

5 AS

17^a 5^a 22-1878-70

39554

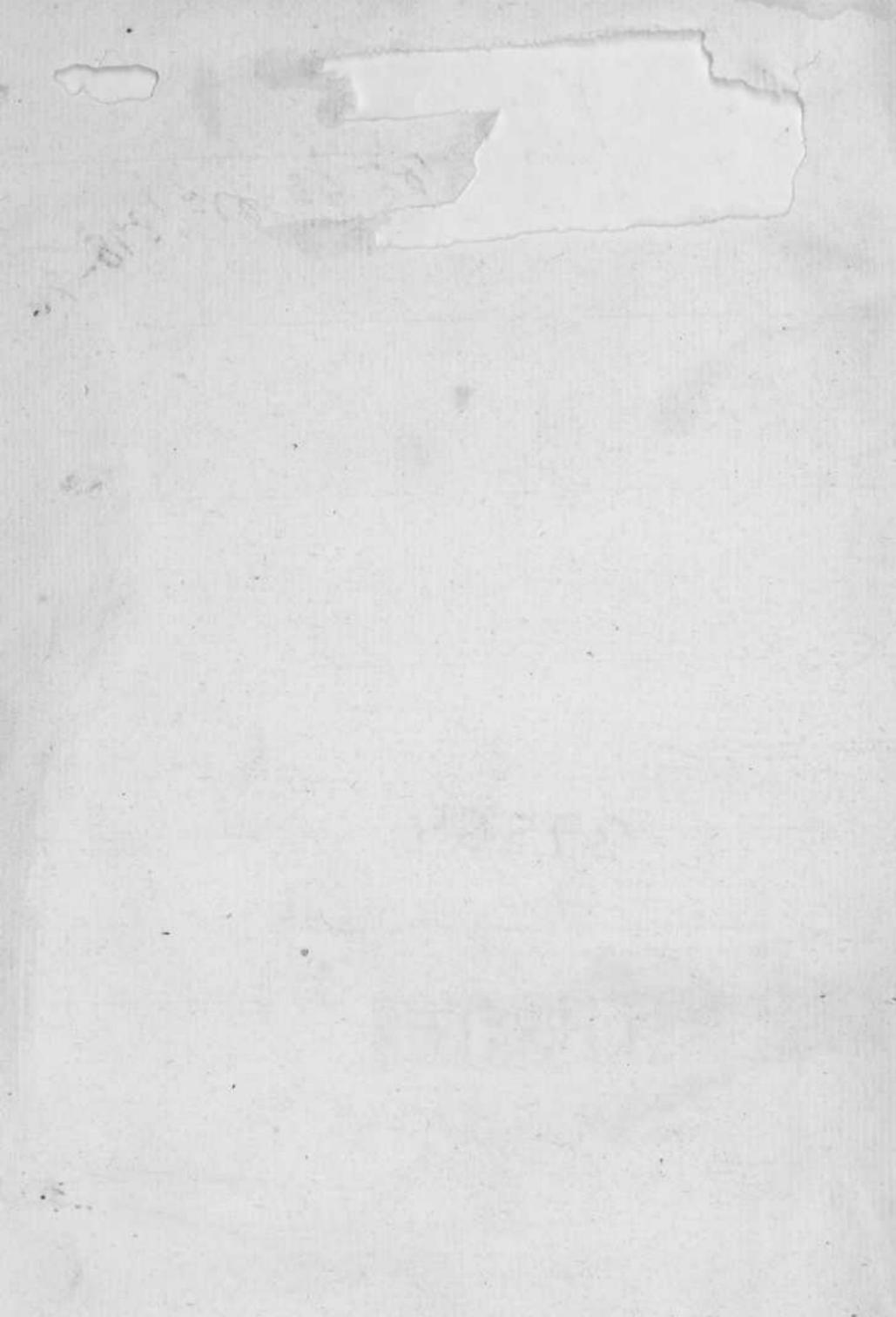
Sig.: 70404

Tít.: Tratado de artillería para el

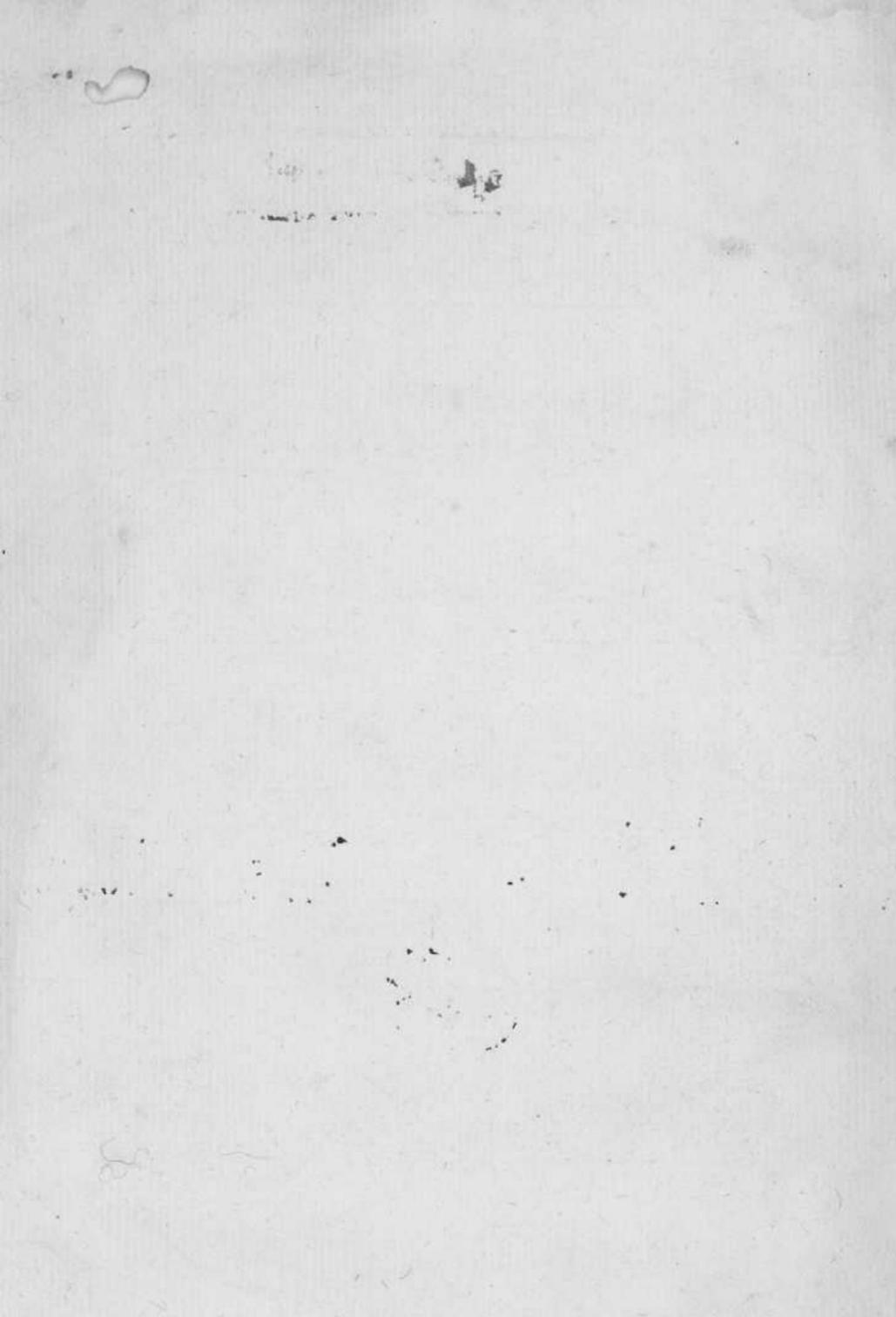
Aut.: Morla, Tomás de

Cód.: 51049417









TRATADO
DE
ARTILLERIA.
TOMO PRIMERO.

○△△○
SECCION

ARMADURA PROVINCIAL
DE

AMERICAN AIRWAYS
INC

1945



R. 8704

TRATADO
DE ARTILLERIA

PARA EL USO DE LA ACADEMIA
DE CABALLEROS CADETES
DEL REAL CUERPO DE ARTILLERIA,
DIVIDIDO EN QUATRO TOMOS,
Que tratan de las principales funciones
de los Oficiales de este Cuerpo
en Paz, y en Guerra.

ESCRITO
POR DON TOMAS DE MORLA, *Teniente Coronel de los
Reales Exércitos, y Capitan del mismo Cuerpo.*

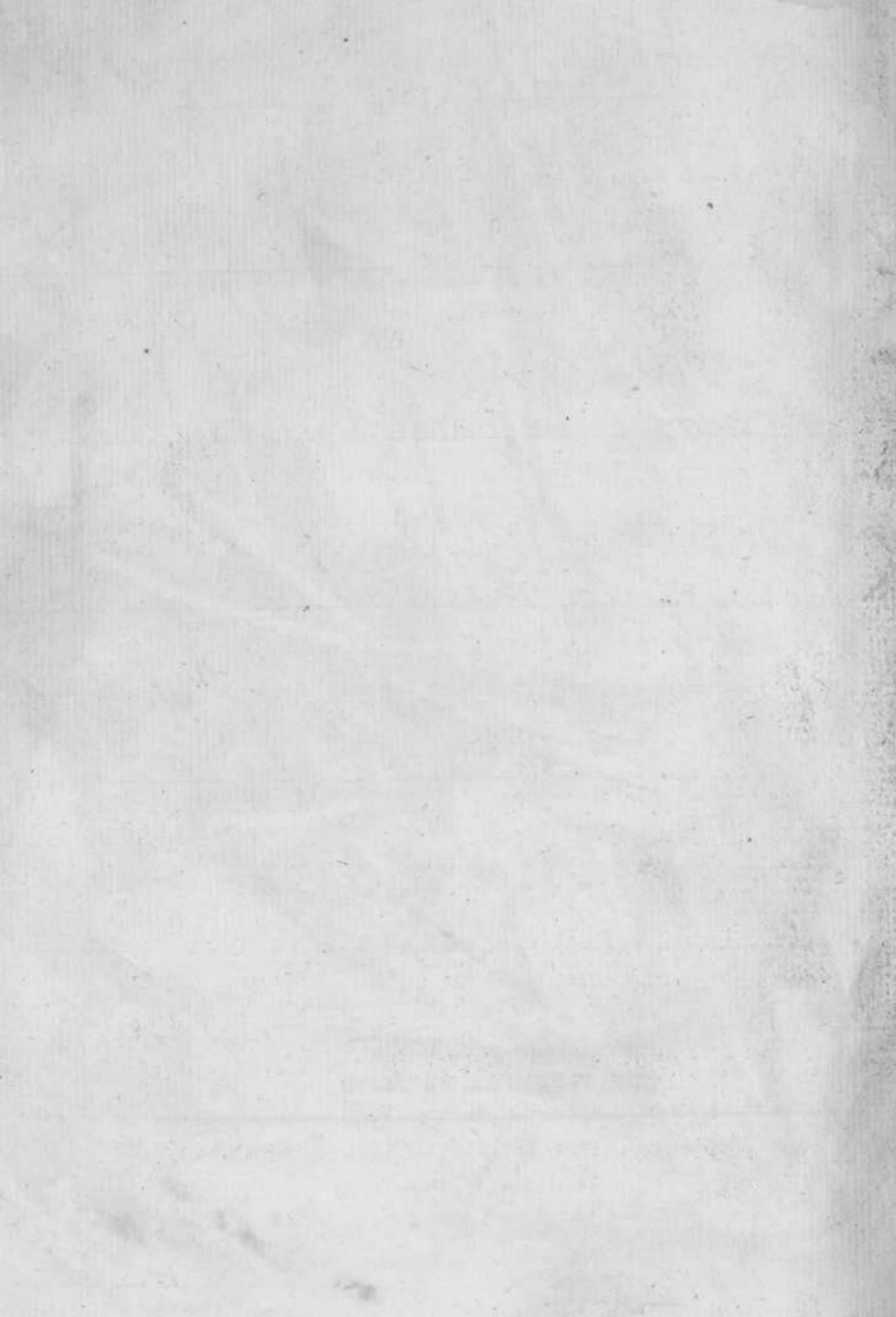
TOMO PRIMERO.



CON SUPERIOR PERMISO

EN SEGOVIA, POR DON ANTONIO ESPINOSA.
Año de 1784.





AL REY

Señor.

Confiado en la Augusta Benignidad de V. M. ofrezco
A S. R. P. este Tratado de
Artillería, como obsequio debi-
do solamente á su Soberana Gran-

deza, por su origen, por la importancia de su argumento, y por la dificultad de tratarlo dignamente. Porque este es, SEÑOR, uno de los frutos literarios, y el primero que vé la luz pública, del Colegio y Escuela de Segovia: este sólido y estable Monumento en que V. M. dexará á la mas remota posteridad un modelo de la Educacion Christiana, Noble, y Militar; y un establecimiento,

que honrando la Nacion Española, deben mirar con emulacion y respeto las Estrangeras.

En esta Escuela he tenido la honrosa suerte de empezar á servir á V. M. y tomar las primeras lecciones de la árdua, sublime, y vasta profesion de Artillería: ciencia tan espinosa y difícil, como necesaria para perfeccionar la Táctica General, y Arte de la Guerra; ciencia, en fin, que

puede hacer vanidad en el dia de ser el firme apoyo de los Estados, y como el Arbitro de la vária fortuna de las Armas.

¿A quién, pues, SEÑOR, se deberá ofrecer este corto tributo sinó á V. M. á quien desde su advenimiento al Trono debe esta dichosa Monarquía la alta reputacion y gloria militar que hoy reconoce la Europa, la perfeccion de la Táctica y disciplina

*de sus Exércitos, la renovacion
felíz de este Real Cuerpo de Ar-
tillería, que á la sombra de V. M.
y de su Real Nombre ha sido, mas
de una vez, asunto de los elogios
públicos, de la admiracion y en-
vidia de los Enemigos de la Co-
rona?*

*Dígnese, pues, la Benigni-
dad de V. M. admitirlo baxo
de su Real Proteccion; y sea esta
soberana dignacion estímulo que*

*incite otros mas felices talentos
à ofrecerle mas dignos y útiles
trabajos.*

SEÑOR.

A L. R. P. de V. M.

Tomás de Morla.

PROLOGO.

LA Artillería es tan antigua como las querellas de los hombres. Desde que los mas flacos y pusilánimes, queriendo substraerse de la opresion de los mas vigorosos y altivos, idearon fortificaciones para poderse defender de su tiranía, proyectó ésta máquinas para batir y demoler sus defensas. Tal parece sea naturalmente el origen de la Fortificacion y de la Artillería: Ciencias, que aunque opuestas y contrarias por sus fines, tienen tan íntima connexión y dependencia, que los progresos ó atrasos de la una deprimen ó exaltan la otra. Así las Historias, y Monumentos de la Antigüedad manifiestan, que se han

variado las obras de fortificacion á medida que se inventaban , ó perfeccionaban los medios y máquinas para batirlas.

La Artillería ha amplificado su uso á todos los ramos de la Guerra : creada para oponerse á la Fortificacion, ha encontrado ésta en sus máquinas la mas fuerte y vigorosa defensa de sus obras : los mas robustos baluartes son en corto tiempo un cúmulo de ruínas, si no los defienden fuertes , y bien servidas baterías del efecto de las que sitúe contra ellos el Enemigo. Y como al mismo tiempo sola la Artillería sea quien bate, demuele y destruye las mas capaces y sólidas defensas ; y abre las puertas de las Plazas de mas dificil conquista, se puede afirmar con entera confianza, que

es el Arma primera y mas esencial en el Ataque y Defensa de las Plazas.

Aunque su influxo en las acciones campales suele ser menos decisivo y absoluto , no por eso dexa de ser esencial. ¿Qué líneas, atrincheramientos, ni puestos podrán resistir á baterías bien servidas, singularmente no teniendo las competentes para contrastarlas? ¿Qué apoyos ni defensas hallarán los costados, y partes débiles de un Ejército mas propios , mas prontos, mas generales, mas fuertes , y capaces de acompañarles en todas sus posiciones que unas bien situadas baterías? ¿Quién, sinó éstas, puede proteger sus evoluciones y maniobras á vista del Enemigo? ¿Y, en fin, qué otra Arma puede romper y desordenar qua-

si instantaneamente una fuerte y aguer-
rida coluna; ó abrir brecha, por decirlo
así, en un frente de batalla?

Parece incomprehensible como á
vista de estas y otras semejantes funcio-
nes de la Artillería en las acciones cam-
pales, la traten varios Autores clásicos
de un mero accesorio; y que otros se
desdeñen de tratar della, ó lo executen
muy superficialmente? ¿No será esto un
natural efecto de la parcialidad y preocu-
pacion con que todo Militar mira el Ra-
mo ó Arma en que sirve? ¿O tendrá ori-
gen en nuestra comun propension á
despreciar lo que no entendemos; y
mas, á proporcion que su influxo es ma-
yor en lo que debemos saber?

La Artillería es actualmente el Arma

mas principal, y quasi la única que tiene uso en los Combates Navales; y es la sola que puede defender las Costas de las Esquadras Enemigas. Así, de qualquier modo que intente un Estado ofender, ó defenderse de sus Enemigos, siempre será la Artillería una Arma esencial, que debe entrar como tal en todos los proyectos y medios que para ello tome.

Es verdad que no se debe considerar la Artillería en todos tiempos y edades baxo un mismo aspecto ; ni ha sido tan universal é importante su uso , ni el influxo , que en el dia le atribuimos, sobre todos los ramos del Arte de la Guerra. Aunque en aquellas gloriosas eras de la Milicia Griega , y Romana se perfeccionaron las máquinas militares

hasta un grado que admiramos , y parece superior á nuestros conocimientos actuales ; no obstante , como aquellas sobervias , ingeniosas , y vastas máquinas de ningun modo eran comparables por sus efectos , sencillez , ni manejo á las de nuestra Artillería, (por mas que digan algunos preocupados Apologistas de la Antigüedad), nunca tuvieron un lugar distinguido en los Exércitos, mientras estos no decayeron de su antigua disciplina y valor.

