los muñones. Los que quieren que su eje esté medio calibre mas bajo alegan que así retrocede menos la pieza; y los que solo  $2\frac{1}{3}$  líneas á  $3\frac{1}{2}$ , que de este modo sufre menos el cañon y no está espuesto á encorvarse, procurand o unirse la caña con la culata. Estos añaden que la única razón de haberse situado el eje de los muñones medio calibre mas bajo que el de la pieza es para poder elevar mas las rodilleras y cubrir así mejor las cureñas; razon que no tiene lugar res- pecto á los cañones de campaña que se sirven sin parapetos; pero á esto se dice que estando el cañon mas bajo será menor su alcance.

516. Otro de los inconvenientes que se esponen contra la nueva colocacion de los muñones es, que la parte débil que re- sulta en el metal en el paraje que ellos ocupan viene á caer en el ánima y no en el macizo de la pieza: inconveniente que se hace mas considerable por la adiccion de los contramuñones. Es certísimo que el metal es menos resistente en la inmedia- cion de los muñones, de las asas ú otras partes salientes que impiden que se condense y reuna allí durante la fundicion. Ademas, á proporcion que se condensa el bronce arroja al es- taño superabundante hácia el centro; y como en los muñones actuales entra mas metal por razon de los contramuñones, se aumenta este inconveniente con ellos.

517. Al defecto que se atribuye por la reunion del estaño



de los muñones satisfacen plenamente los apologistas del nuevo sistema con decir: que estando el eje de los muñones casi en el mismo plano que el de la pieza, se reunirá el estaño en el centro de esta y lo extraerá la barrena; pero que si estuviesen colocados mas bajos quedaria este defecto en el grueso de metales.

518. En fin, esta cuestion como las demas de esta especie está aun indecisa y tiene fuertes razones en pro y en contra: sin embargo juzgando con imparcialidad, parece mas ventajosa la colocacion y refuerzo de los muñones en las piezas del nuevo método; porque se evita el tormento de la pieza y el de la cureña que la sostiene, de lo que resulta ser mas acertada la direccion de los tiros: ventajas que creemos superen los inconvenientes que envuelva esta situacion de los muñones.

519. Finalmente daremos noticia de los principales motivos por qué se han suprimido en Francia unas recámaras pequeñas que tenian los cañones de batir en el fondo de su ánima: y á cuyo extremo venia á terminarse el fogan y son: 1.º la dificultad de arreglar con ellas los tiros de rebote: 2.º el menor impulso de la bala respecto á que la inflamacion de la pólvora contenida en dichas recámaras en cantidad de tres onzas, la pondria en movimiento antes de inflamarse la carga: 3.º el inconveniente de que no pudiéndose limpiar retuviesen fuego. Mas sus defensores dicen que las espesadas recámaras aceleran la inflamacion de la pólvora, y resguardan ó conservan los fogones: esta ventaja es mas cierta porque durarán mas mientras mayores sean.

520. Aun hay otros muchos puntos de contestacion entre los defensores de los dos sistemas sobre todas las demas variaciones que se han hecho en las piezas, sus cureñas ó afustes, y efectos pertenecientes á su servicio.

521. La artilleria que se construia antes de la primera edicion de la obra del General Morla hecha en 1784, se llamaba de ordenanza, porque sus calibres y demás dimensiones estaban

determinadas por varias órdenes Reales; y se reducía á los 5 cañones y 3 morteros representados en la ( lám. 44 ) y que ya no se fabrican. La ( fig. 1 ) representa el perfil del cañon de á 24 ( fig. 2 ) cortado por todo el eje de su ánima. La ( fig. 3 ) el plano del cañon de á 16. La ( 4 ) el de á 12; la ( 5 ) el de á 8; y la ( 6 ) el de á 4. Estos cuatro últimos tenían tambien las armas y adornos que se manifiestan en la ( fig. 2 ); y además en la banda volante el nombre del Rey, y en la que está mas abajo el del cañon, con uno de estos dos motes latinos: *violati fulmina regis*, ó *ultima ratio regum*. Las ( figs. 7, 8, 9, 10 y 11 ) representan los respectivos perfiles de los 5 cañones espresados, cortados por el eje de los muñones para manifestar la colocacion de las asas llamadas en aquel tiempo *delfines* por tener una figura semejante á la de estos peces marítimos. ( Las figs. 12, 13, 14, 15 y 16 ) son las escalas en partes del calibre ó diámetro que tenían las balas de los cinco calibres dichos.

522. Para proporcionar los espesores de metales alrededor del ánima se divide el calibre en 16 partes iguales; y para proporcionar el refuerzo en la culata, y formar el brocal y las demás molduras, se dividia en 24 partes iguales del modo siguiente. Se tira una recta  $24z$  igual á dicho calibre: en uno de sus extremos  $24$  se levanta una perpendicular indefinida, en la que se coloca  $24$  veces un intervalo arbitrario  $24\ 23$ ; del punto  $v$  donde termina se tira la recta  $vz$ ; y tirando por los puntos 1, 2, 3 &c. paralelas á la  $24$ , son la primera un veinte y cuatro avos de  $24z$ , ó del calibre: la segunda dos, la tercera tres &c. Lo mismo se dividirá el calibre, ó  $16x$ , en 16 partes iguales.

523. La ( fig. 17 ) representa el plano del mortero antiguo de á 14 segun la moderna reduccion de medidas. La ( fig. 18 ) es el plano del mortero de á 10, y la ( 19 ) del de á 7. Las asas de estos tres morteros son dos delfines unidos, y los de las ( figuras 18 y 19 ) tenían tambien grabadas las armas Reales como el de la ( 17 ).