Al conocimiento de la pólvora , y su aplicacion á la Artillería , debe esta su importancia y general uso en toda accion militar. Luego que á los arietes y catapultas , se substituyeron los cañones y morteros se observó: que las for-

maciones de mucho fondo , las únicas, solidas , y propias para aumentar la resistencia y esfuerzo de las Tropas, y con quienes habian sido invencibles las Falanges , y Legiones , no podian subsistir delante de las nuevas baterias , cuyos proyectiles arrojados con una fuerza asombrosa , solo podian resistirse, y ser menos sangrientos evitandolos , y disminuyendo el blanco á que se dirigen: que los efectos de estas armas no podian pararse con los escudos y armaduras antiguas : que era de consiguiente necesario armar las Tropas de armas que pudiesen ofender desde lejos : que los campos fortificados , en quienes pocas Tropas se podian defender , y creían seguras , en tiempo de Cesar , de numerosos

Exércitos, eran un débil obstáculo á los ataques actuales : que los muros mas altos y robustos se demolian con tanta mas facilidad, y con tanta mayor ruína, quanto mayor era su resistencia y elevacion; ó que volaban como ligeras plumas á la impulsión de la pólvora encerrada debaxo de ellos : que las mas fuertes, ágiles, y bien equipadas galeras, las formidables *Rostratas* de los Antiguos, no tenían defensa contra la nueva especie de rayos que fulmina la Artillería moderna. En consecuencia en todos estos ramos del Arte militar se han hecho progresivamente innovaciones esenciales con respecto á los adelantamientos de la Artillería : se ha adoptado generalmente la formacion débil, pero precisa de

tres de fondo: se han desnudado las Tropas de sus antiguas armaduras, y se han proscrito los escudos, picas, lanzas, y demás armas arrojadizas y de asta; substituyendo en lugar de todas ellas el mosquete, ú otra semejante: los Exércitos no se cierran yá en campos atrincheros, sinó en raras y urgentes circunstancias: la Fortificacion ha proyectado esta multitud de obras costosísimas, con quienes vanamente intenta hacer inexpugnables las Plazas: y enfín, se han construido estos prodigiosos buques, cuya fuerza se aprecia por el número de cañones que encierran.

Se objecta á este general influxo de la Artillería en las operaciones militares, que sus efectos en muchas acciones cam-

pales se han reducido á un incierto y poco sangriento cañonéo, que de ningun modo ha correspondido á las esperanzas del Ejército, ni á los crecidos gastos que exige su servicio. Se conviene en el hecho; pero de él solo se debe inferir: que es necesario que los Oficiales del Ejército, y particularmente los Generales tengan idéas claras y exâctas de la Artillería, para que no exijan, como suelen, de los que la mandan y sirven, que hagan un fuego violento quando el Enemigo no está á alcance cierto, consumiendo inutilmente las municiones, y calentando las piezas de modo, que vienen á quedar fuera de servicio quando su efecto sería decisivo: y para que sepan situar las baterías en los pues-

tos competentes , ó dexen esta eleccion á los que hacen profesion y estudio particular de estas materias. Mas aun quando el poco efecto de la Artillería en algunas acciones no se pueda atribuir á órdenes dadas sin inteligencia , ni á una culpable docilidad , y condescendencia á los clamores del Ejército , siendo por otra parte incontestable que esta misma Artillería ha roto, y trastornado en otras ocasiones las mas fuertes y aguerridas colunas , y ha desordenado , y hecho perder su firmeza á Tropas veteranas de la mayor reputacion, ¿será justo atribuirlo á falta del Arma en general, ó á la impericia de algunos de sus Oficiales, y visoñería de los que la servian? ¿Por qué la Caballería ha sido deshecha en muchas

batallas al primer encuentro , y su derrota ha atraído la de todo el Ejército; ha pensado nadie negar su esencial influxo en las acciones campales? ¿O por qué gruesos Cuerpos de Infantería hayan rendido ignominiosamente las armas ; ó se hayan desordenado , y puesto en vergonzosa fuga ; se deducirá que la Infantería, nervio y basa de los Ejércitos, es inutil en ellos? Todas estas conseqüencias son igualmente absurdas. Si los efectos de la Artillería no han sido siempre correspondientes á la idéa que damos de ella, ha sido, ó por las causas expuestas, ó por defectos de los que la sirven; que siendo de particulares nunca deben recaer sobre el Arma en general. Si la Artillería es recomendable por

su importante y general influxo en las operaciones militares ; no lo es menos por la extension y sublimidad de los conocimientos que exige para tratar de ella dignamente: conocimientos que forman uno de los ramos mas escabrosos, dificiles y complicados de las Ciencias Phisicomecánicas aplicadas á los usos de la Sociedad. Esta Ciencia se puede dividir en dos partes , ambas especulativas, y prácticas á un tiempo: la una tiene por objeto el arreglo , fábrica , y construccion de las armas, municiones, máquinas, y pertrechos ; y la otra el uso y manejo de ellos. Para que un Oficial de Artillería pueda estar impuesto y versado en la primera parte, es necesario que lo esté en la Geometría, Cálculos superiores, en

la Mecánica en general, en Química y Metalúrgia; y sobre todo en el Arte de hacer experiencias con exactitud y verdad, penetrando con paso lento y seguro en los senos donde retirada se oculta la naturaleza, y obligandola con un trabajo y constancia superiores á toda prueba, á ceder y manifestarse, sinó en la esencia de sus causas, por lo menos en la justa proporcion de sus efectos. ¡Quántos experimentos inútiles, y aun perjudiciales por equívocos y capciosos se han hecho por falta de antorcha y arte tan precisa!

Si estos conocimientos son vastos, no lo son menos los que necesita para el acertado desempeño de la segunda parte: pues ha de saber apreciar y medir la espantosa fuerza de la pólvora: la

violencia y velocidad de los proyectiles despedidos por las armas de fuego ; cuya variedad es tanta, segun sus calibres, longitudes, y especies : los medios mas sencillos y oportunos de transportarlas y manejarlas con los efectos y pertrechos que pide su servicio: dotar competentemente las Plazas y Exercitos , segun las circunstancias y objetos : apreciar la fuerza de aquellas para saberlas atacar, ó defender. Es necesario que tenga un golpe de vista militar, cierto, y pronto para situar las baterías con oportunidad, aprovechandose de todas las ventajas del terreno ; y previendo quáles serán las evoluciones y maniobras de los Exércitos, para auxiliar, y de ningun modo embarazar las del que acompaña, y frus-

trar ó retardar las del Enemigo. En una palabra, es necesario que un Oficial de Artillería, para que sea completo, esté tambien versado en todos los ramos de la Táctica.

De ser la Artillería el brazo derecho de los Exércitos, el brazo fuerte y vigoroso, que abate y hace desaparecer los obstáculos que se oponen á sus operaciones, que fortalece y sostiene sus partes débiles, y auxilia las demás; y de ser una Ciencia tan vasta y espinosa, se infiere quán necesario sea á un Estado fomentar, estimular y proporcionar todos los medios para que los que por instituto y destino se han de exercitar en ella, tengan todo el caudal de inteligencia, zelo y actividad que se requiere para desem-

peñar dignamente sus encargos.

Con esta mira el Glorioso, el Clemente, el Augusto CARLOS, que hoy nos rige, cuyos talentos y pericia militar son tan conocidos de toda Europa, y cuyas sábias disposiciones han elevado á tal grado de reputacion esta dichosa Monarquía, manifestó desde su feliz advenimiento al Trono cuánto aprecio hacía del Cuerpo de Artillería, erigiendo con Real munificencia este Colegio y Escuela de Segovia, para que educandose convenientemente una ilustre y escogida Juventud, tuviesen el Cuerpo y el Estado en este Establecimiento, un plantél, seminario, y renuevo de sus claros Varones, é ínclitos Capitanes. Al mismo tiempo varió sabiamente la constitucion del

Cuerpo; y en el discurso de su Glorioso Reynado lo ha colmado de sus mas Benignas Gracias.

Mas quien segundó y contribuyó despues principalmente al Establecimiento de este Colegio, fue el Exc.^{mo} Señor Conde de Gazola, sujeto sábio y versado en las Matemáticas, que conociendo su importante y extendido influxo en la Artillería, y quán necesario era para el mejor servicio de S. M., que lo habia puesto á la cabeza del Cuerpo, que sus Oficiales estuviesen competente-mente instruídos en ellas, proyectó, solicitó y consiguió, con este fin, la plantificacion del Colegio, á pesar de las muchas y fuertes oposiciones, que tuvo que vencer, de varias Personas, que despues

han conocido qué equivocado fue su concepto, y las muchas obligaciones que debe la Nación al Soberano por la ereccion de él, y al Conde de Gazola por haberlo propuesto y arreglado.

Este digno Gefe de la Artillería murió en Mayo de 1780: y quando temia el Cuerpo que su nuevo Colegio careciese de mano poderosa y diestra que lo sostuviese, nombró el Rey por su Sucesor al Exc.^{mo} Señor Conde de Lacy, General ilustrado y zeloso, que despues de haber desempeñado las mas serias comisiones, y distinguidas confianzas del Estado, reconociendo el dilatado campo que abría á su zelo y actividad esta soberana eleccion, y la dificultad de manejar tan dificiles riendas,

ocupó desde luego su delicado discernimiento en la combinacion de las muchas partes que forman esta importante y vasta máquina ; y exâminó despacio el principio , el órden , é influxo recíproco de todas ellas , logrando , como consecuencia natural de este desvelo , el acierto en muchas sábias y prudentes providencias. Pero conociendo este ilustre Gefe , que el agente que debia animar é imprimir el mejor órden y movimiento en todas , era la competente educacion de esta escogida Juventud: dió principio á la execucion de sus reflexionados designios solicitando y consiguiendo el aumento y extension , así en el número , como en la enseñanza y disciplina de estas tiernas plantas.

Entre las muchas y notorias providencias que ha tomado para esta perfeccion de enseñanza , tal vez , ha sido la mas útil y menos conocida en nuestra Nacion , el establecimiento de una Escuela Práctica de minas, fuegos artificiales , ataque y defensa de Plazas , &c. en donde estos distinguidos Jóvenes viesen verificados , por la experiencia , los principios teóricos que se les enseñan en las Aulas : y la Tropa se ejercitase y familiarizase en los rudos trabajos , y penosas faenas que le son annexas en la Guerra. Este laudable y utilísimo proyecto fue adoptado y gratamente recibido por el Soberano , que para su execucion se dignó conceder una competente dotacion.

Asímismo , para la mas facil y pronta instruccion teórica , providenció el arreglo é impresion de los Tratados que se dictaban en este Colegio. El de Artillería encargado principalmente al erudito y sábio Oficial Don Vicente de los Rios , estaba incorrecto , é incompleto por sus ocupaciones y temprana muerte: con cuyo motivo , y el de ser obra mia mucha parte de él , trabajada en sus ausencias , se me mandó completarlo , corregirlo , y uniformarlo. El Tratado ha perdido mucho en este trueque; pero solo me tocaba obedecer.

Como nunca me pueda ser lícito cubrir mis débiles producciones con el respetable velo del citado Oficial , debo prevenir: que de todos los Artículos que

compondrán esta I. Parte, solo compuesto y trabajó el I, IV, y V: y que en estos me he creído obligado á hacer adiciones considerables, y á refundirlos, por decirlo así: de modo, que para no imponer al Público he debido presentarle esta Parte como produccion mia.

Para la composicion de este Tratado se nos dió un plán formado por el difunto yá citado Gefe, en el qual se dividen los principales conocimientos y funciones de un Oficial de Artillería en dos partes: en la I. se comprehenden los asuntos concernientes al tiempo de Paz; y en la II. los pertenecientes al de Guerra. Tambien se nos mandó, que prescindiesemos de todos los cálculos y largas demonstraciones geométricas de

las teorías de que dieseamos noticia ; que excusásemos entrar en el por menor de las prácticas menudas , y de corta entidad: y enfín, que omitiésemos la multitud de Laminas annexas comunmente á los Tratados de Artillería , supliéndolas con la explicacion de los originales , ó de modelos. Pero habiendose conocido en la práctica , que la falta de Laminas dexaba al Tratado muy defectuoso , y tanto que era imposible comprehender muchas de sus doctrinas , para obviar este inconveniente , ha dispuesto el Exc.^{mo} Señor Conde de Lacy se dé á continuacion , una coleccion de Laminas arregladas á clases , segun los Artículos del Tratado á quienes pertenezcan , y acompañadas de las correspon-

dientes tablas, explicaciones, ó descripciones, conforme el objeto que representen. Con este arbitrio, sin variar el Tratado sustancialmente, se aclararán las materias que necesiten de este auxilio; y se darán otros muchos conocimientos importantes á los Individuos del Cuerpo.

Esta I. Parte se compondrá, pues, de doce Artículos, (divididos en dos Tomos), en quienes se procurarán dár las nociones y doctrinas mas principales sobre los encargos, y funciones de los Oficiales del Cuerpo en Paz. El Artículo I. tratará de la Pólvora: en él se expondrán la naturaleza, propiedades, y preparacion de los ingredientes que la componen; los medios mas oportunos de fa-

bricarla , recomponerla , y conservarla ; y enfín , se expresarán sus principales propiedades respecto á las armas de fuego , y como se ha conocido y puede apreciar su fuerza. Aunque sobre el objeto de este Artículo se hayan escrito, despues del célebre Robins , muchas teorías muy sólidas y exâctas , que quasi sujetan á cálculos fixos los espantosos efectos de la Pólvora ; me he creído obligado á prescindir de ellas , por observar las órdenes superiores ; porque de lo contrario sería preciso que ocupase este asunto un grueso volumen ; y porque el principal objeto de este Tratado , es dár á los Jóvenes para quienes se escribe , una sencilla y clara instruccion del modo con que pueden desempeñar

las varias comisiones que estarán á su cargo algun dia , indicandoles las fuentes con cuyo estudio puedan hacer mas sólida su instruccion en los ramos á que por génio ó eleccion se inclinen.

El objeto del Artículo II. será la Fundicion de las piezas de bronce: asunto de la mayor importancia baxo qualquier punto de vista que se considere; y uno de los mas atrasados de la Artillería , ó sea porque no se tienen idéas claras de los metales , sus ligas , y propiedades ; ó porque son muy costosas y dificiles las experiencias necesarias para aclararlo ; ó enfín , porque ningun metal simple ó compuesto , á excepcion del hierro , tiene las calidades necesarias para que de él se fabríquen piezas perfectas de Arti-

llería. La teoría de éstas se puede considerar dividida en tres partes , á saber: su fábrica ; sus actuales dimensiones ; y el exâmen y cotejo de estas dimensiones con otras que pueden substituirseles. De estas tres partes será la primera el objeto del citado Artículo: la segunda se hallará en el Tomo de Laminas : y de la tercera se tratará en el Artículo IX.

Aunque la direccion de las Fundiciones de cañones de hierro sea privativa de la Real Armada ; como en su perfeccion interesa sumamente nuestro Cuerpo , que los sirve en las Plazas ; y necesita además de un profundo conocimiento del hierro y acero , de que tanto uso se hace en sus maestranzas , y para el gobierno y direccion de las fá-

bricas de municiones : se ha destinado el Artículo III. para tratar de todos estos puntos : sobre quienes no habiendo visto ningun Autor que escriba con la propiedad , y conocimiento práctico y teórico que el Señor Grignon , y pareciendome adaptables á la práctica los medios que propone para mejorar la fundicion de los cañones de hierro , y para fabricarlos de hierro batido , he extractado en dicho Artículo dos de sus Memorias , en que los propone : y asimismo he seguido sus doctrinas en el modo de preparar y fundir las minas de hierro.

El Artículo IV. tiene por objeto las cureñas, afustes, carruages, máquinas, pertrechos y efectos de Artillería:

de consiguiente sería inmenso , si en él se hubiesen de especificar , y describir las construcciones de todos estos utensilios. Para evitar este inconveniente se ha determinado insertar en el Tomo de Laminas plános exâctos de todos , acompañados de las correspondientes Tablas de dimensiones. Con este medio se consigue dár las noticias mas precisas de su construccion , sin introducir en el Tratado unas prácticas menudas y prolixas, que por su naturaleza están expuestas á continuas alteraciones. Tampoco ha parecido conveniente explicar el uso de esta multitud de utensilios , (que se aprende completamente á poco tiempo de práctica) ; porque serían menester unas largas , fastidiosas , y siempre con-

fusas discusiones. Así, en el expresado Artículo, solo se tratará de las innovaciones introducidas en las cureñas, afustes, y otros efectos principales: y despues, siguiendo al Señor Duhamel, se darán las nociones mas precisas para saber elegir, apear, y conservar las maderas, que juntamente con el hierro, objeto del Artículo anterior, son las materias de que se fabrican todos los utensilios de Artillería.

Como entre los pertrechos de Artillería merezcan una particular atencion los Puentes militares, dará el Artículo V. noticia dellos, y de quanto les es perteneciente: con la advertencia, que las barcas, pontones, lanchas, y carruages de su conduccion, (que en él,

y en el Tomo de Laminas se describen y representan), son tomadas de una obra de Autor anónimo , que me ha parecido superior á otros en este asunto, por tratarlo directamente y con inteligencia.

Teniendo las Cuerdas mucho uso en la Artillería , pues son como los tendones de las máquinas , se tratará de ellas en el Artículo VI, siguiendo las observaciones del Señor Duhamel yá citado. Y como la Cuerdamecha, aúñq̃ue de uso muy distinto , sea tambien una cuerda , y además no merezca por su importancia ocupar un Artículo separado , se tratará della á continuacion.

El Artículo VII, y I. del Tomo II, tendrá por objeto el reconocimiento de

los efectos de Artillería, modo de inventariarlos, y almacenarlos, respecto á ser estos encargos de los mas ordinarios á los Oficiales del Cuerpo.

Estando las fábricas de Armas de fuego, y blancas al cargo del Cuerpo, tratará de ellas el Artículo VIII.

Los Fuegos artificiales en quienes se comprehende la preparacion de las municiones, forman un objeto vasto, y digno de la mayor atencion, pues que manejado sin pericia, ni práctica ocasionaría funestos efectos. Por esta razon tratará de ellos el Artículo IX. con suficiente extension para que se pueda proceder con conocimiento en esta materia.