524. La ( lám. 45) representa los cañones de á 24, 16, 12, 8 y 4 que se fundian cuando se hizo la primera edicion de la obra del General Morla: los tres últimos *cortos y aligerados*. La figura (1) es el perfil del cañon de 24 (fig. 2) cortado por un plano que pasa por su eje, y es perpendicular al de los muñones. El cañon sea del calibre que se quiera, y sin contar sus molduras, sino el *liso de metales*, tiene la figura de tres conos truncados unidos por sus bases que son *aa' l l* llamado primer cuerpo ó refuerzo, *b' b' l l* segundo cuerpo, y *c' c' d' d* tercer cuerpo ó refuerzo, ó la caña. Para adorno y dirigir la puntería tienen las seis molduras siguientes que se colocan en los tres cuerpos ó refuerzos: 1.<sup>a</sup> el *filete ó liston* que tambien llaman *friso* y su figura es la de un rectángulo pequeño: 2.<sup>a</sup> *faja* de la misma figura del filete solamente que es mas ancha: 3.<sup>a</sup> *cordón, toro, bocel ó junquillo*, cuya figura es un semicírculo: 4.<sup>a</sup> *echino ó cuarto bocel*, de la figura de un cuadrante de círculo: 5.<sup>a</sup> *escocia ó media caña*: es un arco de círculo de 60 grados formado por un triángulo equilátero: 6.<sup>a</sup> *gola, cimacio, talon, papo de paloma ó pico de papagayo*: es una figura compuesta de dos arcos de 60 grados, uno hácia dentro y otro hácia fuera, que se construye tirando una recta, dividiéndola por medio, y describiendo sobre cada mitad un triángulo equilátero hácia los lados opuestos, cuyos vértices son los centros de dichos arcos. Cuando á cada lado del cordón ó junquillo hay un filete, se llama *astrágalo*, y para construirlo en el paraje que corresponde al medio de él, se tira una perpendicular al eje del cañon como la recta *xx'* de puntos, (fig. 4): se toma en ella el resalte de los filetes: por el punto en que este termina se tira la paralela al eje, y en ella se toma medio astrágalo hácia la boca, y medio hácia la culata, esto es, se toma á cada lado el radio del cordón y el ancho de uno de los filetes.

525. El ánima del cañon (fig. 1) es *ee' ff' ff'* su boca: *fe*, *f'e'* paredes del ánima: *ee'*, su fondo que está redondeado en *e* y *e'*, como sucede con todas las demas piezas; pero como estos

arcos son tan pequeños se considera, sin error sensible, como cilíndrica el ánima de los cañones, y las recámaras de los morteros cilíndricos y los obuses; y como cónica la de los cónicos.  $pn$  es el eje del ánima, el cual coincide con el  $ph$  del cañón:  $ge$  fogon abierto en el *grano* ó pieza de cobre  $ge$ , según se acostumbraba poner antiguamente en el molde mismo antes de fundir el cañón, y de cuyos defectos se habló en el párrafo 508. Actualmente se ponen como queda espresado anteriormente.  $AhA'$  *culata*, pero para su construcción solamente se entiende  $ah a'$ , como se vé en las (figs. 13 y 14), pues la otra parte  $no$  entra en la descripción del primer cuerpo como se ha visto. La parte esférica  $p'$  de la culata se llama *casabel*, y la parte estrecha  $q$  su *cueño*. Sirve el casabel para hermohear la pieza, y para montarla y desmontarla cuando no tiene asas:  $rr' d' d'$  *brocal* que para manifestar su construcción está representado en la (fig. 17). La porción arqueada  $rsr's'$  se llama *tulipa*, y la restante  $sd, s' d'$  *escocia*, cuya construcción se representa separadamente en la (fig. 17).  $u$  representa una de las dos *asas* que sirven para montar y desmontar las piezas, y cuya construcción está representada en la (fig. 16), y su elevación en la (15)  $GG'$ , *muñones* (figs. 1 y 2): sirven de eje para descansar el cañón sobre la cureña, y para facilitar su manejo. Por *longitud del cañón* se entiende la parte comprendida entre la faja alta de la culata y el vivo de la boca como  $op$  ó su igual  $A' 7$ . Esta se considera dividida en 7 partes iguales  $A' 1, 2, 3, \&c.$  y por ellas se arreglan las longitudes,  $ok, km, mp$  de los tres cuerpos y la colocación de los muñones y asas. *Refuerzo ó espesor de los metales* es el grueso del metal en el fondo del ánima y alrededor de ella, sin contar la parte  $ah a'$  de la culata ni otra ninguna moldura. Los resaltes ó alturas de las molduras se cuentan desde el liso de los metales: así el resalte de la faja alta de la culata es  $Aa$ . El perfil de este cañón de á 24 cortado por un plano perpendicular á su eje, y que pase por la mitad de las asas está representado en la (fig. 8).

526. El cañon de á 16 está representado en la (fig. 3); su figura, adorno y esplicacion son las mismas que las del de á 24; y su perfil está representado en la (fig. 9).

527. Los cañones de 12, 8 y 4 largos, estan representados en la (lám. 46 figs. 1, 2 y 3); su figura, adorno y esplicacion son las mismas que las de los de á 24 y 16.