En todas las Ciencias, que tienen

una parte especulativa, y otra práctica, es indispensable el ejercicio de ésta para la completa inteligencia de aquella, y saberla aplicar; mas en ninguna es tan importante el ejercicio é instruccion práctica como en la Artillería. Muchos puntos della, ó por lo escabroso y complicado de la teoría, como los alcances y efectos de los proyectiles; ó por falta de teorías fixas y sólidas, como la tenacidad y peso de las obras que se minan, consistencia de los metales segun su grado de calor, &c. ó por la multitud de circunstancias que concurren á complicarlos, no se pueden saber sinó por una larga y continuada observacion, y ésta no se debe esperar en la Guerra. La importancia de la accion, el peligro

á que se está expuesto , y el no ser combinadas á este fin las operaciones , sinó por casualidad , ni dán lugar al sosiego , ni sufren la exâctitud que piden las observaciones ; y de consiguiente nunca serán de grande utilidad. Por tanto son indispensables Escuelas prácticas para la precisa instruccion de los Individuos del Cuerpo ; y ellas serán el objeto del Artículo X.

El XI. será como un suplemento del precedente : en él se expondrán los efectos que resultan en los tiros de las diferentes dimensiones de las piezas de Artillería , y de sus cargas : quáles sean sus respectivos alcances , y las elevaciones con que se obtienen. En la exposicion de estos puntos se preferirán los re-

sultados de la experiencia á los de las teorías: de éstas, las antiguas y fundadas en la hipótesis de Galileo son erróneas por prescindir de la resistencia del ayre; y las modernas no son aplicables á la práctica ordinaria, por espinosas, complicadas, y prolixas.

Enfin, en el Artículo XII. se tratará de las Minas: asunto demasiado vasto para sujetarlo á los estrechos límites de un Artículo. Por esto se prescindirá por lo general de la parte práctica y mecánica: de quien es mas facil y expedito instruirse en la Escuela establecida en este Departamento. Además, que sobre ella se puede consultar la apreciable obra, que baxo el título de *Principios Militares* ha publicado nuestro experi-

mentado é instruído Oficial el Mariscal de Campo Don Raymundo Sanz. Así quasi solo se reservará la parte teórica para dicho Artículo : valiendome para tratar de ella de la nueva teoría del Señor Belidor, adoptada é ilustrada por los Señores La Febure, y Geuss.

No se espere hallar en esta Obra idéas claras y perfectamente luminosas; ni prácticas justas, cabales y adecuadas sobre todos los puntos de que trata. La Ciencia de Artillería está aún muy lejos del estado de perfeccion que para esto sería necesario, y sus mas ilustres Autores se encuentran opuestos sobre sus principales ramos. No obstante, como la Física en general, y la Mecánica se hayan adelantado tan considerablemente por

medio de los cálculos , de la observacion , y experiencia guias únicas para entrar y correr el velo á los arcános de la naturaleza ; la Artillería ha participado de sus progresos, y está en muy diferente estado que medio siglo há. Los Tratados anteriores á esta época carecen de principios y teorías , ó son éstas erróneas: así se reducen, por lo general, á las prácticas entonces establecidas , de quienes la mayor parte se han perfeccionado y alterado , habiendose encontrado viciosas varias de ellas. Pero debemos esperar que estas prácticas , que siempre compondrán una parte principalísima de la Ciencia de Artillería, se han de vér, al menos muchas de ellas , exácta y justamente determinadas en este Cuerpo

dentro de pocos años : pronóstico , que me atrevo á anunciar , fundado en la actividad , tesón , é inteligencia con que el actual Gefe ordena , promueve y solicita someterlas todas á las mas prolixas y delicadas experiencias. Es sensible que este Tratado no se puede adornar por ahora de sus resultados.

La diferencia mas notable de esta Obra á todas las antiguas , y de la misma especie , es la de extenderse á todos los puntos mas principales de la Artillería , reuniendo los conocimientos que deben ilustrar á sus Oficiales , y que se hallan esparcidos en varias Obras particulares , y escritos muchos de ellos con objetos muy diversos. Un plán tan vasto , aún prescindiendo de mi insuficiencia , y fal-

ta de larga y consumada práctica , no puede recorrerse debida y completamente en la primer carrera ; y mas estando las materias de que se ha de llenar en una especie de fermentacion. El perfeccionarlo será , pues , obra del tiempo , y de otros mas felices y claros talentos, cuya emulacion despertará este mi primer trabajo.

Aunque en los varios Artículos de esta Obra procuro citar los Autores de quienes son las doctrinas en ellos expuestas : no siempre se señalan los pasajes traducidos y ni se repiten las citas ; por no incurrir en una fastidiosa prolixidad : advertencia que creo indispensable para que no se me critique de plagiarlo. El mérito de este Tratado en

quanto á la solidéz de sus doctriñas, existe en los varios Autores en él citados; en las Memorias de la Académiá de las Ciencias de París, Diccionario Encyclopédico, su Suplemento, &c. Y en los puntos de contextacion sobre las innovaciones recientemente executadas, ó proyectadas respecto á la Artillería, he seguido, por lo general, la excelente Obra intitulada *Memorias de Artillería que contienen la Artillería Nueva*, su Autor el Señor Scheel Capitán de Artillería en Dinamarca. Asimismo, me han sido de grande utilidad las luces, instrucciones y especies con que me han ayudado y aclarado muchos hábiles y respetables Oficiales del Cuerpo, en cuyo justo elógió me extendería gustoso

sinó temiera ser difuso, y ofender su modestia.

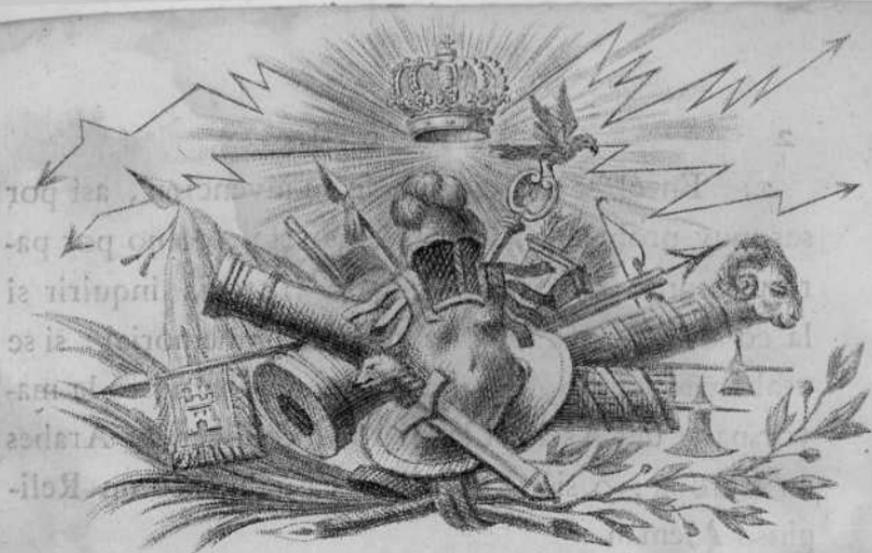
Igualmente debo prevenir : que teniendo en la Artillería tanto influxo, como se dexa expresado, la Física, Mecánica, Chímia, &c. Ciencias poco cultivadas últimamente en nuestro dialecto, ha sido preciso valirme de Autores extranjeros, y adoptar algunas voces de quienes no he hallado equivalente en nuestra lengua ; ó que, aún quando lo tengan, es antiquado y fuera de uso: pocos Militares entenderán por *vallado*, *arcen*, ó *espalto* lo que todos conocen por explanada, y muchos por *glacis*. Pero en esta introduccion de voces he procedido con la mayor circunspeccion, y en ninguna manera he usado de todas las

que en parte están yá introducidas. Así mismo debo advertir , que varias voces tecnicas , que se hallan con especialidad en los Artículos II y III, aunque extranjeras , están admitidas y usadas en nuestras Fábricas , y de consiguiente me ha sido preciso adoptarlas.

Enfín , mi trabajo en la composicion y arreglo de esta Obra ha sido recorrer los varios Autores , que tratan directa , ó indirectamente de los asuntos que habia de exponer ; elegir las doctri-
nas que me han parecido mas fundadas, combinarlas , y distribuirlas ; y hacer algunas reflexiones al tiempo de extenderlas. En todo ha sido mi único objeto obedecer las órdenes superiores , y ser en el modo que he podido , útil al Real

Servicio; y á la mejor y mas ámplia ins-
 trucción de este Colegio, á quien debo
 la educación, y estas mismas luces que
 ahora le ofrezco.





TRATADO DE ARTILLERIA.

PARTE PRIMERA.

DE LOS CONOCIMIENTOS PERTENECIENTES
A UN OFICIAL DE ARTILLERIA
EN TIEMPO DE PAZ.

ARTICULO I.

De la Pólvara.

SIENDO actualmente la pólvora el alma de la Artillería, pues en ella reside la fuerza impulsiva que hace mover todos sus proyectiles, y que causa los efectos ruinosos y destructivos de las minas y artificios, debe con razon ocupar el primer lugar en este Tratado, y ser objeto del presente Artículo.

2. En él se prescindirá de su invencion , así por ser muy problemática y aun incierta , como por parecer asunto mas propio de la Historia inquirir si la conocen los Chinos de tiempo immemorial : si se usaba yá quando Alexandro Magno conquistó la mayor parte del Asia : si la dieron á conocer los Arabes en Europa : ó si la descubrió casualmente un Religioso Alemán.

3. La teoría de la pólvora , no obstante ser su uso yá antiguo , no se ha cultivado hasta el siglo presente : no se habian hecho experiencias seguidas y combinadas para hallar su mejor composicion y fábrica ; y se ignoraba absolutamente la causa de sus efectos , y de consiguiente la extension de estos : así ha sido un dicho comun hablando de la pólvora : *Que lo que mas se sabía de ella era su incertidumbre.* El célebre Juan Bernoulli fue el primero que demostró había en todos los cuerpos un ayre comprimido , y que la fuerza de la pólvora proviene principalmente de él. El Señor Hawksbee hizo y publicó en las Transacciones filosóficas varias experiencias que manifestaban la produccion y dilatacion de un fluído elástico de iguales propiedades que el ayre , quando se quemaba pólvora. Daniél Bernoulli el hijo aclaró y comprobó esta idéa ; mas

Benjamín Robins fue el primero que escribió sobre esta materia con utilidad : su excelente obra , intitulada *Nuevos principios de Artillería* , ha sido traducida en las principales lenguas de Europa , y añadida por el gran Eulero. Otros varios Sabios con experiencias de química y mecánica han adelantado su teoría , é inferido inducciones importantes : de modo que este asunto parece está , ó vá á estar suficientemente tratado ; y que lo que mas resta que desear , es su aplicacion á la práctica.

4. Los límites de este Tratado , y los muchos asuntos que comprehende no permiten dár á este importante Artículo toda la extension necesaria para exponer quanto últimamente se ha escrito sobre la pólvora ; por lo que se tratará de ella dando solo las noticias mas conducentes para el desempeño de nuestras comisiones ordinarias.

5. La pólvora es un mixto compuesto , por lo comun , de salitre , azufre y carbon , que á cierto grado de fuego se inflama con estrepito , produciendo un fluido elástico que se dilata con una fuerza excesiva : dicese por lo comun , por que , como despues se verá , puede fabricarse pólvora sin azufre , y tal vez sin salitre , substituyendo alguna de las muchas sustancias que producen un semejante fluido

elástico. La fuerza de la pólvora se aumenta á proporcion que su inflamacion es mas violenta, rápida y total, circunstancias que nacen de la naturaleza de los ingredientes, de su calidad, dosis, y trituracion. Mientras mejores ó mas proporcionadas sean éstas será mejor la pólvora, cuya fuerza es preciso conocer, y saber apreciar para exâminar su calidad, á fin de recibirla ó desecharla, y recomponer la deteriorada yá admitida. Asimismo como el facil transporte de la pólvora y su conservacion dependa de los barriles en que se ponga, y de los almacenes donde se deposite, no debe ignorarse la disposicion de unos y otros.

6. De aquí se deduce que para tratar de la pólvora competentemente basta dár una idéa de sus materiales; de su composicion y fábrica; del modo de reconocerla; de su recomposicion; de la proporcion de los barriles en quienes se há de conservar y transportar, y de la disposicion de los almacenes que la han de contener; y en fin del mecanismo de su inflamacion y de su fuerza: seis puntos, que se tratarán en los seis Números siguientes.

Numero I.

Conocimiento de los ingredientes de que se compone la Pólvora.

7. Salitre es una sal media compuesta del ácido nitroso y de un alkali fixo. Para inteligencia de esta definicion es necesario explicar las voces usadas en ella. La especie de sustancia salina mas simple que se conoce es el ácido, así llamado por su sabor semejante al del vinagre, azedera, agráz y otras materias ágras: todo ácido parece estar compuesto de partículas agudas y punzantes que se introducen en otros cuerpos ó sustancias salinas llamadas alkalies, causando una especie de ebullicion y efervescencia: al mixto que resulta de la incorporacion de un ácido con un alkali se llama *Sal media neutra ó salada*. Quando una Sal alkali resiste á la accion del fuego sin disiparse, se llama *Alkali fixo*. Tal es la sal de las cenizas nuevas, y de la cal, que se ponen en los coladores, de que despues se dará noticia, para que se una á ella el ácido nitroso formando así el salitre. No se sabe en qué se diferencia este ácido del universal ó vitriólico; pero los Chímicos opinan sea este mismo impregnado de azufre, respecto á

no hallarse sino en sustancias sujetas á putrefaccion. Es de advertir, que por azufre se entiende aqui la sustancia del fuego, ó por mejor decir el mismo fuego sin inflamarse, que nombraremos para quitar equivocacion *flogisto*.

8 La principal propiedad del salitre respecto á la pólvora es la violencia y estallido que causa, quando se descompone y destruye, con la accion del fuego en el acto de inflamarse, provenidos de la instantánea produccion de un fluido elástico en que se convierte de iguales propiedades que el ayre, como despues veremos; por consiguiente es el principal ingrediente y basa de la pólvora.

9. Las qualidades naturales del salitre son: disolverse en el agua, y mas á medida que esté mas caliente: liquidarse á un mediano grado de fuego: congelarse ó cristalizarse en forma de prismas, ó agujas octaedras, quando despues de disuelto se dexa reposar y enfriar: su sabor es desagradable, salado, y algo amargo: aplicado á la lengua causa una frescura bastante sensible: sus matrices ó parages donde se produce y forma mejor, son las tierras impregnadas de sustancias vegetales ó animales, como caballerizas, apriscos, majadas, cuevas, bodegas, y fragmentos de edificios antiguos que no

baña el sol. En las superficies de ellos y de las paredes suele verse cristalizado ó florido, á manera de harina ó nieve; pero en sus regulares matrices no es visible, y quando se extrae de ellas se halla unido con sal marina ó comun, y con partículas crasas, y oleosas.

10. De estas qualidades se puede inferir el modo de conocer las tierras que contienen salitre; el de separarlo de ellas; purificarlo; reconocerlo y probarlo.

11. Las señales para conocer que las tierras tienen salitre, son: su sabor punzante salado y fresco: su color pardo, y salino: algunas manchas oleosas en su superficie quando el tiempo es humedo: y el chispéo, y estrépito que causan echadas al fuego. Mas la principal prueba es la introduccion de un hierro ardiendo en ellas, el qual sacado despues de frio, tiene color blanquecino, si ha encontrado salitre.

12. De estas tierras y demás matrices se saca ó separa el salitre disolviendolo en competente cantidad de agua, y filtrando la disolucion en unas tinas ó coladores de barro que tienen sus fondos taladrados y cubiertos con tablas, esteras, ó zarzos, para que las tierras no impidan que salga por los

orificios la colada , la qual se recibe en cubetos situados debaxo de los coladores.

13. Si las matrices de donde se ha de extraer el salitre son fragmentos de edificios , se muelen y criban antes : si son tierras se toman las superficiales , y se remueven varias veces. Dispuestas así las matrices , y los coladores de que hay tres órdenes ó hiladas en las salitrerías , se pone en estos una porcion de ceniza de madera nueva , sola , ó mezclada con cal viva , su cantidad ha de ser mayor en los coladores de la primera hilada que en los de la segunda , y así sucesivamente : sobre las cenizas se ponen las matrices hasta dexar quasi llenos los coladores , y si son tierras se cuida de no comprimir las para que no impidan el paso del agua ; á cuyo fin se mezcla rámage delgado ó sarmientos , y se cubren dichos coladores con una tapadera de paja , sobre la qual se echa poco á poco el agua para que se vaya filtrando con igualdad , y sin formar conductos.

14. La destilada del primer colador se echa en el segundo , la de éste en el tercero , y la que resulta dél otra vez en el primero ; de manera que hasta haber pasado una misma agua sucesivamente por quatro coladores no se cree saciada de salitre,

é impregnada de todo el que puede disolver. La calidad de este agua es indiferente, como sea bien dulce: su cantidad es la que parece precisa para disolverse el salitre contenido en las matrices, y la que últimamente se recoge es solo un quinto de ella, á corta diferencia, y así, si se echan diez cubos en el primer colador resultarán dos en el último de lexia saciada de salitre.

15. En ella se halla disuelto y separado de las tierras ó matrices; pero no formado ni exento de sal, y otras materias: á este efecto se pone dicha lexia al fuego en una caldera sentada sobre un horno de ladrillo donde se dexa hervir, y se espuma con cuidado hasta que tóme la consistencia suficiente para que echada una gota de ella en un plato vidriado se cuaje, entonces se pasa á una tina ó caldera donde se dexa cubierta mas de media hora para que no se enfrie y deponga en el fondo, mientras ésta líquida, la sal comun: cerca dél hay una canal con su llave por donde se saca la lexia yá reposada, y se pasa á otras vasijas de cobre descubiertas, en quienes el salitre se forma y cristaliza: despues de cinco dias se inclinan estas vasijas para que escurran. Las aguas que resultan se vuelven á cocer y dexar cristalizar hasta quedar un licor graso y un-

tuoso nombrado *agua madre*. El salitre así cristalizado se llama *salitre en bruto ó de primera coccion*.

16. Este contiene aún sal marina y materias crasas. Para refinarlo ó purificarlo de ellas, se vuelve á la caldera: se le echa el agua precisa para que caliente pueda disolverlo, y se dá fuego: luego que empieza á hervir se mezcla con una cierta cantidad de claras de huevo desleídas en vinagre, en agua de cola fuerte, ó de pescado, de alumbre, ú otros semejantes ingredientes: se espuma y quita la grasa y película que forma, y luego que se ha concluido esta operacion se pasa á otra vasija repitiendo la anterior diligencia hasta que se cristaliza de nuevo: entonces se llama salitre de segunda coccion, y es el que se emplea en la pólvora comun, pues el destinado á los fuegos artificiales, se purifica otra vez del mismo modo, y se llama salitre de tercera coccion.

17. El salitre es mejor mientras mas purificado: las pólvoras se conservan mas y tienen mas fuerza segun la calidad dél. Por esta razon debiera purificarse tres veces, ponerse despues al fuego en seco para liquidarlo, espumarlo, dexarlo enfriar, y formarse en panes, ó en roca, romper estos panes y ponerlos extendidos sobre tablas, á la parte del

Norte , por espacio de un año , dándoles vuelta de tiempo en tiempo , moler despues este salitre hasta reducirlo á polvo , pasarlo por una criba muy sutil de cobre, y embarrilarlo para emplearlo en las fábricas de pólvora.

18. El Caballero de Arcy nota que en la purificacion del salitre se incurre comunmente por negligencia , ó ignorancia en dos defectos : 1.º. dexar concentrar demasiado su disolucion , á fin de extraer mayor cantidad : lo que ocasiona que haciéndose la cristalización en masas gruesas , queda en sus intersticios una crecida cantidad de agua alkalina que seca y encerrada de qualquier modo en el nitro, y despues en la pólvora atrae la humedad : este Autor aconseja que para evitar este inconveniente se déxe condensar menos el licor , para que cristalizándose mejor el salitre se desprenda mas facilmente del agua madre. El 2.º. defecto es : hallarse en el salitre purificado en grandes cantidades una cierta cantidad de arena ó piedras pequeñas capaces de causar un incendio en los molinos de pólvora : lo que sería muy facil de remediar haciendo pasar las lexias por tamices de cerda , ó por cribas de cobre.

19. La bondad del salitre cristalizado se mani-

fiesta en si es sólido blanco , claro , y transparente ; pero la prueba mas segura y que se extiende al que está en polvo es : ponerlo sobre un tablon de álamo , roble , ú otra madera que no sea resinosa , y aplicarle un carbon encendido : si levanta espuma , ó chispéa , ó dexa manchas pardas sobre el tablon no está bien purificado , y tiene aun grasa , sal marina , ó tierra : el que está limpio de estas materias produce , unido al carbon , una llama clara , viva , blanca y seguida arrojando de sí como unas lenguas de fuego , y en fin dexa quemada la parte de la superficie del tablon en donde sentaba.

20. Se ha dicho , que el ácido nitroso unido á un alkali fixo forma el salitre : en efecto la combinacion del expresado ácido , llamado agua fuerte , ó espíritu de nitro , con los alkalies fixos produce un verdadero nitro ; á menos que no se una con la basa alkalina de la sal marina. Mas se ignora si las diversas especies de alkalies con quienes puede unirse influyen en la mejor calidad del salitre , ó si este debe su perfeccion á estar enteramente purificado y afinado. En los Países extrangeros se encuentra por lo regular el ácido nitroso unido á tierras absorbentes , y así es indispensable para la formacion del salitre poner en los coladores gran

cantidad de cenizas , y cal , materias que conteniendo mucho alkali fixo , con quien el ácido tiene mayor afinidad , sirven para formar el verdadero nitro ; pero en nuestra Península se halla quasi por todas partes el salitre virgen , ó unido el ácido con su basa correspondiente.

21. El Azufre es un mineral compuesto del ácido vitriólico y flogisto , ó materia oleosa y combustible : su principal propiedad respecto á la pólvora es la facilidad con que se inflama luego que le toca el fuego , lo que contribuye á la subita destruccion del salitre , y por tanto es uno de los ingredientes de la pólvora.

22. Sus qualidades naturales son : no disolverse en el agua ; liquidarse á un corto fuego ; elevarse ó sublimarse en polvo con la accion del fuego , aunque este no le tóque inmediatamente , con tal que esté al ayre libre ; y cristalizarse en forma de agujas quando despues de liquidado se dexa enfriar tranquilamente. Sus matrices son los volcanes , los maniantales de agua minerales , y las minas de qualquier especie ; pero con particularidad las marquesitas , llamadas por los Chemicos *piritas* , y entre ellas las marciales de color amarillo baxo. En aquellas matrices suele hallarse , aunque rara vez , subli-

mado , puro , y diáfano como un cristal amarillo; pero no así en las piritas y minas donde está mezclado , mas ó menos , con varias materias extrañas.

23. Conocidas estas dos clases de azufre , sus qualidades , y sus mejores matrices , es facil extraerlo , purificarlo , y reconocerlo.

24. Por que supuesto que el azufre nativo es visible, y no necesita extraerse ni purificarse , como el que está oculto y mezclado en sus matrices con sustancias heterogéneas , y que las mas fecundas de estas son las piritas propiamente marciales , las de cobre mas análogas con ellas , ó bien otros minerales muy sulfureos por la facilidad , y abundancia con que dán el azufre , se infiere : que el modo mejor de extraerlo de ellas es la disolucion en grande. Esta solo se executa directamente con las piritas, y no con los minerales metálicos , por que el principal cuidado en ellos es la extraccion de los metales : bien que como estos , exceptuado el oro, están siempre impregnados de mas ó menos partes sulfureas , acontece que de resultas de las torrefacciones de los expresados minerales se recoge mucho azufre liquidado en ellas , el qual se purifica del mismo modo que el extraído de las piritas.

25. Hácese esta operacion en un horno reves-

tido interiormente de ladrillos, cuyo ancho sea poco mas de la tercera parte de su largo : en su fondo está el cenizero : encima se fabrica el hogar que tiene dos ventanas con puertas de hierro , y está cubierto de una boveda en cuyo medio se dexa una abertura de quatro pulgadas y de todo el largo del horno , por la qual entra la llama á calentar los tubos en quienes se pone el mineral : situados éstos se cierra otra boveda que los cubre dexando quatro respiraderos para que salga el humo.

26. Los tubos han de ser de argilla ó tierra de crisoles : en un horno de diez y seis pies , se sitúan once atravesados horizontalmente en él : tienen vara y media de largo : su figura la de un cono truncado , cuya basa mayor es de seis pulgadas de ancho, ocho de largo, y dos de grueso; sus bocas solo tienen una de abertura. Despues de rotas y quebrantadas las piritas se llenan los tubos de ellas , y se cubren sus basas mayores con tapaderas del mismo barro cocido y planchas de hierro: colocados así al través del horno , se adaptan á los extremos opuestos otros tantos recipientes de hierro con alguna agua , embarrando las junturas para que no se evapóre el azufre : en este estado se dá fuego al horno con rajas delgas de pino : despues de arder ocho horas se encontrará

que todo el azufre de las piritas ha pasado á los recipientes de quienes se recoge. Se puede volver á repetir la misma operacion limpiando antes los tubos sin sacarlos para ello del horno , sinó abriéndolos por sus basas.

27. El azufre así extraído se llama *bruto* , *caballar* , ó *crudo* está impuro , y se necesita de rectificarle ó purificarle para emplearlo en la composicion de la pólvora. Lo que se executa poniendolo en una caldera grande de hierro encastrada en un horno de ladrillo , y dandole fuego suave para que se líquide, en cuyo estado se tiene por espacio de cinco horas en el qual baxan al fondo las partes heterogéneas que se sacan con una espumadera : despues se vierte el azufre , aun líquido , en otra caldera de cobre, en la que enfriandose acaba de deponer las materias extrañas en el fondo y contra las paredes , luego se echa el azufre en moldes de haya , que se mojan antes para que no se pégue á ellos , de quienes se saca baxo la figura de cilindros sólidos, y se llama *azufre en caña*. En esta operacion es preciso tener mucho cuidado de que el fuego sea solo el necesario para mantener el azufre líquido , pues de lo contrario se desperdicia la mayor parte , respecto á irse condensando en el fondo de la caldera en mas ó menos

cantidad á proporcion del grado de fuego.

28. Si al azufre líquido se le mezcla piedra alumbrada polvorizada , se observará una pronta fermentacion que hará subir considerablemente al azufre y aun verterse ; pero batiendolo con una espátula de madera hasta consolidarse , se cree sea mas volatil y sutil : propiedad que se afirma consigue igualmente mezclándole un poco de azogue. Tambien se dice que el vidrio molido , ó el aguardiente con el alumbrado en polvo lo hacen mas claro.

29. El modo mas ordinario de purificar el azufre en corta cantidad es liquidandolo y haciendolo pasar sin mucha opresion por un lienzo , en quien dexa la mayor parte de sus impurezas.

30. Mas el método mas adecuado de purificar el azufre crudo que proviene de las minas es la destilacion : esta se executa en un horno de tres varas de largo y menos de dos de ancho , en él se acomodan diez cucurbitas de hierro en dos hiladas , cinco á cada lado , las quales tienen dos pies y medio de alto , uno y medio de diámetro por el vientre y medio por la boca : estas cucurbitas están inclinadas de modo que sus bocas vengán á caer fuera del horno : cada una se cubre de su respectivo alambíque ó sombrero, que es una especie de tubo de barro, el

qual tiene un pico que vá á terminarse en un recipiente tambien de barro : este tiene en su parte inferior una canal , que se cierra con una llave de madera , y por la parte superior otra mas pequeña que se dexa abierta , y sirve para dár comunicacion al azufre con el ayre quando están cerradas las demás aberturas y uniones , y tambien para abrir con un palito el pico del alambíque si llega á cerrarse. En dichas cucurbitas se reparten hasta treinta y quatro arrobas de azufre , y despues de cerradas se dá un fuego poco violento al horno con rajas de pino: pasadas tres horas se saca el azufre yá destilado de los recipientes por sus canales inmediatas al fondo: y se prosigue la operacion por quince horas, en cuyo tiempo se contempla terminada. Es claro que quando es corta la cantidad de azufre que se quiere destilar, se podrá executar esta maniobra en una sola concurbita situada sobre una hornilla. El azufre así purificado se pone igualmente en moldes cilíndricos de haya.

31. Pero éste, ni aun el nativo están enteramente puros y netos. Para conseguirlo deben sublimarse en un horno que calienta á una caldera de cobre muy capáz , cuyas tres quartas partes se llenan de azufre : sobre ella hay una abertura que cae á una

cámara quadrada llena de vasijas de barro: las partículas de azufre elevadas con la acción del fuego entran en la cámara, y se pegan á las vasijas, de donde se recogen con plumas: dichas partículas se llaman *flor de azufre*, y el de esta calidad es el mejor para la pólvora.

32. Si es corta la cantidad de azufre que se quiere sublimar podrá executarse poniendola en una vasija de barro colocada sobre una hornilla y cubriendola con quatro ó seis tubos, tambien de barro, bien unidos y embetunados unos á otros; el superior solo debe ser cerrado, los demás han de tener aberturas por quienes puedan pasar las partes sulfureas que se sublimen, en fin el inferior se acomodará y ajustará á la boca de la vasija, á la que se dará fuego lento por espacio de seis ó mas horas. Quitando despues el fuego, y separados los tubos, se encontrará el azufre pegado á sus paredes.

33. Si el azufre está en caña será bueno, si es amarillo, cetrino, transparente, seco, compacto, que se rompa con facilidad, y roto junto al oído se nóte una especie de cruxido. Si está en flor no se necesita para admitirlo mas prueba que certificarse de que no es supuesto ni contrahecho, y no lo será, si examinado con un microscopio tiene sus partícu-

las cristalinas, y en forma de agujas.

34. El carbon es una sustancia compuesta del flogisto y de las partículas terrestres contenidas en los vegetables, unidas é incorporadas intimamente con el flogisto por la accion del fuego: su principal propiedad respecto á la pólvora es, que encendido por sí solo, ó por el azufre descompone al salitre haciendole producir con suma prontitud un fluido elastico en quien reside la fuerza de la pólvora: propiedad que se observa quando se fixa el nitro con el carbon.

35. Aunque todo carbon encendido tiene la propiedad de descomponer al salitre, y lo mismo sucede quando éste está líquido y muy caliente y se le echa qualquier carbon, aunque esté apagado, no por esto son todos igualmente buenos. El hecho de maderas fuertes como encina, álamo, fresno, &c. no es á proposito por abundar de una materia térrea que impide se infláme tan prontamente como el hecho de maderas tiernas y ligeras, que tienen mas flogisto, y menos de esta materia.

36. Es necesario pues escoger, para hacer carbon para la pólvora y fuegos artificiales, las maderas mas tiernas y ligeras, como el sauce, abellano, laurel, saúco, enebro, texo, adelfa, sarmiento: esta y la de

sauce se emplean mas comunmente por su abundancia.

37. Antes de hacer el carbon se deben descortezar las maderas , para lo que será conveniente cortarlas en la primavera , por que al tiempo de brotar los arboles despiden mejor la corteza : se dexan despues secar , y quando lo estén , se acomodan los trozos de punta en un hoyo hecho en tierra , y se les dá fuego : luego que se observe están reducidos á brasas , se ahogan con tierra , sin echar egua : frio el horno se extrae el carbon , se apartan los tizos , y se remueve en cribas para que déxe la tierra y ceniza con que esté envuelto.

38. Quando se quiere hacer una corta cantidad de carbon , se divide la madera en pequeñas astillas , se ponen estas en una vasija de barro con su cubierta , que se embetuna con argilla : se rodéa de carbones encendidos por espacio de una hora , cuidando que el fuego consérve un mismo grado de actividad : en fin se dexa enfriar antes de despegar la cubierta y sacar el carbon. Con este mismo método se hace carbon de cañamo , lino , y trapos , el qual es de muy buena calidad.

39. Se conoce que el carbon está bien fabricado , y es de buena especie , en que se quema todo sin arrojar llama sensible, ó solo una pequeña azula-

da , á menos que no sea agitado por el viento. Tambien se aprueba quando reducido á polvo se mantienen sus partículas desunidas , sin brillar , y tienen un negro muy subido.

Numero II.

Composicion y fábrica de la pólvora.

40 **L**LA composicion y fábrica de la pólvora (supuesta la buena calidad de sus ingredientes) depende de la dosis de estos : de la del agua ó líquido con que se incorporan : de su mezcla y trituracion , y del modo de reducirla á granos.

41. De la diferente dosis de los ingredientes resultan diversas especies de pólvora aunque sean iguales todas las demás circunstancias : en España está arreglada por Ordenanza la dosis del salitre á setenta y ocho partes , la del azufre á once , y á trece la del carbon. A fin de conocer si esta combinacion es la que produce mejor pólvora , es necesario hacerla de diversas especies con una dosis fixa de salitre , y variar la de los demás ingredientes. Esta especie de ensayos graduales se encuentra en una memoria inserta en el Diccionario Encyclopédico , cuyos resultados están contenidos en la tabla siguiente.

T A B L A
DE ENSAYOS
 QUE MANIFIESTA LA MEJOR PROPORCION
 para componer la pólvora.

Numero de ensayos.	<i>Ingredientes de que se compone la pólvora.</i>			Grados en la probeta.
	Salitre.	Carbon.	Azutre.	
	<i>Libras.</i>	<i>Onzas.</i>	<i>Onzas.</i>	
1 ^o.....	.....I.....	.....I.....	.....0.....	.....0.....
2 ^o.....	.....I.....	.....2.....	.....0.....	.....3.....
3 ^o.....	.....I.....	.....3.....	.....0.....	.....5.....
4 ^o.....	.....I.....	.....3½.....	.....0.....	.....7.....
5 ^o.....	.....I.....	.....4.....	.....0.....	.....9.....
6 ^o.....	.....I.....	.....4½.....	.....0.....	.....8.....
7 ^o.....	.....I.....	.....5.....	.....0.....	.....6.....
8 ^o.....	.....I.....	.....4.....	.....½.....	.....11.....
9 ^o.....	.....I.....	.....4.....	.....I.....	.....15.....
10 ^o.....	.....I.....	.....4.....	.....I½.....	.....14.....
11 ^o.....	.....I.....	.....4.....	.....2.....	.....12.....
12 ^o.....	.....I.....	.....3½.....	.....I.....	.....16.....
13 ^o.....	.....I.....	.....3.....	.....I.....	.....17.....
14 ^o.....	.....I.....	.....2½.....	.....I.....	.....14.....
15 ^o.....	.....I.....	.....2.....	.....I.....	.....10.....
16 ^o.....	.....I.....	.....3.....	.....I½.....	.....15.....
17 ^o.....	.....I.....	.....3.....	.....½.....	.....13.....
18 ^o.....	.....I.....	.....2.....	.....2.....	.....13.....
19 ^o.....	.....I.....	.....2½.....	.....I½.....	.....14.....

42. De la anterior tabla se infiere : que la pólvora fabricada con 16 partes de salitre , 3 de carbon , y una de azufre es la que ha parecido tener mas grados de fuerza en la probeta , y por consiguiente que es preferible á todas las demás : en vista de lo qual no será la mas acertada , y justa la proporcion de ingredientes prescrita en la Ordenanza.

43. En esta tabla se manifiesta tambien que el azufre no es esencial para la composicion de la pólvora ; respecto á que mezclando quatro onzas de carbon con una libra de salitre se obtiene otra especie de pólvora bastante fuerte , y que empleada en cantidades mayores parece que sobrepasa en fuerza á la pólvora que se acaba de señalar por preferente , como lo demuestran las pruebas hechas en el molino de Essaune en 1757 con las pólvoras de los numeros 5 y 13 , pues cargando un morterete con tres y dos onzas de cada especie , fabricadas en los dias anteriores , se observó : que la primera arrojó la bala á 79 toesas con tres onzas , y á 35 con dos ; y la segunda arrojó el mismo globo á 78 toesas , y á 41 en iguales cantidades : de consiguiénte la hecha sin azufre tuvo menor fuerza en cantidad de dos onzas , y mayor en la de tres , que la que lo tenía.