528. El cañon de á 12 corto (lám. 45) cuyo plano representa la (fig. 5) y su perfil la (4) difiere del largo de su mismo calibre: 1.º en que á proporcion tiene menos longitud y refuerzos que él: 2.º en que el primer cuerpo acaba con la faja, y el segundo empieza con el talon ó papo de paloma: 3.º en que el espesor de la caña disminuye hasta el medio del astrágalo ó *collarino*, y despues sigue igual, es decir que la recta  $c x'$  es oblicua, y la  $x' d'$  paralela al eje de la pieza: 4.º en que tiene menos molduras y de diferente figura el astrágalo y cascabel: 5.º en que tiene los refuerzos o llamados *contramuñones*, con los que se ajusta mejor entre las gualderas de la cureña: 6.º en que los muñones están situados mas arriba: 7.º finalmente, en que el fogon no es perpendicular al eje del cañon, sino oblicuo para que el punzon que por él se introduce antes de poner el estopin, taladre el cartucho ó *saquete* en que se encierra la carga.

529. La (fig. 6) representa el plano de un cañon de á 8 corto; y aunque el fogon no se halla en el plano horizontal sino vertical que corta á este cañon pasando por su eje, para manifestar que su direccion es oblicua al eje como la anterior se representa por dos líneas de puntos, siendo igualmente semejante en todo lo demas al espresado cañon de á 12 corto.

530. El cañon de á 4 corto, que es en todo semejante á los de 12 y 8 de la misma especie, está representado en la (fig. 7).

531. El mortero cónico de 14 pulgadas, que toma este nombre por ser su recámara un cono truncado, está representado en la (lám. 47); la (fig. 1) es el plano de dicha pieza, cu-



ya caña  $ABCD$  es cilíndrica, el primer cuerpo  $BEFC$  cónico, y el extremo  $EFG$  llamado culote es un casco esférico:  $H$  es el asa cuya superficie es prismática, la cual está colocada inversamente que en las otras piezas;  $Y$  muñones;  $J$  contramuñones;  $K$  estribos ó refuerzos de los muñones los cuales terminan á 1 pulgada 1 línea 11,8 puntos de la faja inmediata;  $M$  cazoleta cuyo plano anterior  $ad$  que dista 3 líneas 5,9 puntos del centro del fogon, forma con la superficie  $FC$  del mortero un ángulo de  $93.^\circ$  consta de un cuarto bocel  $abcd$ , de un filete  $bcte$ , de una porcion esférica  $egf$ , y termina en una semiesfera  $gh$ :  $QR$  faja colocada en la caña:  $st$  id. en el brocal la cual se une á la caña del mortero con una escocia;  $AXZD$  filete de la boca.

532. La (fig. 2) es el perfil del mortero, cortado por un plano que pasa por el eje:  $A'B'CD'$  parte cilíndrica del ánima:  $B'J'L'C'$  id. cónica de la misma:  $J'G'H'L'$  recámara:  $X'G'H'Z'$  su fondo,  $v'u$  longitud del ánima:  $A'D'$  diámetro de la parte cilíndrica:  $J'L'$  diámetro menor de la parte cónica del ánima, que es el mayor de la recámara:  $Q'u$  longitud de esta:  $G'H'$  diámetro menor de la parte cónica de la misma:  $G'A''$  longitud ó altura del culote:  $A''B''$  longitud del primer cuerpo ó refuerzo:  $BC$  diámetro mayor de la parte cónica del mismo, es igual al de la caña ó parte cilíndrica del mortero:  $EF$  diámetro menor de dicho refuerzo:  $G'Q'$  espesor del culote:  $G'D''$  id. al rededor de la recámara:  $S'B'$  id. en la caña,  $Y'J'$  oido, el cual siendo perpendicular al costado  $H'L'$  de la recámara, su prolongacion va á terminarse en el centro de ella; su diámetro es de 3 líneas 2 puntos.

533. La (fig. 3) es el perfil cortado por un plano paralelo á la boca y que pasa por medio de la caña.

534. La cifra del Rey se graba inmediata á la faja suelta del mortero entre ella y el asa: el nombre del mortero se coloca en una faja volante entre la espesada faja de la caña y las molduras de la boca; el número, lugar de la fábrica, día,

mes y año en que se ha fundido se graba sin relieve debajo de la cazoleta junto al remate del cuerpo de la pieza paralelamente á la circunferencia de la base del culote: el peso se coloca en el muñon derecho, y en el izquierdo se espresa la clase de metal con que se ha fundido.

535. El mortero cónico de 12 pulgadas solo se diferencia del de á 14 en sus dimensiones, y en que sus muñones no tienen el refuerzo en forma de estribo que tienen los de esta pieza, pues en todo son semejantes; así que la descripción hecha de este sirve igualmente para aquel: se halla representado en la (lám. 49) en la que la (fig. 1) es el plano, (la 2) el perfil cortado por el eje, y la (3) otro perfil cortado por la caña.

536. El mortero cónico de 7 pulgadas solo se diferencia del de á 12 en las dimensiones y en la colocación de los muñones que están mas atrasados en aquella pieza que en esta; por lo demás su figura y construcción es enteramente igual en uno que en otro, así que su descripción es la misma. La (lám. 50) representa en la (fig. 1) el plano de esta pieza, la (fig. 2) un perfil cortado en la dirección del eje, y (la 3) otro perfil cortado por delante del asa.

537. No se habla de los morteros cilíndricos y de plancha por estar abolidos por Real orden de 9 de Abril de 1793, y los pedreros por Real orden de 7 de Agosto de 1833.

538. Los morteros cónicos se sirven en afustes cuyas gualderas son de bronce y las entregualderas de madera; la (lámina 51, fig. 1), representa una gualdera para los de á 14 vista de costado:  $AB$  es la longitud total de ella:  $PT$  altura del centro de la muñonera:  $P$  centro de la misma:  $PC$  radio de ella:  $DE$  abertura de la muñonera:  $DFEGH$ , refuerzo de la muñonera:  $abcdefghijklmnop$ , molduras exteriores:  $YY'$  bolones de testera:  $JJ'$  id. de la contera: los  $Y, J$  sirven para hacer ronzar el mortero á derecha ó izquierda, y los  $Y', J'$  para entrar y sacar de batería el mortero:  $YL, JM$  altura del centro de dichos bolones:  $a'b'$ , su diáme-

tro:  $c'd'$ , id. de su raíz:  $e'f'$ , longitud de los mismos comprendida su raíz:  $gr, xy$ , altura del centro de los pernos superiores de testera y contera:  $tu, vz$ , id. del centro de los pernos inferiores también de testera y contera:  $g'h'$ , diámetro ó hueco del agujero para dichos cuatro pernos:  $j'k'$ , diámetro del refuerzo de estos agujeros para el tope de los cabezales de los pernos y de las chavetas ó tuercas.  $NOQRSV$ , rebajo que debe tener la gualdera por la parte interior para recibir la entregualdera de testera:  $N'O'Q'R'S'$ , rebajo que debe tener la gualdera por la parte interior para recibir la entregualdera de contera. La (fig. 2) es la vista de la gualdera por el frente de testera:  $AB$ , grueso por la parte inferior:  $CD$  id. por la parte superior:  $AE$  altura de la base de la gualdera:  $FG$  salida de la base:  $FH$  altura de la media caña:  $CABGFYJKD$ , espesor del cuerpo principal de la gualdera desde la testera á la contera:  $ab$  ancho del resalte sobre el cuerpo de la gualdera:  $cd$  altura de la media caña sobre el resalte anterior:  $de$  resalte de la media caña:  $fg$  altura de la última media caña sobre el resalte anterior:  $hklm$  refuerzo interior de la muñonera que sirve de tope á los contramuñones, cuyo grueso llega á la vertical, finalizando en el cuerpo de la gualdera con una media caña:  $LM$  grueso de la muñonera igual al largo de los muñones.  $ENOP$ , son los rebajos para las entregualderas. El peso de la gualdera se graba en la parte exterior debajo del refuerzo de la muñonera.

539. La (fig. 3) de la misma lámina representa la vista de costado de una gualdera para afuste de mortero cónico de á 12 y la (fig. 4) la vista por el frente de testera; mas como sean enteramente semejantes y solo se diferencian en las dimensiones que son menores en esta, la descripción que se ha dado para las de á 14 sirve igualmente para las de á 12.

540. Los obuses de á 9 cortos antiguos y los de á 7 también cortos están representados en la (lám. 51). La figura exterior de los obuses, es semejante á la de los cañones por lo

que la esplicacion dada en los párrafos desde el 524 hasta 530 inclusive, es aplicable á esta arma. La (fig. 5) manifiesta el plano de un obus de á 9 corto antiguo, en la que con líneas de puntos están marcadas su ánima y recámara; *AM* longitud del ánima: *AB* idem de la recámara: *CH* diámetro del ánima: *tv* idem de la recámara: *DB* longitud del primer cuerpo: *BR* del segundo: *RM* del tercero ó de la caña: *L* cazoleta: *P* asa que se representa separadamente en la (fig. 6) para indicar su construccion: *N* muñones: *Y* contramuñones. En las (figs. 7 y 8) está representada la cazoleta de dicho obus para manifestar su construccion. El de 7 corto representado de plano y perfil en la (fig. 9) difiere del de 9 corto antiguo en sus dimensiones y molduras, en que no tiene cazoleta, y en que su fogon es oblicuo al eje como dijimos (528) de los cañones de 12, 8 y 4 cortos.

541. El obus de  $6\frac{1}{2}$  sin recámara, está representado de plano en la (fig. 1.<sup>a</sup> de la lám. 48); este difiere lo mismo que todas las piezas inventadas últimamente de las que se han construido hasta aqui en que la lámpara *abcd* en lugar de estar formada por dos arcos uno cóncavo y otro convexo, lo está por un cono truncado y ademas en tener menos molduras, principalmente en el brocal, donde en lugar de tulipa, tiene unicamente una faja *eh*: solo tiene dos cuerpos; el primero *AD* es un cono truncado lo mismo que el segundo *De*. Los referidos cuerpos estan unidos entre sí, y á las fajas de la culata y brocal por medio de arcos. La direccion de su fogon *AG* es oblicua y el eje *PN* de los muñones pasa por debajo del de la pieza (fig. 2); siendo *SRT* el ángulo que forman los planos interiores de las asas, por medio de las cuales pasa el perfil representado en dicha (fig. 2). En las (figs. 5 y 6) de dicha (lám. 48) está representado el plano del obus de  $6\frac{1}{2}$  con recámara y su perfil cortado por un plano perpendicular al eje de la pieza que pasa por medio de las asas, al cual lo mismo que al de á 9 y 7 largo, 9 corto moderno y 5 corto, es aplicable lo que se ha dicho del obus de  $6\frac{1}{2}$  sin recámara: su primer cuerpo *AB* es: cilin-

drico, y el segundo y tercero *CD*, *DE* son conos truncados hasta la faja del astrágalo, siendo cilíndrica la parte *ne* hasta la faja del brocal. La recámara *GH* y el ánima *YK* son cilíndricas y están unidas entre sí por medio de un cono truncado *HY*; su fogon *AG* es oblicuo, el eje *PN* de los muñones (fig. 6) pasa por debajo del de la pieza.