44. No es esta la única noticia que se tiene de que se pueda hacer una verdadera pólvora, de semejantes efectos que la ordinaria, sin azufre. El Caballero de Arcy en su *Ensayo de una teoría de Artillería* trae varias experiencias hechas con diferentes pólvoras, en quienes se había combinado salitre, azufre y carbon en distintas dosis, y entre ellas se vé: que la hecha de 6 partes de salitre, y una de carbon, quemada en cantidad de una onza en su probeta particular la hacía recular 7 grados y $\frac{1}{2}$: la mejor hecha con esta dosis de salitre y carbon, fue á la que se le añadió una cantidad de azufre correspondiente á $\frac{1}{4}$ del carbon, y hizo recular la probeta 18 grados y $\frac{1}{3}$. Las demás pólvoras en quienes se pusieron mayores cantidades de azufre tuvieron menos actividad. Es pues el carbón en quien reside la propiedad de descomponer al salitre: mezclado éste con solo azufre y quemada la composicion queda el salitre intacto.

45. Para vér por propia experiencia, si la pólvora sin azufre es capaz de substituirse á la comun en las piezas de Artillería, se hizo en esta Escuela práctica una corta cantidad de ella compuesta de quatro partes de salitre de muy buena calidad, y de una de carbon de pino (por no haber

de otro entonces). Como tampoco había los útiles necesarios para su fábrica, salió mal triturada, y su grano muy desigual. No obstante el resultado de las pruebas que se hicieron con ella fue: 1.º cargado un fusil con quatro adarmes y un simple taco, salió el tiro causando muy corto ruido, como si solo hubiese sido originado de pocos granos de pólvora: 2.º cargado un morterete de probar pólvora con tres onzas, arrojó su bala á 60 toesas: bien que nuestra pólvora ordinaria de municion, siendo de buena calidad, la arroja á mas de 100 toesas: 3.º cargado un mortero de 9 pulgadas con dos libras y sin tierra, arrojó la bomba á 578 toesas: con el mismo mortero é igual carga de pólvora ordinaria de excelente cantidad se hizo otro dispáro, y la bomba alcanzó 759 toesas.

46. De aqui se deduce, igualmente que de las pruebas hechas en el molino de Essaune: que la pólvora hecha de salitre y carbon solamente, aumenta su fuerza, no en razon de las cantidades que se queman, sino en otra mucho mayor; y que de consiguiente siendo inutil para la fusilería, puede ser muy buena para las piezas de Artillería en quienes las cargas son siempre mucho mayores.

47. La introduccion de una semejante pólvora

que componen la pólvora por continuados golpes de mazos, que repitiéndose siempre en un mismo lugar pueden calentar é incendiar la pasta que baten. Para precaver tan funesto accidente, se tiene especial cuidado de rociarla con alguna frecuencia, de cuyo exceso de humedad resulta la pólvora aquosa, grasa, y de consiguiente menos activa. Sería pues mas conveniente fabricarla por compression, en lugar de executarla por percusion. A este fin se ha establecido el año de 1754 en Essaune un molino de pólvora semejante á uno doble de tabaco, ó azeite: esto es, de dos ruedas motrices que ruedan sobre otra fixa y horizontal, con el que se fabrica una pólvora excelente (de que usa el Rey de Francia), en solo seis horas, es decir, en poco mas de una quarta parte del tiempo que se necesita en el molino de mazos, y con mucha menos agua; porque como las ruedas motrices mudan de lugar á cada instante respecto á las partes de su circunferencia, y á las de la superficie de la fixa, no hay que temer calienten é inflamen la pasta. Es verdad que en este molino se fabrica menos pólvora á la vez que en el de mazos. Para remediar este único inconveniente se hizo en Francia en el mismo parage el ensayo de otro molino, compuesto de quatro cilindros de hier-

ro fundido del peso de 60 quintales , que rodaban rectamente sobre dos tablones de doce pies de largo y quatro de ancho : y las resultas fueron , que en ocho horas se fabricó otra tanta pólvora como en el molino de mazos en veinte y quatro , siendo no obstante de mucha mejor calidad.

54. La pólvora se forma en granos , poniendo la pasta hecha bolas del tamaño de un huebo , en cribas agugereadas conforme á la magnitud que se quiera dár al grano ; y obligandola á pasar por las aberturas con el peso de unos fuertes cilindros ó globos de madera que se ponen sobre ella dentro de las cribas : los granos así formados dexan entre sí , quando se reunen , interválos por donde se comunica y propaga el fuego con presteza y velocidad ; y esta es la causa por que se dá esta forma á la pólvora. Si los granos fuesen demasiado gruesos resistirian la accion del fuego , retardarian la inflamacion , y se caeria en otro inconveniente : así lo que hasta ahora se tiene por mas oportuno es hacer los agugeros de las cribas de diez puntos de diámetro para que el grano sea del tamaño que tiene la pólvora de guerra , que parece el mas proporcionado para la Artillería y el fusil.

55. Despues de hecha granos la pólvora se pasa

por un tamíz y se seca al sol, ó en hornos de hierro contruidos á este fin, con las correspondientes precauciones; pero es preferible la práctica de dexarla secar al ayre en tiempo seco, pues siempre se nota alguna alteracion en la enjuta al sol. El agua ó humedad que contiene disuelve calentandose mayor cantidad de salitre, y como los granos se secan entonces desigualmente queda mal repartido este ingrediente. El Caballero de Arcy ha observado que siendo mucho el calor que se dé á la pasta al granar la pólvora, no tiene esta actividad ninguna. Tambien se pavona ó se le dá lustre y redondéa poniendola en toneles ó barriles, que se mueven circularmente, despues de lo qual se vuelve á pasar por tamízes, y se embarrila y almacena.

56. Este modo de preparar la pólvora usado en España dexa los granos angulosos, y de figura irregular. En Suiza, donde se fábrica la mejor pólvora de Europa, se reduce á granos perfectamente redondos, esta forma esférica que dexa entre sí intersticios regulares y mayores que los de la ordinaria, hace mas pronta la inflamacion de donde resulta mayor fuerza.

57. Allí se redondéa la pólvora por medio de una máquina movida por agua, que pone en rota-



cion tres brazos cilindricos de madera sobre otros tantos tableros guarnecidos de pequeños cilindros. Los tres brazos están cubiertos de sacos de lienzo clavados en ellos por sus extremos : el diámetro de los sacos es algo mas de un tercio mayor que el de sus respectivos cilindros , y en cada uno cabe un quintal de pólvora : puestos los brazos en movimiento sobre los tableros ó mesas, los pequeños cilindros de éstas comprimen la pólvora de los sacos , y le imprimen un movimiento de rotacion, y un rozamiento que redondéa los granos perfectamente. Mas se debe tener presente que hasta ahora no se han hecho las experiencias precisas para saber si la pólvora se mejora pavonandola : muchos creen, y parece que con fundamento , que la así preparada no se inflama con tanta facilidad , y que las piezas arrojan mayor cantidad de granos que caen en tierra intactos : inconveniente en que se caería con el uso de esta máquina , que pavonará demasiado la pólvora.

58. En fin , véanse las composiciones de pólvora más usadas. La compuesta de cinco partes de salitre, una de azufre , y otra de carbon , y que su grano entra facilmente por el fogón de un fusil de Ordenanza , es la que se llama *pólvora de mosquete* ; pero

si sus granos son dos ó tres veces mayores se llama *pólvora de cañon*: la que tiene seis partes de salitre, una de azufre, otra de carbon, y el grano como la de mosquete *pólvora ordinaria de guerra*: si sus granos son la mitad menores *pólvora fina de guerra*: y si á estas circunstancias se le agrega la de ser el carbon mas ligero ó menos denso será *pólvora de caza*: finalmente si los granos son como la de ésta, pero su composicion de siete partes de salitre, una de azufre, y otra de carbon se llama *pólvora de artificio*. Al presente quasi toda la Europa emplea en la guerra la pólvora de este nombre, cuya proporcion está generalmente admitida como la mejor.

Numero III.

Reconocimiento y prueba de la pólvora.

59. **L**A pólvora se reconoce por sus qualidades exteriores, y se prueba experimentando su fuerza y potencia: lo primero puede practicarse sin inflamarla, ó tambien quemandola: lo segundo se conoce por la accion de la pólvora inflamada contra los cuerpos inmediatos y que impéle.

60. La pólvora cuyo grano es igual y limpio,

y su color el de pizarra es buena : el color mas suttido y enteramente negro indíca demasiado carbon , ó mucha humedad , circunstancias que debilitan la pólvora. Tambien se conoce si tiene excesivo carbon en que puesta sobre un papel blanco lo tiñe , y pone negro.

61. Igualmente se descubre su calidad deshaciendo algunos granos entre los dedos , ó contra una tabla lisa : si estos se desvaratan con facilidad será crecida la dosis de carbon : si se encuentran algunas partes pequeñas tan duras que resisten la accion del dedo , y lo punzan , no estarán bien incorporados el azufre y salitre.

62. Los defectos de la pólvora se reconocen tambien inflamandola sobre un papel , ó tabla lisa que no sea resinosa. Si dexa algun residuo ó escoria blanca , y el humo es muy denso y sube con lentitud : si la llama chispéa ; ó es de color azulado ; si quedan cerca del parage donde se inflamó algunas partículas amarillas , ó manchas oleosas , es claro que el azufre y salitre no están bien purificados , y que la pólvora está humeda , deteriorada , ó mal compuesta : y si en el mismo parage se encuentran escorias negras será excedente la cantidad de carbon.

63. Por el contrario si aplicando fuego á la pólvora en la expresada disposicion se inflama subitamente sin chispear , ni dexar escorias , ni quemar el papel ó tabla , en tal caso será de sobresaliente calidad. Tambien lo será , si disparando una pistola ó fusil con ella , se observase queda la cazoleta de un color roxo, que llaman *sangre* los cazadores, entre quienes pasa , y con razon , como señal infalible de la bondad de la pólvora esta circunstancia , que igualmente suele notarse en las piezas de Artillería quando la pólvora es buena, y que es mas encendido el color mientras mejor sea.

64 La pólvora se experimenta tambien por su accion sobre los cuerpos inmediatos : la que se conoce por la velocidad inicial que les comunica ; ó por la profundidad de la immersion de éstos en un blanco penetrable ; ó por la impresion que reciben en el choque contra otros cuerpos resistentes ; ó en fin por el mayor peso ó resistencia que vence en aquellos contra quienes obra , y por la mayor distancia á que los arroja.

65. La velocidad inicial que la accion de la pólvora comunica á las balas (la qual se aprecia por el número de pies que las haría correr en un segundo de tiempo , si continuasen siempre con la cele-

ridad que tienen al principio de su movimiento), se conoce: ó por el arco que hace describir el choque de la bala á un péndulo de madera suspendido en un caballete ó cábria triangular; ó por el que describe un punto de la circunferencia de una rueda colocada á nivel, y moviéndose uniformemente mientras que la bala anda el diámetro de dicha rueda; que á este efecto debe tener todo al rededor una corona ó faxa de papel, que atraviesa y rompe la bala por dos partes: la diferencia de un semicírculo á qualquiera de los arcos marcados por las aberturas de la bala, será lo que la rueda haya girado mientras la bala recorre su diámetro: por consiguiente teniendo un péndulo que señale las vueltas de la rueda en un segundo, se tendrá por una regla de proporción sabida la distancia que andaría la bala en un segundo conservando la misma velocidad: la que como despues se dirá se retarda considerablemente por la resistencia del ayre. Tambien se puede calcular dicha velocidad por otros medios. Vease el Artículo XI^o.

66. Igualmente se conoce la fuerza de la polvora cargando proporcionada y competentemente un arma de fuego, y disparandola contra un blanco de madera ó tierra que sea homogéneo, igual-

mente compacto , y que esté próximo al arma: pues no tiene duda que mientras mayor fuese la potencia de la pólvora, será mayor la velocidad de la bala, y por consiguiente su immersion , ó profundidad á que penétre.

67. Tambien se conoce dicha potencia ó fuerza por el efecto que causa en una bala de fusil de Ordenanza disparada contra una muralla, con 8 adarres de pólvora , á distancia de 400 pasos andantes. ó 1000 pies de Castilla. Si de resultas del choque queda hecha pedazos la bala , ó aplastada como una plancha , y sucede lo mismo en seis ú ocho disparos consecutivos , la pólvora será admisible, y de buen servicio , conforme á la Ordenanza del año de 1728 , que señala ésta por una de las pruebas de la pólvora.

68. Otra es , la de morterete, usada en Francia, que tambien prescribe la misma Ordenanza. Esta prueba se hace cargando el morterete con tres onzas de pólvora sin taco ni tierra, y con una bala de bronce de sesenta y quatro libras , la qual arrojada por quarenta y cinco grados de elevacion ha de alcanzar al menos 75 toesas para que la pólvora sea admisible.

69. Tambien suele experimentarse su fuerza con

la probeta : llamase así un instrumento semejante á una pistola , que tiene una rueda graduada oprimida por un muelle , y puesta verticalmente sobre el cañon ó recipiente , en que se contiene una determinada cantidad de pólvora : el impulso de ésta quando se inflama choca el brazo ó pala de la rueda que cubre al recipiente , vence la resistencia del muelle , y hace girar la rueda mas ó menos segun su potencia.

70. Conocese ésta asimismo , por el retroceso que causa en el arma donde se inflama. A este efecto ha inventado el citado Caballero de Arcy una probeta particular , que viene á reducirse á un cañon de cobre suspendido de una barra de hierro en forma de péndola , y que cargado con sola pólvora, retrocede al dispararse, y marca en un arco graduado los grados que se mueve en su primera oscilacion. Mas como esta máquina sea la mas exácta para probar la pólvora individualarémos su construccion.

71. Sobre un fuerte marco horizontal de madera se encaxa otro igual de hierro , que pueda elevarse ó baxarse por su frente mediante un tornillo situado en medio dél : sobre este segundo marco se elevan dos pies derechos en cuyos extremos hay dos cortes en que juegan los quicios de un exe en

forma de cuchillo de que está suspendido el cañon por medio de la barra : tambien se coloca sobre el marco de hierro un arco de círculo graduado, con una mano ó aguja , cuyo exe de movimiento esté en su centro , y se mueva mas ó menos premiosamente por medio de un tornillo : el exe de la aguja , y de consiguiente el centro del limbo han de estar en prolongacion del exe sobre que oscila el cañon , ó de sus quicios : una vara ó regla de madera fuerte enlaza la aguja con la barra ; de modo , que el plano vertical que pasa por el exe de la aguja, páse por la interseccion de ella con la regla : el arco de circulo está sostenido por una plancha de cobre y sirve tambien para colocar una plomada en disposicion , que tirando una visual por ella y el tornillo que mueve el marco de hierro , se nóte quando el exe sobre que se mueve el cañon está horizontal.

72. Esta máquina para probar la pólvora está experimentada en Francia , y se ha hallado muy adecuada : é igualmente serán buenos todos los modos de probarla, que deducen la fuerza de la pólvora de la velocidad inicial de la bala , y de qualquiera otra comunicada á los demás proyectiles. Pero ninguno sería tan preciso y útil como el inventado en Inglaterra , si es cierto que con él podrian tres ó quatro

hombres probar hasta quinientos barriles de pólvora en una mañana con una máquina sumamente sencilla y exâcta; mas como no se ha publicado su construcción, es indispensable reducirse á las pruebas de Ordenanza, ó á las que se han expuesto.

73. Entre ellas, la de la probeta es sumamente falible por que su rueda gira, con mas ó menos facilidad segun la mudanza del tiempo, y conforme esté mas ó menos caliente y limpia: la de fusil variará mucho de resultas de entrar la bala mas ó menos justa, estar mejor ó peor atacado, y segun sea la calidad y dureza del muro: y la del morterete por solas las desigualdades de su construcción, y las de su bala, que son irremediables é imperceptibles, puede ocasionar, como efectivamente sucede, diferencias muy notables en los alcances con una misma cantidad y calidad de pólvora, iguales todas las demás circunstancias.

74. Sin embargo, como esta prueba es mejor que las otras dos, conviene usarla con preferencia á ellas; pero con las siguientes precauciones. 1^a. Tener una pólvora perfectamente fabricada y conservada con mucho cuidado, que se debe llamar *pólvora de regla*: tirar con ella dos ó tres tiros, y otros tantos con igual cantidad de la que se quiere probar, que ha de

ser de la misma especie que la de regla ; y si los alcances de ambos son iguales , será de buen servicio la que se reconoce. 2.^a. La prueba debe executarse en tiempo sereno , secando antes moderadamente al sol una y otra pólvora. 3.^a. Las descargas se han de hacer en el menor tiempo posible , y con corta cantidad de pólvora , por lo que , respecto á que los morteretes tienen la recámara cilíndrica , y el fogon al fondo de ella , la altura de la carga no debe pasar de un diámetro de la recámara , aun quando esta pueda contener mucha mayor cantidad. 4.^a. El morterete ha de estar sólidamente encastrado en un afuste pesado , y sus balas serán perfectamente homogéneas y esféricas , para que los centros de figura concurren con los de gravedad. Con este método se puede comparar la fuerza y bondad de la pólvora con bastante exáctitud.

Numero IV.

Recomposicion de la pólvora deteriorada.

75. **Q**Uando la pólvora es de materiales escogidos , fabricada con todo cuidado , y bien conservada , no se descompone y altera , como no sea por accidente ; y hacerla de este modo sería el único

medio de excusar sus recomposiciones.

76. La deterioracion de las pólvoras que no están bien fabricadas nace de exalarse el salitre, ó separarse del azufre y carbon: si los ingredientes no están bien incorporados, el tiempo solo causa esta separacion; y si son de mala calidad la causa la humedad que se apodera de la pólvora, y es atraída por ella, aunque esté custodiada en los almacenes; pero mucho mas si está en parages húmedos. Las pólvoras bien fabricadas se deterioran por excesivo calor ó por humedad. Unas se reparan fabricandolas de nuevo, y otras asoleandolas: por consiguiente es indispensable conocer la causa de su alteracion para recomponerlas.

77. Quando la mayor parte de la pólvora se ha reducido á polvo, y los granos que restan de ella están negros y aterronados, es señal que se ha disipado la mayor parte del salitre: en este caso es forzoso volver á fabricarla añadiendo la dosis de salitre que le falta.