542. Las (figs. 3 y 4 de la lám. 48), son el plano y perfil cortado por medio de las asas del obus de á 9 largo; cuya pieza solo se diferencia del obus de  $6\frac{1}{2}$  en no tener astrágalo, siendo toda su caña un cono truncado, y la (fig. 10) el perfil cortado por el eje de la misma.

543. Las (figs. 7 y 8) de la misma lámina son el plano del obus de 5 corto y el perfil cortado por un plano perpendicular al eje de la pieza, el cual pasa por delante de los muñones. Esta pieza no tiene asas, por que por su poco peso se puede manejar á brazo: tiene unicamente dos cuerpos; el primero es cilíndrico y el segundo es un cono truncado: su exterior es idéntico al de los obuses de á 9 largos y  $6\frac{1}{2}$  con recámara.

544. Las (figs. 1, 2 y 3 de la lám. 52) son el plano del obus de á 9 corto moderno, y los perfiles cortados, el primero por un plano perpendicular al eje de muñones y que pasa por el de la pieza, y el segundo por otro plano que siendo perpendicular al referido eje de la pieza, pasa por la mitad de las asas: esta pieza tiene unicamente dos cuerpos, el primero es un cono truncado y el segundo es cilíndrico, siendo esférica la union de la recámara con la parte cilíndrica del ánima.

545. Las (figs. 4, 5 y 6 de la lám. 52) son el plano del obus de á 7 largo y los perfiles cortados por las mismas líneas que los del obus de á 9 corto moderno. Esta pieza tampoco tiene mas que dos cuerpos, siendo el primero un cono truncado y el segundo cilíndrico, uniéndose la recámara con la parte cilíndrica del ánima por medio de un cono truncado.

546. De todo lo espuesto resulta que al presente se fabrican las 19 piezas siguientes: cañones de á 24 y 16, de á 12, 8 y 4 lar-



gos; de á 12, 8 y 4 cortos; morteros cónicos de 14, 12 y 7, obuses de á 9 largos, 9 cortos antiguos y modernos, 7 largos y cortos, 6½ con recámara y sin ella y de 5 corto, aunque los obuses de á 9 cortos antiguos y los de 7 cortos, deberán suprimirse, tan pronto como se mande adoptar definitivamente los obuses de á 9 cortos modernos y de á 7 largos, los cuales una de las ventajas que tienen es poderse servir los primeros en las cureñas de los cañones de á 24, y en la de los de á 12 los segundos.

547. Cañones de calibre regulares se llaman á los 5 de á 24, 16, 12, 8 y 4 que actualmente se fabrican sean largos ó cortos, y de calibres irregulares á los de los otros calibres. En los estados de existencias se ponen separados los cañones de estas dos clases, pero respecto de lo que se acaba de esponer, seria muy propio clasificar tanto los cañones como las demas piezas, llamando *cañones ó morteros* &c., ó en general *piezas de ordenanza* á las espresadas, y *cañones ó morteros* &c, ó en general *piezas* que no son de ordenanza á las demas.

548. Atendiendo al servicio á que se destinan en la guerra las piezas de artillería, se dividen principalmente en dos clases, una comprende las destinadas para la defensa y ataque de las plazas, á las cuales se llaman *artillería de plaza y sitio*, y la otra la destinada para las acciones campales ó *artillería de batalla*. Son de artillería de plaza y sitio los cañones de 24, 16, 12, 8 y 4 largos, todos los morteros y los obuses de á 9 largos y cortos, advirtiendo que en varias ocasiones, suelen ser de mucha utilidad en la defensa y ataque de las plazas; los cañones de á 4 cortos y los obuses de á 7. Son de artillería de batalla los cañones de á 12, 8 y 4 cortos, los obuses de 7 largos y cortos, los de á 6½ con recámara y sin ella y el de á 5 corto.

549. Por *cañones de batir* se entienden los de á 24 y 16, porque en el ataque y defensa de plazas sirven para batir y demoler sus obras y destruir sus fuegos; y por *cañones de campaña* los de á 12, 8 y 4 porque sirven principalmente para las acciones campales: para esto pueden destinarse los largos y

los cortos; pero se dota el ejército del número correspondiente de los últimos, como mas ventajosos en general, y se agregan segun las circunstancias particulares algunos de los primeros, y aun del calibre de á 16.

550. Finalmente por *artillería gruesa ó de grueso calibre* se entiende los cañones, morteros y obuses de mucho calibre; y se llaman *de corto calibre* los pequeños. Sobre esto no se puede dar una regla fija; porque en un tren de campaña se llama artillería gruesa á los cañones de á 12, cuando no se lleva de los de á 16.

551. Concluiremos este artículo con las dos tablas adjuntas de las dimensiones, peso &c. de las piezas de artillería que en el dia están en uso sin que nos persuadamos que las nociones dadas en él, sean suficientes para formar un oficial director de una fundicion: para esto son indispensables muchos conocimientos de química y de metalúrgia, y ademas una grande experiencia acompañada de un cierto talento de meditacion y combinacion que no todos poseén. Nuestro objeto ha sido dar sobre este importante ramo, las ideas suficientes para que los jóvenes tomen una tintura de lo que es una fundicion; del método con que se fabrican las pesadas armas que han de manejar y servir, y de los principios por que se debe apreciar su calidad y mejorar su construccion. Creemos haber conseguido mucho si al mismo tiempo les inspiramos el que discurren este y otros puntos de nuestra facultad sin preocupacion, parcialidad ni acritud; sino desconfiando sinceramente de las apariencias, y dando solo un eterno asenso á lo que manifiestan exactas, repetidas y combinadas experiencias; que es lo que conviene al servicio del Estado, al honor del Cuerpo y á la propia reputacion de cada particular.

FIN DEL SEGUNDO TOMO.





LIBROS DE LAS PIEDRAS REQUERIDAS

Sus dimensiones en medida de Castilla

Diámetro del tronco  
 Longitud del tronco  
 Longitud desde la base al centro de las ranuras  
 Longitud desde la base al fin del cascabel  
 Diámetro y longitud de las ranuras  
 Espesor de las ranuras en la ranura del fondo del tronco  
 Diámetro del primer cuerpo  
 Diámetro del segundo cuerpo  
 Diámetro de la base  
 Diámetro de la ranura  
 Diámetro del tronco  
 Diámetro de la base

Calibres que corresponden a la longitud de las piedras  
 desde la base hasta el tronco

Libros castilianos. Peso de las piedras con maxarola.  
 (Id. regular ó conchadas)

Libros de metal por libra de plata

24.	16.
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
100	100

LIBROS

12.	8.
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
100	100

LIBROS

8.	4.
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
100	100



# DIMENSIONES PRINCIPALES Y PESO DE LAS PIEZAS DE ARTILLERIA DE BRONCE.

CALIBRES DE LAS PIEZAS REGULARES.	MORTEROS CÓNICOS.									OBUSES.										MORTERETE.																													
	14.			12.			7.			9 LARGO.			9 CORTO MODERNO.			9 CORTO ANTIGUO.			7 LARGO.			7 CORTO.			6 1/2 CON RECÁMARA.			6 1/2 SIN RECÁMARA.			5 CORTO.			7.															
	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.									
<i>Sus dimensiones en medida de Castilla.</i>																																																	
Diámetro del ánima en la caña.....	1	1	11	10,5	11	9	7,7	7	1	8,2	9	3	11,0	9	3	11,0	9	3	11,0	7	2	3,2	7	2	3,2	6	6	11,8	6	6	11,8	5	2	8	8	2	9,6												
Longitud de la parte cilíndrica del ánima.....	1	1	4	6	11	3	9,8	6	6	8,3	7	1	4	10,4	3	4	1	8	2	6	5	5,8	5	9	6	3	1	9	6	9,7	4	11	7	9,3	5	9	6	7,7	2	4	10	2	6	2	2,1				
Longitud de la parte tronco-cónica de la misma.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..									
Longitud del ánima en la parte curva y continuacion de la recámara.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..									
Diámetro de la recámara.....	..	2	5	11	..	2	1	6,7	..	1	6	7,8	..	..	..	..	..	3	10	4	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					
Id. inferior de la recámara.....	..	10	7	5,5	..	8	11	4,2	..	5	1	7,1	..	6	6	11,8	..	5	2	7,9	..	5	9	11,3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					
Longitud de la recámara.....	..	5	9	4,3	..	5	3	0,6	..	2	8	7,7	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					
Longitud del primer cuerpo desde la faja alta de la culata inclusive.....	..	9	..	5	..	6	10	6,9	..	3	9	9,1	..	9	10	..	..	9	6	..	..	1	1	9	6,5	..	6	7	..	..	8	1	11,1	..	5	7	..	..	9	10	10,3	..	9	10	10,3	..	7	5	1
Longitud del primer cuerpo comprendida la parte esférica de la culata.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					
Id. del primer cuerpo ó parte cónica con inclusion de la sagita del culote.....	1	1	2	11,2	..	11	10	6,2	..	6	7	10,3	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					
Id. del segundo cuerpo.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
Id. de la caña hasta el vivo de la boca.....	2	2	6	3,2	1	8	9	5,8	..	10	6	1,2	4	8	9	11	..	..	..	..	..	1	6	9	7	..	11	6	4,6	2	11	6	4,6	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..				
Espesor de metales alrededor de la recámara.....	..	6	11	11,2	..	6	1	5,3	..	2	3	11,7	..	7	6	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..					
Id. en la rasante del fondo de la misma.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
Id. en el principio del segundo cuerpo.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
Id. en el fin de dicho cuerpo.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
Id. alrededor de la caña.....	..	4	4	5,5	..	4	..	11,5	..	1	5	5,8	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..									
Id. al principio de la misma.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
Id. al fin de id.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
Id. en el cuerpo intermedio del ánima y recámara.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..								
Diámetro de los muñones.....	..	9	3	11	..	9	3	11	..	3	5	11,6	..	6	6	11,8	..	6	6	11,8	..	5	9	11,3	..	5	9	11,3	..	5	9	11,3	..	5	9	11,3	..	5	9	11,3	..	5	9	11,3	..	5	9	11,3	
Longitud de los muñones desde los contramuñones.....	..	6	11	11,2	..	6	11	11,2	..	4	7	11,5	..	6	6	11,8	..	6	6	11,8	..	5	9	11,3	..	5	9	11,3	..	5	9	11,3	..	5	9	11,3	..	5	9	11,3	..	5	9	11,3					
Longitud total de la placa.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..									
Ancho de ella.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..									
Grueso de la misma.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..									
Distancia del extremo inferior de la dicha hasta encontrar con el eje del morterete.....	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..									
Diámetro del fogon.....	..	..	3	5,9	..	..	3	4,8	..	..	2	3,1	..	..	3	2,4	..	..	3	2,4	..	..	3	5,9	..	..	3	2,4	..	..	2	3,9	..	..	2	7	..	..	2	7	..	..	2	11					
Diámetro del proyectil.....	1	1	10	1,5	..	11	7	10,7	..	6	11	11,2	..	9	1	9,3	..	9	1	9,3	..	9	1	9,3	..	9	1	9,3	..	6	11	11,2	..	6	11	11,2	..	6	4	3	..	6	4	3	..	5	1	2	
LIBRAS CASTELLANAS. {																																																	
Peso de las piezas con mazarota.....	6100			4100			500			14600			6100			6900			4100			2100			3200			3200			750			1044															
Id. regular ó concluidas.....	2800			1930			208			6500			2750			2800			1900			735			1270			1315			200			190															





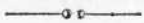
## INDICE.