78. Si los granos están enteros, pero su superficie blanquéa y brilla, es señal que está próximo á separarse el salitre disuelto por la humedad, y cristalizado en la superficie de los granos. Mas si estando estos enteros y secos, se encuentran muchos de

ellos unidos entre sí , á manera de grupos , principalmente los que están en el centro de los barriles , entonces es señal que liquidado en parte el azufre por un calor excesivo ha causado esta reunion despues de frio : en uno y otro caso es preciso triturrar de nuevo los ingredientes y rehacer la pólvora.

79. En fin, si principiase ésta á hacerse terrones por la humedad , pero conservando aún su propio color de pizarra , no necesita otro reparo sino el asoleo.

80. Para fabricar de nuevo una pólvora que ha perdido mucha parte de su salitre , es indispensable conocer la cantidad que le falta para recomponerla ; y este conocimiento es el mas esencial , por que de él depende la exáctitud de esta maniobra , y de otras igualmente útiles.

81. Para obtenerle se pueden emplear uno de dos medios : el primero es secar al sol una determinada medida de pólvora mala , y pesarla : pesar despues igual medida de pólvora buena de la misma especie , y añadir de salitre el exceso de ésta á la deteriorada para fabricarla de nuevo. Quando la pólvora esté en barriles que tengan marcado su peso , servirá éste para conocer la falta del salitre despues de seca.

82. El otro medio es extraer de una libra de pólvora mala su salitre, desliendola en agua caliente, y filtrandola dos ó tres veces con nueva agua por un paño ó bayeta blanca, cuya menor parte esté dentro del agua, y la mayor fuera del vaso que la contenga. En el agua así filtrada queda disuelto quasi todo el salitre; por lo que evaporandola al fuego en una caldera y removiendola continuamente, se hallará al fin en el fondo el salitre en forma de harina: si éste pesa ocho onzas por exemplo, se supondrá que una quedó sin disolver entre el carbon y azufre, y de consiguiente que la libra tenia nueve, en cuya inteligencia se añaden tres onzas de salitre por libra para que despues de recompuesta tenga tres quartas partes dél, como necesita para ser buena.

83. Esta operacion se hace tambien para reconocer si la pólvora recién fabricada tiene la dosis del salitre que la corresponde: é igualmente quando en alguna Plaza sitiada, ú en otra urgencia del servicio no hay otro arbitrio de tener salitre para recomponer la pólvora mala, ó para hacer fuegos artificiales.

84. En este último caso es suficiente dicha operacion para el fin á que se dirige de suplir la falta

de salitre; pero no en los dos primeros en quienes para proceder con acierto se necesita no solo conocer la dosis de salitre, sino tambien la de azufre y carbon que tiene la pólvora, ó que le falta.

85. El mucho polvo que sale y se separa de las pólvoras antiguas y humedas se compone por lo comun de partículas de azufre y carbon: de consiguiente puede muy bien una libra de estas pólvoras perder de su peso despues de seca, y no ser salitre, sino azufre y carbon lo que le fálte para su debida proporcion; y lo mismo respectivamente podrá suceder en la pólvora reciente que se quiera reconocer, la qual teniendo el salitre correspondiente, será defectuosa por no estar arregladas las dosis de los otros ingredientes. Así en uno y otro caso conviene saber la cantidad de cada ingrediente que hay en la pólvora que se reconoce.

86. Para esto debe hacerse su analisis con el método descrito por el Señor Beaumé, en la citada Obra del Caballero de Arcey, y como el mas exácto que encontró este célebre Chímico, y se reduce: á secar al baño de maría (que es el de agua hirviendo) una cierta cantidad de pólvora (que pierde á corta diferencia quatro adarmes por libra, prueba de que siempre tiene humedad) y se pesa una libra de

El propio reparo, y en los mismos terminos.

esta pólvora así seca, se echa con quatro de agua filtrada en una cafetera, ú otra semejante vasija, y se pone al fuego para que hierva por dos horas: se filtra el licor caliente por papel bazo: sobre el sedimento negro que resta encima del papel se echa cantidad de agua caliente, para que acabe de desalarlo enteramente. El líquido que resulta de la filtracion es un agua cristalina en que está disuelto todo el salitre que contenía la libra de pólvora, menos el que se haya descompuesto en esta operacion; pues se sabe que siempre se descompone una parte de las sales que se sujetan á estos trabajos: para extraer todo el salitre que contenga, se hace evaporar al baño de maría el agua filtrada, hasta que queda seco, y en forma de harina en el fondo de la vasija en que se haga la evaporacion. El sedimento que resta sobre el papel contiene el azufre y el carbon: de consiguiente secandolo al baño de maría y pesandolo se sabrá la cantidad que hay de uno y otro. La diferencia que haya entre el peso de esta masa y el del salitre hasta una libra, se reputará por pérdida del salitre en la disolucion y evaporacion. Para averiguar en fin quanto azufre y carbon hay en el expresado sedimento, se pone éste en una vasija bastante plana, que será mejor de vidrio, á un

corto fuego , que se vá aumentando lentamente hasta que empiece á arder el azufre : se removerá entonces continuamente la masa hasta que no se note ni llama , ni vapores sulfureos , y se vea el carbon hecho polvo muy sutil en el fondo de la vasiya : se pesará, y se le rebaxará $\frac{1}{42}$ de su peso , por haberse experimentado que en esta operacion aumenta el carbon este peso, por unirsele igual cantidad de azufre que queda inseparable : sabida pues la cantidad de carbon que tenia la libra de pólvora se sabrá la de azufre , y de consiguiente se tendrá hecho su analisis , y conocida la cantidad que le falta de alguno de sus ingredientes para que tenga la debida proporcion.

87. Si la pólvora deteriorada está mal hecha, y tenia menos salitre que el que le correspondia , podrá suceder que despues de humeda haya perdido azufre y carbon , y no salitre ; y por consiguiente que la dosis de éste , que no era proporcionada antes de haberse humedecido , lo sea despues : en este caso se volverá á batir é incorporar en el molino dicha pólvora tal como ésta , é igualmente se reducirá á granos, pues así saldrá de esta segunda fábrica mejor que de la primera.

88. El propio reparo, y en los mismos terminos,

debe hacerse á la pólvora quando nada ha perdido de su peso , y su deterioracion nace solo de haberse salido el azufre á la superficie de los granos por excesivo calor , ó el salitre por la humedad.

89. Pero si ésta no hubiese descompuesto la incorporacion del salitre , ni alterado el color propio de la pólvora , entonces no necesita para recobrar su fuerza sino secarla á un calor moderado asoleandola : esta es una de las operaciones mas freqüentes en nuestra profesion , para cuyo arreglo se expidió la Real Instruccion del año de 1738.

90. Las principales circunstancias de ella son: que la pólvora se reconozca con exâctitud , para que no se asolee mas tiempo que el respectivo á su estado de humedad : que se elija un terreno llano, seco, sin piedras , retirado del almacén y comercio, donde se tiendan encerados , mantas de lana , ó sabanas de lienzo fuerte , para asolear la pólvora : que en todas las avenidas de aquel parage se pongan Centinelas que no dexen pasar sinó á los operarios : que estos sean á satisfaccion del Oficial comisionado , y no mas que los precisos ; no permitiendoles arma alguna , instrumentos de fumar , ni otro calzado que alpargatas : que se tengan prontos los barriles y sacos nuevos y recompuestos , que fueren suficientes

para reemplazar los que resultaren inútiles al sacar la polvora; é igualmente el almágre, serones, tamices, cuerdas, escobas, palas y artesas que se juzgaren necesarias; sin que en ninguno de estos utensilios haya la menor cosa de hierro: que se elijan para esta operacion dias muy serenos, haciendola en invierno de diez á quatro; y en verano de nueve á cinco de la tarde; y teniendo prevencion de encerados para cubrir y reservar la pólvora en caso de temporal inopinado: que no se saquen del almacén mas barriles que aquellos cuya pólvora puede asolearse en un dia, que se regula ser ciento y cinquenta quintales con diez trabajadores y quatro toneleros: que esta pólvora se extienda sobre los encerados, ó sabanas en capas poco gruesas, y se remueva con palas de hora en hora, hasta la una ó dos de la tarde, que estará seca, y se puede principiar á recoger y pasar por tamices: que cernida se ponga en artesas, en quienes se tendrá bien tapada, hasta otro dia para evitar el inconveniente de que ferménte, y se descomponga embarrilandola antes de enfriarse: que quando llegue este caso se ponga en sus sacos y barriles, dexandoles quatro pulgadas de vacío, para que se remueva y ventee dentro de ellos: y en fin que estos barriles se rotúlen con al-

magre anotando el peso, calidad, y fábrica de la pólvora que contenga cada uno, y despues se transporten y coloquen en el almacén.

91. Quando los toneleros no estén empleados en abrir barriles para sacar polvora, ó embarrilarla despues de asoleada, trabajarán en recomponer los barriles que hayan resultado descompuestos al tiempo de extraerla; para lo qual deberán tener de prevencion suficiente número de aros, ó círcoles en remojo, y aprovechar los barriles deshechos, y las duelas, y aros sueltos que existan en los almacenes.

92. Una de las principales circunstancias de esta maniobra es que se execute con mucho orden y precaucion, á fin de evitar los peligrosos accidentes á que está expuesta, y la defraudacion de la polvora dentro y fuera de los almacenes.

93. Por esto, como en dicha operacion hay por lo regular quatro ó cinco por ciento de mermas, á demás del polvorin que resulta, se debe pesar la pólvora al tiempo de tenderla para asolearla, y tambien despues de tamizada quando se embarrila, llevando una cuenta muy exácta por dias, tanto de estos pesos, como del polvorin que saliere (que tambien debe ponerse en los almacenes), é igualmente de los gastos que se hubieren causado diariamente.

te con expresion de jornales , y materiales.

64. Concluído el asoleó se formará un estado general que comprehenda con distincion las cantidades de pólvora que se hubiesen asoleado : las que hayan quedado limpias secas y embarriladas con expresion de su fábrica y calidad : las mermas que hayan tenido ; y el polvorin que hubiere resultado.

95. Tambien se formará otro estado general en que se expresen todos los jornales gastados , los barriles nuevos que se hayan empleado , los descompuestos que se hayan aderezado, y qualesquiera otros gastos que se hubiesen causado. Ambos los intervendrá el Contralór , ó Comisario de Guerra , los firmará el Oficial comisionado , y certificará el Gobernador conforme le conste : de ellos se darán tres copias , una al Gobernador para noticia del Ministro de Guerra , otra al Contralór para su Oficio , y la tercera la dirigirá el Oficial al Comandante de su Departamento.

96. Se ha dicho que el polvorin procedente de los asoleós debe ponerse en los almacenes , lo que se executa para emplearlo con utilidad del servicio. Por lo comun se cree que el polvorin se quema lentamente , y sin fulminacion ; que por esta causa no puede emplearse como la pólvora ; y que es preci-

so para que sea util enviarlo á las fábricas para bati-
tirlo de nuevo.

97. Pero este parecer tiene contra sí muchas y muy exâctas experiencias recientemente hechas, por las quales, sin embargo del dictamen contrario de muchos Oficiales facultativos, y muy prácticos de Francia, se verificó que el polvorin de qualquiera especie que sea, puede emplearse en tal estado con utilidad en las piezas de Artillería, sin otra precaucion que la de aumentar alguna cosa las cargas. Por este medio todo el polvorin que exista en los almacenes, y no pueda por falta de proporcion remitirse á las fábricas, para trabajarlo de nuevo, puede emplearse en tiempo de paz en salvas, y salúdos, ó para algunos usos de las Escuelas prácticas, y suplir en caso de guerra la falta de pólvora buena si se ha consumido.

98. Este polvorin es de tres especies: el que resulta al reducir á grano las pólvoras en la fábrica, que se llama *polvorin verde*: el que se saca del fondo de los barriles ó sacos procedente del razonamiento de los granos en los transportes, que se llama *polvorin fresco*: y el que procede de los asoléos ó de pólvoras viejas y deterioradas, que es lo que llaman *pólvora descompuesta*. Como el primero está en las

mismas fábricas se reduce siempre á pólvora. No así los dos últimos , que por ser en corta cantidad, ó por evitar los gastos del transporte , ó por otros motivos , suelen quedarse olvidados é inútiles en los almacenes : su destino en los terminos expresados , es una economía util al servicio , particularmente en las salvas y salúdos para cuyo arreglo se expidió la Real Ordenanza de 1748.

Numero V.

Proporcion de los barriles ó caxones en que se ha de conservar y transportar la pólvora , y colocacion de ésta en los almacenes.

99. **L**A utilidad que resulta de que la pólvora se conserve en buen estado dentro de los almacenes , y se transporte con seguridad quando se necesite , pende principalmente de la buena disposicion y ventaja que tengan los barriles donde se pone relativamente á ambos objetos.

100. Esta ventaja y disposicion nace de la materia de que se fabriquen : de su respectiva capacidad : de la forma que se les dé : y de las precau-

ciones con que se construyan , y con que se encierre la pólvora en ellos.

101. Los barriles se han de hacer de duelas formadas de corazon de roble , encina , castaño , ó haya : qualquiera de estas maderas que se emplee ha de estar muy seca , y se ha de haber cortado en tiempo oportuno , como se dirá en el Artículo III. Las expresadas duelas se unen y aseguran entre sí con aros ó arcos de madera, cuyos extremos se ligan fuertemente con mimbres para que se mantengan en su respectiva posicion circular.

102. Algunos han proyectado hacer los barriles de cobre , tanto por su mayor duracion , como por que en ellos estaría la pólvora mejor custodiada y preservada de la humedad ; pero este proyecto necesita varias experiencias para verificar su utilidad, y certificarse de que es suficiente para recompensar el excesivo coste de dichos barriles. No obstante, como en los almacenes de los fuertes fundados dentro del agua se haya observado, que en breve tiempo se deteriora y pierde enteramente la pólvora , y aun los barriles que la encierran ; sería conveniente para municionarlos poner la pólvora en unos frascos de cobre cerrados con roscas , y capaces de media arroba cada uno.

103. La magnitud de los barriles se debe determinar con atención á la comodidad de su transporte. Por esto aunque en otro tiempo contenia cada uno ocho arrobas de pólvora , al presente solo puede encerrar quatro : ninguna azémila es capaz de llevar dos barriles con quatro quintales ; y es difícil cargarla con uno solo de dos , de modo que esté bien equilibrado el peso todo el tiempo de la marcha , y no la ofenda : lo que se consigue cargandola dos barriles de quintal cada uno.

104. Las proporciones mas usadas y regulares para que dichos barriles contengan justamente un quintal de pólvora son : su altura 24 pulgadas ; el diámetro mayor ó del vientre 16 ; el menor ó de los extremos 14 ; y el espesor ó grueso de las duelas 6 líneas.

105. Estas proporciones manifiestan que la forma de dichos barriles es la misma de las botas y toneles usuales , la qual es ventajosa para su colocacion en los almacenes , y para su fácil manejo y transporte ; pero está expuesta al inconveniente de que con el tiempo se separen las duelas y den paso á la humedad que descompone y deteriora la pólvora principalmente en las marchas.

106. Por tanto se ha pensado que sería mejor

encerrarla en caxones , pues siendo cada lado de ellos una tabla entera , y estando bien acopladas y ensambladas sus junturas se evitaría mucho mejor la humedad , tanto en los almacenes , como en los transportes. Este pensamiento tiene en contra : que como la tapa de los caxones es forzoso sea uno de sus lados mayores , y que esté suelta sin visagras, sería demasiado grande , y muy difícil ponerla de modo que quedase bien ajustado su cierre , y tan asegurado y firme como en los barriles : además que en los almacenes se apilarían estos caxones sentándolos de cuadrado unos sobre otros por sus basas , y no quedaría huelgo entre ellos para ventilarse , y evitar los daños que causa la humedad en las maderas de mucha superficie , quando se ajustan entre sí sin dár cabida al ayre. La experiencia sola es la que puede determinar estos asuntos con acierto.

107. Ella ha manifestado que el mejor medio de construir los barriles es asegurar bien sus fondos, y ajustar las duelas con siete aros en cada extremo, y uno en cada fondo ó testera , afirmado con cinco clavijas ó tarugos de madera. Igualmente se cercorlan con un aro sobre cada testera , quatro á cada extremo , y tres á cada lado del diámetro mayor.

108. Antes de poner la pólvora en barriles se

echa regularmente en sacos de lienzo crudo , y bien tupido , capaces de un quintal , y despues de bien atados se ponen dentro de los barriles ; pero como el lienzo conserva y atrae la humedad por su naturaleza , se pudre , y es causa de que la pólvora fermente , se descomponga , y destruya : por esto se ha preferido en Francia el uso del doble barril , poniendo la pólvora á granél en sus respectivos barriles , y éstos dentro de otros que llaman capas : uso que evita el inconveniente de los sacos ; pero no el de que con el tiempo se desunan las duelas de ambos barriles , facilitando la entrada de la humedad y salida de la pólvora , que se siembra por el suelo en sus remociones , y causa funestos accidentes. A mas de esto, el peso del doble barril unido al de la pólvora pasa de once arrobas , carga demasiada para una acémila , principalmente en tiempo de guerra.

109. Los caxones bien contruidos estarían exentos de estos perjuicios , y mucho mas si se revistiesen ó aforrasen de plomo : en tierra no sería conveniente practicarlo por el mucho peso y coste ; pero sí en el mar donde es precisa mayor precaucion , y se ha experimentado que esta es muy util para preservar los cartuchos y la pólvora.

110. En Inglaterra se empaca ésta en simples barriles ; pero sólidos, bien contruidos, y fortalecidos con aros de cobre : en ellos está precavida la pólvora de los accidentes del simple barril nuestro, y de que la humedad del saco en que la ponemos la deteriore : la única objecion que se pueda oponer á este uso, es la de su mucho costo, que se desvanecerá á vista de la duracion de los barriles ingleses, que despues de vacíos se pueden transportar varias veces á las fábricas para volver á servir ; de poderse economizar el saco ; y de estar la pólvora mas precavida de las injurias del tiempo, y de accidentes.