	<u>Páginas.</u>
TITULO II, DE LAS PIEZAS DE ARTILLERÍA.....	5
§. 1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	7
§. 6. <i>Del hierro forjado y de la artillería construida con él.</i> .....	10
§. 21. <i>Del hierro colado y de su aplicacion á las piezas de artillería.</i> .....	23
§. 198. <i>Artillería de hierro colado con refuerzos de hierro batido.</i> .....	110
§. 210. <i>Artillería de hierro y bronce.</i> .....	116
§. 214. <i>Artillería de bronce.</i> .....	120
§. 301. <i>Bronce de campanas y su aplicacion á la artillería.</i> .....	179
<i>APÉNDICE sobre la fabricacion de los proyectiles de hierro fundido y forjado sólidos y huecos...</i>	183
§. 1. <i>Fabricacion de las municiones de hierro colado.</i>	185
§. 4. <i>Moldeo de los proyectiles sólidos.</i> .....	187
§. 19. <i>Moldeo de los proyectiles huecos.</i> .....	191
§. 42. <i>Modo de hacer la colada, desbaratar los moldes de los proyectiles y concluirlos.</i> .....	202
§. 62. <i>Fabricacion de la metralla.</i> .....	210
§. 73. <i>Dimensiones de los proyectiles.</i> .....	214
§. 74. <i>Viento de los proyectiles.</i> .....	218



TÍTULO III, DE LA FUNDICION DE LAS PIEZAS DE ARTILLERÍA DE BRONCE.....		229
§. 1.	NÚMERO 1.º del cobre y del estaño, sus afinos y liga mas oportuna para las piezas de artillería.	233
§. 159.	Naturaleza y análisis de los bronce; como igualmente de las ligas de cobre y zinc, de plomo y estaño, y de cobre y plata.....	296
§. 174.	Modo de separar el cobre del metal de las campanas.....	304
§. 179.	NÚMERO 2.º de la moldería.....	309
§. 180.	Ingredientes y materiales para la construccion de los moldes.....	310
§. 201.	Útiles para el taller de moldería.....	316
§. 204.	Taller de moldería y método de formar los moldes.	318
§. 283.	NÚMERO 3.º de los hornos de fundicion y fábrica de las piezas de artillería.....	359
§. 413.	NÚMERO 4.º del reconocimiento y pruebas de las piezas de artillería.....	423
§. 461.	NÚMERO 5.º comparacion de la artillería llamada de ordenanza con la actual.....	447

# ERRATAS.



<u>Pág.</u>	<u>Lin.</u>	<u>Dice.</u>	<u>Debe decir.</u>
34	4	estan	estaban
Id.	20	shrapnells	shrapnells
40	33	figura	figura;
43	Id.	umentado	umentando
52	6	lana	lona
64	27	ascenso	asenso
79	4	el	él
82	última.	omo	como
84	9	deseé	deseé
88	tabla.	Fu ndon	Fundicion
Id.	Id.	Métrico	métrico
95	4	podria	podria
106	17	arian	varian
108	28	humbral	umbral
125	29	la	las
136	4	de el	de él
167	33	atendidos	atendidos
186	9	shrapnells	shrapnells
206	2	número	número de
210	9	de comparar	comparar
287	última.	fundidos	fundidos
311	20	(fig. 11)	(fig. 8)
339	Id.	terreos	terreos
Id.	27	modo;	modo,
355	32	por analogía en	en
360	10	on	ona
361	2	Si las	Si se las
370	1	cook	cooke
Id.	2	carbon, de leña	carbon de leña
383	11	harro	baño
442	20	hácia	hacia
466	24	"ha	"cha
479	26	plazas;	plazas

En la tabla pág. 320, en las dimensiones del huso del obus de á 9 largo, diámetro menor, dice  
 „ „ 6 y debe leerse 1 „ 6

B R A T S

<u>Fecha de pago</u>	<u>Desc.</u>	<u>Fin.</u>	<u>Paid.</u>
1870	Saldo	100	100
	Intereses	10	110
	Amortización	10	120
	Reserva	10	130
	Dividendos	10	140
	Impuestos	10	150
	Depreciación	10	160
	Reparaciones	10	170
	Seguros	10	180
	Salarios	10	190
	Alquileres	10	200
	Comisiones	10	210
	Intereses	10	220
	Amortización	10	230
	Reserva	10	240
	Dividendos	10	250
	Impuestos	10	260
	Depreciación	10	270
	Reparaciones	10	280
	Seguros	10	290
	Salarios	10	300
	Alquileres	10	310
	Comisiones	10	320
	Intereses	10	330
	Amortización	10	340
	Reserva	10	350
	Dividendos	10	360
	Impuestos	10	370
	Depreciación	10	380
	Reparaciones	10	390
	Seguros	10	400
	Salarios	10	410
	Alquileres	10	420
	Comisiones	10	430
	Intereses	10	440
	Amortización	10	450
	Reserva	10	460
	Dividendos	10	470
	Impuestos	10	480
	Depreciación	10	490
	Reparaciones	10	500
	Seguros	10	510
	Salarios	10	520
	Alquileres	10	530
	Comisiones	10	540
	Intereses	10	550
	Amortización	10	560
	Reserva	10	570
	Dividendos	10	580
	Impuestos	10	590
	Depreciación	10	600
	Reparaciones	10	610
	Seguros	10	620
	Salarios	10	630
	Alquileres	10	640
	Comisiones	10	650
	Intereses	10	660
	Amortización	10	670
	Reserva	10	680
	Dividendos	10	690
	Impuestos	10	700
	Depreciación	10	710
	Reparaciones	10	720
	Seguros	10	730
	Salarios	10	740
	Alquileres	10	750
	Comisiones	10	760
	Intereses	10	770
	Amortización	10	780
	Reserva	10	790
	Dividendos	10	800
	Impuestos	10	810
	Depreciación	10	820
	Reparaciones	10	830
	Seguros	10	840
	Salarios	10	850
	Alquileres	10	860
	Comisiones	10	870
	Intereses	10	880
	Amortización	10	890
	Reserva	10	900
	Dividendos	10	910
	Impuestos	10	920
	Depreciación	10	930
	Reparaciones	10	940
	Seguros	10	950
	Salarios	10	960
	Alquileres	10	970
	Comisiones	10	980
	Intereses	10	990
	Amortización	10	1000

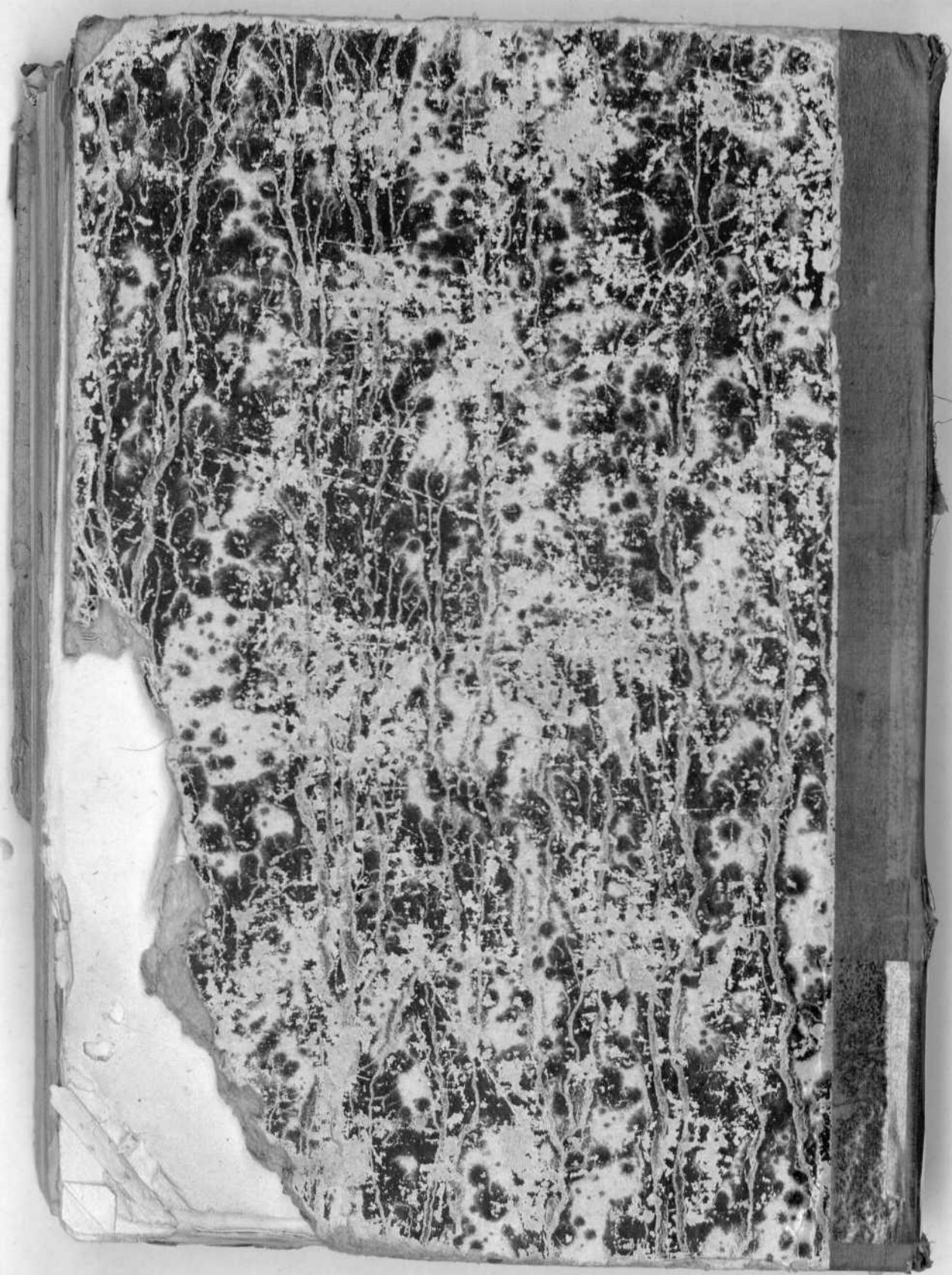
Este libro se abrió en la oficina de la Compañía de Seguros de la Ciudad de Nueva York, el día 1 de Enero de 1870.



5000pt



46 al 59  
178 al 183, y 192 } Accros



WILLIAM B. ELLIOTT

PLANTATION

WILLIAM B. ELLIOTT

PLANTATION

1929

1929