111. Su conservacion no solo pende de las precauciones con que se ponga en los barriles ó caxones ; sino tambien de las que se tomen para resguardarla en los almacenes y transportes.

112. Los almacenes son unos edificios contruidos con solidéz, y del modo mas conducente al resguardo de la pólvora : á este efecto se sitúan al medio dia ó levante retirados del comercio : se cubren por lo regular de bovedas á prueba de bomba : se hacen en el espesor de sus muros varios respiraderos por donde pueda entrar el ayre, y no otro cuerpo directamente, por que tienen un dado en medio : se les dexa una sola puerta, y una ventana, ambas con

puertas de encina dobles , gruesas , y bien ensambladas , cubiertas exteriormente con planchas de cobre , é interiormente con pieles crudas de buey : se rodéan con una cerca de mampostería coronada de una estacada , cuya puerta esté á otro costado que la del almacén : el pavimento de éste es un entarimado sostenido de quartones fuertes , elevados dos pies sobre el terreno : sus paredes se revisten ó forran interiormente hasta siete pies de altura , con tableros quatro ó seis pulgadas distantes de ellas : y tanto los huecos que estos dexen , como el del entarimado se llenan de carbon , sarmientos , ú otra materia que impida la comunicacion de la humedad del terreno con la pólvora.

113. En el entarimado se ponen los polines necesarios para colocar la primer hilada de barriles. Estos se apilan regularmente á quatro de altura , y quatro , cinco , seis , ó mas de basa conforme la extension del almacén ; pero con la precaucion de dexar un espacio de quatro pies , para maniobrar en los extremos y en medio del almacén ; é igualmente pie y medio para pasar por los costados , y aun si pudiese ser por entre las pilas de barriles.

114. Los que formen los costados de dichas pilas deben estar retenidos con piquetes ó estacas altas,

y fixas de firme en el entarimado. Este ha de bar-
rarse con cuidado siempre que se haga alguna remo-
cion de barriles ; y para esta ó qualquiera otra ma-
niobra se han de observar con los operarios y asis-
tentes las mismas precauciones que en los asoléos.

115. La propia vigilancia deberá tenerse quan-
do se abran los respiraderos y ventanas de los al-
macenes para ventilarlos : lo que no se executa sino
en tiempo seco y sereno : singularmente , en los dias
de Junio , Julio y Agosto , desde las diez de la
mañana hasta las quatro de la tarde.

116. Igual modo debe observarse en quanto sea
posible en los almacenes pequeños , ó repuestos de
pólvora , yá sean estables como en las Plazas , yá
provisionales como en Campaña. En los Castillos
y Ciudadelas , que por lo comun son elevados , se-
ría cenveniente construir en lugares oportunos, como
por exemplo baxo el terraplén de un baluarte , dos
ó mas repuestos subterranos de figura peróide con
dos aberturas , una en la parte superior para en-
trar la pólvora , otra en la inferior para extraerla.
En ellos cabria en igual espacio mucha mayor can-
tidad de pólvora que en los almacenes regulares,
se conservaria seca y en buen estado largo tiempo,
á causa de la circulacion del ayre , y quedarian en-

teramente seguros y á prueba de bomba con las precauciones ordinarias.

117. Los Ingleses guarnecen sus almacenes de pólvora de fuertes estantes en quienes acomodan los barriles sin sobrecargarlos: tambien á media vara de pavimento ponen un enrejado de madera, que forma el piso. Con estos arbitrios consiguen tener la pólvora mas precavida de la humedad, colocar mas cantidad en un almacén y con mas orden, remover los barriles mas facilmente, no maltratarlos, y obtener una limpieza muy apetecible; porque de haber polvorin sembrado en el pavimento puede resultar una voladura.

118. Siendo tan terrible y funesto el incendio ó voladura de un almacén de polvora, y habiendo acontecido algunas veces por haver caido alguna centella; parece oportuno y muy propio de este lugar, dár noticia del modo de precaber semejantes desgracias, guarneciendo los almacenes de *Conductores ó Para-rayos*: invencion moderna debida á los progresos de la Física y á las observaciones del célebre Doctor Franklin. Antes de exponer la construccion de estos preservativos, se dará una nocion concisa de los principios sobre qué se han inventado, y por quiénes se arregla su construccion.

119. La observacion y experiencia han hallado que en el rayo ó centella , y el fuego eléctrico se encuentran estas mismas propiedades : 1^a. ser luminosos : 2^a. tener el mismo color la luz : 3^a. moverse serpenteando ó haciendo continuas curvas : 4^a. la rapidéz del movimiento : 5^a. la facilidad de dexarse conducir por los metales ; esto es , de seguir la direccion de ellos : 6^a. el ruido ó chasquido de su fulminacion : 7^a. la de subsistir en el agua y aun en el hielo : 8^a. la de romper los cuerpos por donde pasan : 9^a. de matar los animales : 10^a. de fundir los metales : 11^a. de incendiar las sustancias inflamables : 12^a. su olor á azufre. En vista de todas estas propiedades comunes es de creer que el rayo no sea otra cosa que fuego eléctrico , y teniendo éste la particular propiedad de ser atraído , y aun despedido insensiblemente por los cuerpos metálicos puntiagudos , era de creer que sucediese lo mismo al rayo : efectivamente la experiencia ha manifestado ser sólida esta congetura ; y que realmente las barras terminadas en puntas se cargan de fuego eléctrico en tiempo de tempestad. En vista de esto un Para-rayo se reduce á una barra terminada en punta y bastante elevada , que por sí misma , ó por una cadena de metal , conduzca el

fuego eléctrico hasta donde haya agua, ó mucha humedad. Mas como un almacén de pólvora sea digno de las mayores precauciones, nunca serán demasiadas las que se tomen para asegurarlo de una voladura de parte de los rayos ó centellas; y así la construcción de sus Para-rayos necesita de prolixidad, y exige otros requisitos: veanse pues cuáles deban ser estos.

120. En un almacén de pólvora particularmente si es grande no se pondrá un solo Para-rayo, sinó dos, ó quatro segun su extensión, á dos de sus frentes, ó á todos quatro: cada uno de ellos se compondrá de una barra de hierro de 12 á 18 líneas de grueso, sostenida á un árbol ó mástil con abrazaderas de hierro sin clavar; la altura del cúspide de la barra deberá ser de 15 á 20 pies sobre la mayor del edificio, suponiendo que éste no esté dominado; pues entonces deberá ser mas considerable: para que el herrumbre no consuma la punta, que será mejor mientras mas sutil, serán las últimas seis pulgadas de cobre; y para mayor seguridad se formará el vértice con un grano de plata (metal que resiste mas sin fundirse al fuego eléctrico y que tiene mayor afinidad con él). Siendo muy difícil ó imposible que toda la barra sea de una pieza, se unirán sus segmentos con cortes hechos á cola de

milano , ó con espigas , interponiendo unas hojas de plomo , para que el contacto sea mas inmediato, y no se pierda su continuidad ; y sus uniones se afirmarán con abrazaderas de hierro. Para preservar la barra del herrumbre se pintará al olio : finalmente dicha barra debe continuar por debaxo de tierra, encaxonada ó cubierta de un tubo de plomo, hasta terminarse en el agua de alguna azequia , arroyo , manantial, ó estanque : en caso de no haber absolutamente agua se profundizará hasta encontrar con tierra sensiblemente humeda , en la qual se esparcirán los segmentos del tubo de plomo , que se dividirá por su pié á este fin.

121. Situados los Para-rayos , se enlazarán al pié de la veleta del almacen quatro cadenetas , que baxando por los quatro costados ó ángulos , vayan á terminarse al pié de las barras descritas : el grueso de ellas ha de ser el de el dedo pequeño ; y han de estar pintadas al olio siendo de hierro. Algunos Autores aconsejan que en lugar de eslabones se compongan de una especie de trenza ó soga hechas de alambres : tambien advierten que será mas acertado hacerlas de laton para que no estén expuestas á destruirse por el herrumbre : la primera advertencia nos parece mas esencial, por que la soga

ó trenza conserva la continuidad del metal , y no se está expuesto á que saltando un eslabon se pierda enteramente.

122. Veanse enfín las precauciones con que se debe transportar la pólvora. Y son : que cada diez bagages marchen separadamente á distancia de doscientos pasos : que cada carga lleve su manta , y sobre ella un encerado que cubra bien los barriles para precaverlos de los chispazos de las herraduras : que al tiempo de cargar y descargar se observe la misma diligencia y cuidado que en la marcha : que el parage donde se descargue se reconozca antes , para elegir otro , caso que no sea a proposito : que los Soldados que acompañen el comboy usen solo de arma blanca para lo que ocurra ; llevando sin piedras las de fuego : que tanto éstos como los bagageros no fumen , ni lleven los instrumentos necesarios para ello : que al pasar por las Ciudades y Poblaciones se tome el camino mas seguro y retirado del comercio : evitando con particularidad las calles donde hubiese herreros , ú otros oficios semejantes : y ultimamente que vaya en el comboy el correspondiente número de bagages de respeto , para que en caso de inutilizarse alguno de los empleados no se dexé abandonada su carga.

Numero VI.

De la inflamacion y fuerza de la pólvora

123. **E**Xpuestas las nociones concernientes á la fábrica, conservacion, reconocimiento, y transporte de la pólvora, procederemos á expresar qual sea el mecanismo de su inflamacion: si esta es sucesiva, ó se puede tomar por instantánea: en qué consiste su fuerza; y cómo se puede apreciar, y calcular. No es nuestra intencion tratar estas materias con toda la prolixidad y extension con que se hallan en algunos Autores modernos; por que ni el objeto de este Tratado lo exige, ni creemos esencial para el desempeño de nuestras comisiones saber executar las operaciones y experiencias físicas en que se fundan, no solo estos principios, sinó otros muchos de nuestra profesion. Mas sí creemos indispensable el conocimiento de ellos y sus fundamentos para poder proceder con acierto y solidéz en las prácticas y aplicaciones de ellos, y esto es lo que vamos á executar en este número por lo que pertenece á la pólvora.

124. Esta no se inflama igualmente con todos grados de fuego, sinó que necesita uno determina-

do, y mayor quanto mas rarefacto esté el ayre que la rodéa.

125. Para convencerse del primer punto, basta echar unos granos de pólvora sobre una brasa, y se observará, que los granos contiguos al carbon se inflaman inmediatamente, y su destruccion es tan instantánea, que no se puede distinguir de la inflamacion del azufre: que los granos algo distantes arrojan un poco tiempo despues una corta y debil llama azul, que sucesivamente se vá aclarando, hasta que enfín se destruye el grano con fulminacion: que otros granos mas distantes producen la llama azul que los precedentes, la qual se disipa sin destruirse el grano: y que enfín otros mas remotos se calientan sin inflamarse ni arder. Está pues sujeta la pólvora, como todos los demás cuerpos combustibles, á parecer roxa é inflamada sin estar enteramente penetrada y destruída del fuego. Esta destruccion que no es sensible en dos granos de diferentes diámetros, es preciso que produzca una grande diferencia en la fuerza de dos cantidades iguales de pólvora compuestas de un mismo modo, y que solo difieran en el grueso de sus granos.

126. Para manifestar que el grado de calor preciso para inflamar la pólvora debe crecer á propor-

cion que el ayre que la rodéa está mas rarefacto, se ha hecho la experiencia de quemar pólvora en un vaso pneumático, y se ha observado, que el grado de fuego suficiente para inflamarla al ayre libre, no es bastante quando se ha extraído parte del ayre contenido en el recipiente, y que despues de extraer todo el posible, se liquida la pólvora antes de encenderse, y que no arde ni se consume hasta despues de algunas ebulliciones.

127. De este principio se infiere: 1º que quantos mas disparos se hayan executado con una misma pieza (que por consiguiente estará mas caliente y rarefacirá mas al ayre), tendrá menos fuerza la polvora, y será menor el alcance de los proyectiles: 2º que será menor la fuerza de la pólvora al medio día que por la mañana; es decir que las variaciones de temple tendrán influxo en ella: 3º que quanto mas redondos sean sus granos tanto mejor será: 4º que la pólvora desecha, reducida á polvo, y atacada tendrá poca ó ninguna fuerza: 5º En fin, que atacada la pólvora con exceso, y no lo suficiente para que se reúna, tendrá menos potencia. Consequencias todas que se deben tener presentes en su uso.

128. No admite duda que todo movimiento es

progresivo y divisible en tiempos. Tambien es incontestable que la propagacion del fuego y fulminacion de un reguero de pólvora se executa en tiempos sensibles y sucesivos. Lo que se dificulta es : si una cantidad de pólvora , encerrada y oprimida en la recámara de una pieza , se inflama tan pronta é instantaneamente , que esté yá del todo destruída quando la bala se ponga en movimiento sensible , y que por consiguiente la impela al principio de su movimiento con la mayor fuerza de que es capáz la carga.

129. Quasi todos los Autores antiguos y modernos de Artillería son de opinion de que la inflamacion de la pólvora en las armas de fuego se efectúa progresivamente , y por el espacio de toda el anima de la pieza : de modo , que segun ellos , en siendo un poco considerable la carga sale parte de ella sin inflamar. De aqui las opiniones y proyectos de proporcionar las cargas á las longitudes de las piezas , ó éstas á las cargas que se repúten mas conducentes.

130. Por otra parte el célebre Benjamin Robins , establece y sienta en sus *Nuevos Principios de Artillería* , que la pólvora de una carga se inflama enteramente antes que la bala se ponga en movimiento

sensible. En medio de la contrariedad de estas opiniones en un asunto de tanta importancia é influxo en la teórica y práctica de Artillería ; y de que para determinarlo eran indispensables muchas y muy prolixas experiencias, no tenemos otro arbitrio que el de exponer sencilla y sucintamente las razones en que se apoyan estas distintas opiniones.

131. La primera de la inflamacion progresiva se funda. 1º En el principio , yá expuesto , de que es indispensable que todo movimiento , como el de la propagacion del fuego , se execute en tiempos , y sucesivamente , y que por lo tanto inflamada la pólvora inmediata al fondo de la recámara impelerá á la contigua al tiempo que la inflama , y ésta á la bala. Este principio se confirma con la experiencia de que en las piezas recamaradas , ó cuyos fogones están adelantados , es mayor el retroceso , é impulsos de la bala ; prueba de que la total inflamacion es mas pronta, por que el fuego se propaga en dos ó mas direcciones. 2º En que quando las cargas son muy crecidas sale parte de la pólvora sin inflamar , y tanta mas quanto mayor es la carga. 3º En que aumentando las cargas crecen los alcances de las piezas hasta un cierto punto ; pero que despues se mantienen en él , ó se disminúyen. 4º En fin , en la expe-

riencia hecha por el citado Arcy á este efecto, valiéndose de una máquina sencilla é ingeniosa, que se reduce á un tubo de bronce, cobre, ó hierro exáctamente cilindrico de $1 \frac{1}{2}$ pulgadas de calibre, que tiene tres fogones, uno en medio, y los otros dos á una pulgada dél: y á un cilindro de dos pulgadas de largo que se ajusta dentro del tubo, y tiene un ánima en su exe de 4 á 5 líneas de diámetro, y un fogon en medio. Para hacer uso de esta máquina se llena de pólvora el ánima del cilindro, y se introduce en el tubo de modo, que su fogon coincida con el situado en medio del tubo. Cargado éste con iguales cantidades de pólvora por una y otra boca, se observa: que si se dá fuego á dichas cargas por el fogon de en medio se inflaman ambas quedando el cilindro en la situacion que tenia; como es regular, respecto á ser impelido en direcciones contrarias por fuerzas iguales. Mas si se dá fuego al tubo por uno de los fogones laterales se nota: que el cilindro sale con mucha violencia por la boca correspondiente al otro lado, prueba clara de que la carga inmediata á aquel fogon se inflama, é impéle al cilindro, antes que la situada al otro extremo suyo se incendie: de consiguiente la inflamacion no es instantánea. Vease ahora como Robins

combate estas razones que parecen terminantes : en la inteligencia que este célebre Autor no dice que la inflamacion de la carga sea instantánea , sinó que se hace en tan breve tiempo , que para sus efectos se puede tomar como tal , respecto á terminarse antes que la bala se ponga en movimiento sensible.

132. Si la inflamacion fuese progresiva , y por partès , quando se le opusiesen á una carga mayores obstáculos , por exemplo dos ó tres balas en lugar de una ; entonces se inflamaría una cantidad de pólvora mas considerable , respecto á que mientras mas pesado sea un cuerpo , tanta mas potencia se necesita para ponerlo en movimiento : así , dos ó mas balas serían arrojadas con mas fuerza que una sola. Sin embargo la experiencia manifiesta lo contrario , pues tiradas repetidas veces dos y tres balas se ha observado , que sus velocidades están á corta diferencia en razon inversa subduplicada de sus densidades , que es en la que están las de todos los cuerpos á quienes una misma fuerza pone en movimiento.

133. Aunque es cierto que sale del cañon de qualquiera arma de fuego parte de la pólvora de la carga sin inflamar , no lo es que dependa este efecto de no haber tenido tiempo la carga para encenderse: si esto fuese verdadero , quando un cañon llega á

arrojar parte de su carga sin inflamar, echaría intacta toda la pólvora con que se cargase de más; y tambien un cañon mas corto arrojaría mucha mayor cantidad de pólvora; pero las repetidas experiencias expuestas en la citada obra, y hechas ante un Comisionado de la Real Sociedad de Londres, manifiestan, que las cantidades de pólvora arrojadas por un cañon cargado con diversas cargas, son quasi proporcionales con el peso de éstas; y las arrojadas por cañones de igual calibre, pero de distintas longitudes son quasi iguales: con que se infiere, que el efecto expresado no proviene de que la carga no ha tenido tiempo de inflamarse. La prueba que en dicha obra convence mas es, la de que cargado un cañon tan corto que la bala quedaba rasante á la boca, solo salió sin inflamarse una parte tan corta de la carga que era un duodecimo de ella.

134. Es preciso atribuir este efecto á otra distinta causa, que no es facil determinar. Ufano cree que provenga de que la impulsión del ayre arroja parte de la carga antes que la llama haya podido inflamarla. Robins congetura que estos granos que salen fuera están mal triturados, y son heterogéneos respecto á los otros. La Sociedad de Londres presume que los apaga la fuerza de la fulminacion;

por que la mas de la pólvora así arrojada se compone de segmentos de granos inflamados.

135. En el discurso de esta Obra se manifestará en qué consiste que los alcances no se aumentan á proporcion de las cargas ; por lo que se omiten aqui las razones que puedan eludir este argumento.

136. A las experiencias y raciocinios con que el citado Robins confirma la proposicion de que se puede y debe tomar por instantánea la inflamacion de la carga en las armas de fuego , añadiremos las dos siguientes , por parecernos sólidas y de algun peso.

137. Primero : si la inflamacion de la pólvora en las armas de fuego bien proporcionadas , fuese sucesiva , de modo , que viniese á terminarse en la boca de ellas , resultaría que el esfuerzo de la pólvora sería igual en toda el anima , y aun mayor hácia la boca (por que en esta parte obraría toda la pólvora yá inflamada , y la que en ella se inflamase que sería la mayor parte ; pues en este dato se debería encender la carga en una progresion ascendente) : de lo que se seguiría ser preciso que los gruesos ó espesores de los metales hubieran de estar en disminucion hácia la recámara ; ó al menos que hubiesen de ser iguales en toda la longitud de ánima:

consequencia absurda contraria á la experiencia , y práctica de todas las Naciones que usan y conocen la Artillería , y que sería ridículo combatir.

138. Segunda : habiendose notado por casualidad en esta Escuela práctica , que cargando los cañones de á 24 y de á 16 con $4\frac{1}{2}$ y $3\frac{1}{2}$ libras de pólvora , encerradas en correspondientes cartuchos de lanilla , un taco de heno formado con hilo de filástica , bala del calibre , y otro igual taco sobre la bala , se solia quedar dentro del cañon todo el primer taco , esto es , el interpuesto entre la pólvora y la bala ; se pasó á reconocer en qué disposicion y situacion quedaba el expresado taco , y se halló : que las mas veces quedaba deshecho , y algunas entero ; pero siempre conservando su propio color y textura , y solo un poco quemado ó ardiendo por la parte correspondiente al fagon ; y su situacion precisamente la que tenia cargado el cañon. Este hecho que parece increíble , ha sido observado en diversas ocasiones por todos los Oficiales de este Departamento , y tambien por el Excm^o Señor Conde de Lacy : y prueba , que toda la pólvora de la carga se inflama enteramente antes que la bala se ponga en movimiento sensible , pues de otro modo no pudiera atravesar el taco , y mas encerrada en cartucho.

139. La fuerza de la pólvora se creía consistiese en la pronta rarefaccion del ayre contenido en ella, y en los intersticios ó cavidades que hay entre sus granos : esta opinion del sábio Matemático y Filosofo el Señor de la Hire , y sostenida de quasi todos los Autores antiguos de Artillería se ha encontrado infundada y absolutamente falsa , despues de las experiencias y observaciones de los Chímicos y Físicos modernos , por las quales se demuestra : que la fuerza y actividad de la pólvora proviene de la pronta produccion de un fluido elástico de iguales propiedades que el ayre , que procura dilatarse , y ponerse en equilibrio con él.

140. Para hacer vér esta produccion, basta quemar algunos granos de pólvora en un recipiente, de quien se haya extraído enteramente el ayre , y en donde haya un tubo con mercurio , y se observará : que causa en él los mismos efectos que la introduccion del ayre. Si el tubo es un barometro ordinario se notará , que al quemarse la pólvora sube el mercurio : mas si es un elaterometro (ó un tubo introducido por la parte superior en el recipiente , y por la inferior en un vaso con mercurio , que esté al ayre libre) , baxará el mercurio , que es lo mismo que acontece entrando ayre.

141. El expresado fluido elástico tiene las mismas propiedades que el ayre, pues se dilata con el calor y se condensa con el frio, y además es permanente: todo lo que confirma la expresada experiencia: respecto que á proporcion que se vá enfriando el recipiente descende el mercurio en el barometro, y sube en el elaterometro, hasta que llegado á enfriar enteramente, queda á una altura constante, y distinta de la que tenia antes de inflamarse la pólvora.

142. Una semejante experiencia hace vér que solo el salitre es quien tiene la propiedad de producir dicho fluido; pues descomponiendo por la accion del fuego azufre y carbon solos, ó unidos, en un recipiente no se nota alteracion en el mercurio, y sí quando se descompone el salitre. Es de advertir, que siempre que en un recipiente se produce humo varía la altura del mercurio; por que todo humo es elástico en su produccion, y por el contrario absorbente después, de modo que hace perder al ayre parte de su elasticidad.

143. Es imposible medir la cantidad de fluido que produce la pólvora, ó por mejor decir el salitre, sino por sus efectos, y aun así no se puede llegar á obtener medida exácta, y es preciso conten-

tarse con una aproximacion: y es la causa, que en el momento de la inflamacion de la pólvora altera el fuego la elasticidad del fluido, y despues absorve parte dél el humo: tampoco es, ni puede ser general el resultado de las experiencias que á este efecto se hagan con la pólvora, por que variará en las de diferentes especies, sea por la diversidad de las dosis de los ingredientes; por la calidad, y trituracion de estos; por su diferente grano; y en fin por su estado de humedad.

144. Supuesto que el fluido producido por la pólvora tiene, como se ha dicho, iguales propiedades que el ayre: es menester especificar las de este elemento relativas á la comparacion que vamos á hacer, para enterarse de las del fluido, y poderlo calcular.

145. Los progresos de la Física experimental, y el descredito de las preocupaciones peripatéticas no dexan lugar de dudar, que las idéas del horror al vacío con que la Filosofía escolástica daba razon de muchos fenomenos, son absolutamente ilusorias; como tambien la division de los cuerpos en graves, y leves. La gravedad es general á todos, y solo varía en razon de sus densidades: este es un principio incontextable; como tambien lo es que los efectos

provenidos de lo que llaman horror al vacío son originados del peso del ayre : uno de ellos es el ascenso del mercurio en un tubo á la altura de 28 pulgadas , ó del agua en una bomba á la de 33 pies; efecto que dá la medida exácta del peso de toda la atmósfera , pues es claro , que este se equilibra , y es por consiguiente igual al de una coluna de agua de 33 pies de alto , ó lo que es lo mismo , á una de mercurio de 28 pulgadas.

146. La propiedad mas esencial del ayre, respecto á nuestro objeto , es la de ser perfectamente elástico : lo que manifiesta la experiencia , de que encerrado el ayre mantiene al mercurio en la misma altura que el peso de toda la atmósfera , á menos que el frio no lo comprima , ó el fuego lo dilate. Conocido el peso , y elasticidad de ayre , vamos á vér cómo quemada la pólvora produce estos mismos efectos.

147. Introducido en el recipiente de una máquina pneumática el extremo superior de un elaterometro se observará : que á proporcion que se extrae el ayre sube el mercurio hasta fixarse á la altura de 28 pulgadas , mas ó menos segun el parage y el estado de la atmósfera : si en esta disposicion se quema una poca de pólvora , baxa como yá se ha

dicho el mercurio con gran celeridad , y muchas undulaciones , hasta que al fin llega á fixarse en un punto mas baxo que en el que estaba antes ; prueba clara que la pólvora ha producido un fluido elástico que gravita contra él. Como este fluido es proporcionado á las cantidades de pólvora que se queman , pues se ha observado que si una dragma hace baxar el mercurio dos pulgadas , lo obligan á baxar quatro dos dragmas: será por consiguiente facil, (conocida la cavidad del recipiente , y la cantidad de pólvora que quemada en él hace baxar al mercurio una pulgada, por exemplo) , calcular , primero ; qué cantidad será la que haga baxar enteramente al mercurio , y despues conocer el fluido que produce , pues será igual al ayre que pueda contener el recipiente , ó al menos tendrá la misma elasticidad que él. Cotejando despues la cavidad del recipiente , con el espacio que ocupa la pólvora quemada , se tendrá finalmente el número de veces que es mayor el fluido producido , y la fuerza de que es capaz , pues será otras tantas veces mayor que la de una coluna de mercurio de 28 pulgadas.

148. La concision que nos hemos propuesto no nos dexa extender á exponer el por menor de las

experiencias y cálculos ; pero el resultado de las hechas por Robins es , que el fluído producido por la pólvora de que se ha valido es 244 veces mayor que el espacio en que estaba contenida la pólvora. Hawksbee citado por él , encuentra por otros medios dicho fluído 232 veces mayor. Enfín , el Señor de Antoni dice ser 192 veces mayor solamente. Estas diferencias, aunque algo notables, pueden provenir de las varias especies de pólvoras ; y como Robins dice que la de España es aun mejor que la Inglesa , debemos preferir su resultado , y no el de Antoni , por que será consecuencia de una pólvora mucho peor que la nuestra.

149. Acabamos de indicar el modo de calcular la fuerza del fluído producido por la pólvora ; pero como ésta no debe valuarse considerandolo yá frio, y de igual temple que el ayre exterior ; sinó en el momento de su total inflamacion , y fulminacion: es necesario exâminar quál será la extension que el fuego le hará tomar en este estado : á cuyo efecto ha hecho Robins la experiencia de tomar un pedazo del cañon de fusíl , taparlo por un extremo , estrecharlo por el otro , y ponerlo á albar : en esta disposicion lo introduxo boca á baxo en el agua ;

despues de frio midió el agua que habia entrado , y encontró estar con la cavidad del cañon en la razon de 796 á $194\frac{1}{3}$. La calor del hierro rareficia al ayre en esta razon , pues vuelto á su estado natural solo ocupaba una parte del cañon , que estaba con todo su hueco en la inversa de dicha razon; esto es, en la de $194\frac{1}{3}$ á 796 : reputando ahora que el calor del fluido al tiempo de su produccion sea igual al del ayre contenido en un hierro albandado , y que por consiguiente se dilate en esta razon, se deberá multiplicar el número 244 que expresa la extension del fluido en su estado natural , por la mencionada razon , y se tendrá que la extension del fluido en el momento de su produccion es cerca de 1000 veces mayor que la de la pólvora que lo produce ; y que por consiguiente tiene otras tantas veces mas fuerza que una coluna de mercurio de igual basa, y 28 pulgadas de altura.

150. Esté racionio está en cierto modo fundado en congeturas, como es , la que el calor del fluido producido por la pólvora al tiempo de su inflamacion , y por consiguiente su elasticidad y rarefaccion , sea igual á la que toma el ayre contenido

en un hierro albando; por lo tanto para admitirlo como cierto, es necesario exâminar prolixamente si calculados los resultados de este principio convienen con los que dá la práctica; pues en este caso sería evidente que es fundado y sólido. Efectivamente, habiendo calculado Robins las velocidades iniciales que tendrían las balas despedidas con distintas cantidades de pólvora, y por diversos cañones, diferentes en sus calibres, y longitudes; y comparado estas velocidades con las realmente halladas en la práctica, las encontró quasi enteramente conformes é iguales, como se puede ver en su Obra ya citada. Una semejante conformidad entre las observaciones, y resultado de los cálculos hechos sobre el principio de la atraccion, ha dado tanta celebridad y certeza al sistema, si así puede llamarse, de Neuton.

151. Las reglas dadas en los cinco números primeros del presente Artículo bastan para que un Oficial sepa lo que debe practicar en las comisiones ordinarias, que le ocurran, respectivas á la pólvora. Y las nociones dadas en este último, pueden ser suficientes para conocer sus efectos en las armas de fuego y hornillos de minas, como asimismo para entender las aplicaciones prácticas que se expondrán

en esta Obra ; pero el que quisiere imponerse mas extensamente en el método de hacer las várias experiencias, que conducen á calcular la fuerza de la pólvora, puede recurrir á las Obras que se han citado.



ARTICULO II.

*De la fundicion de las piezas de Atille-
ría de bronce.*

1. **E**N las Ciencias cuyos principios son evidentes , no existen diversas opiniones : por un enca-
denamiento de conseqüencias justas, deducidas dellos,
y cuya relacion es innegable , se llega á conocer la
verdad en los asuntos mas complicados y confusos.
Así se vé , que en la Geometría no hay sistémas
diferentes , por que no admite sinó idéas claras.

2. Mas no sucede así con las materias físicas,
estas envuelven cierta obscuridad nacida de la igno-
rancia , en qué estamos , del modo con que obra la
naturaleza , que dá origen á las opiniones mas ab-
surdas , y contradictorias. Para desvanecerla en par-
te , no hay otros medios que la observacion , y la
experiencia. Comparando , y haciendo analisis de
quanto resulte , se puede llegar hasta sus primeras
leyes; pero se debe conservar siempre el modo de
raciocinar de los Geometras , y tener cuidado de
que las experiencias estén acordes con los razona-
mientos. Con este método , han hecho muchas cien-
cias tan considerables progresos , en estos ultimos

tiempos : y este feliz éxito debe dár nuevas fuerzas para exâminar las materias , que aun no se han tratado debidamente.

3. De todas ellas , la construccion de las piezas de Artillería , tanto por lo perteneciente á su fundicion , como á sus dimensiones , es tal vez la menos cultivada , y sobre que hay menos principios conocidos : prueba de ello es , la infinita variedad de piezas que se encuentran en nuestras fundiciones, todas con diferentes dimensiones , y metales , y que han sido producciones de la viveza de espíritu , y utilidad personal de sus Autores , mas bien que de los medios expresados , manejados y aplicados por un talento sólido.

4. A la verdad esta materia es de las mas difíciles y complicadas : para hacer el menor progreso en ella se necesita ser físico , géometra , chimico , y militar , todo en superior grado , y además poder disponer de quantiosos caudales para hacer experiencias ; pues las mas de las que se requieren son costosisimas , y solo pueden ser executadas por la munificencia de los Soberanos. Para conocer si los cañones fundidos con una nueva liga , en un horno diferente , con distinto carbon ó leña &c. son de buena calidad , no basta probar uno pequeño con

algunos tiros ; sinó que es indispensable hacer experiencias con dos ó mas piezas del mayor calibre ; porque no es proporcional la intension del calor producido por la pólvora con las cantidades della que se queman ; y por que una ó dos piezas pueden por varias casualidades , (independientes de la mutacion que se vá á examinar) , salir buenas ó malas : asímismo la prueba debe continuarse hasta destruir las piezas , ó que su servicio sea mayor que el regular de las que les sirven de cotejo , ó comparacion.

5. Las experiencias envuelven además otro inconveniente : como son hechas sobre materias de que no se tienen idéas claras , y no se pueden variar y repetir , por su mucho costo , lo necesario para aclarar con particularidad y distincion los puntos ventilados , las mas veces no son terminantes , y solo sirven para sostener á un mismo tiempo opiniones encontradas , y que se venga á dexar victorioso , no el partido mas razonable , sinó el que tiene mas influxo y valimiento. Los Gefes se cansan de altercados , de consumir caudales para sostenerlos , y tienen que cortar dexando el asunto quasi indeciso.

6. Esta es la razon por qué se ha sacado tan

poco fruto de las experiencias tan numerosas que se han hecho en Europa , para determinar la aligacion de las piezas ; de modo , que los progresos de la Artillería en esta parte no son debidos ni al estudio , ni á las observaciones y experiencias hechas en tiempo de paz ; sinó á lo que se ha observado en la Guerra : esta ha manifestado que los cañones muy cortos tienen poco alcance y efecto ; que los muy largos son embarazosos , sin ser por esto mucho mayores sus alcances ; que los recamarados no se podian cargar ni limpiar con comodidad ; que éstos , y los de fogones adelantados retrocedian demasiado atormentando las cureñas ; que los muy reforzados , ó de excesivo calibre eran dificiles de transportar , sin compensar por sus ventajas estos defectos ; que los muy aligerados eran de poca duracion ; y los de corto calibre de poco efecto. Estos solos resultados son pues los que han perfeccionado la Artillería actual.

7. Sin embargo , jamás ha habido opiniones mas opuestas , y sostenidas con mayor tesón á cerca de su arreglo: se disputa sobre el modo de fundirla, de probarla , y de servirla , sobre sus dimensiones , y sobre sus cureñas y afustes. Dos partidos opuestos, el uno apasionado á las prácticas antiguas , y el otro á

las modernas, sostienen con vigor una y otra opinion. Si nuestro objeto en este Tratado fuera unicamente dár las nociones precisas para executar lo que está mandado por resoluciones superiores, prescindiríamos con mucho gusto de estos altercados, de quienes es muy difícil escribir sin chocar al uno, ó al otro partido. Mas como nos hemos propuesto dár al mismo tiempo las nociones mas generalmente recibidas sobre los asuntos que se traten, á fin de no formar Oficiales meramente prácticos, y que tomen por invencion impertinente quanto oygan contrario al uso establecido; sinó que puedan discurrir con propiedad sobre las materias concernientes á su instituto: nos vemos obligados á tratar de estas opiniones, aunque esto será con la mayor indiferencia é imparcialidad. No conocemos los Autores ó Cabezas de uno, ni de otro partido, y creemos que nuestros Gefes estén tambien indecisos. Además el honor del Cuerpo, y el bien del Servicio exigen se traten estos puntos sin preocupacion y con desinterés.

8. El método que seguiremos en la distribucion de este importante Artículo será pues: 1.º tratar del cobre y del estaño, de sus afinos, y aligacion, como se practica en nuestras fundiciones; dando des-

pues algunas nociones concernientes á las propiedades que debe tener el metal de que se hagan las piezas de Artillería , y sobre el modo de apreciarlas : 2.º exponer el modo usual de formar los moldes de las piezas , con una noticia de las materias y útiles que para ello se necesitan , y de la naturaleza de las argillas , que son la sustancia de que principalmente se forman : 3.º dár algunas nociones generales acerca de los hornos , describir los actuales, y expresar el modo de fundir y arreglar las piezas: 4.º expresar el modo de reconocerlas y probarlas, con algunas reflexiones sobre los medios mas adecuados de conocer su calidad : 5.º en fin , exponer con imparcialidad las ventajas y defectos de las fundiciones en sólido y en hueco ; de la práctica de poner granos al tiempo de fundir las piezas &c. Así este Artículo se compondrá de cinco Números. En ellos se tratará completamente de las materias que tienen por objeto , á excepcion de los asuntos para cuya cabal inteligencia se necesite de laminas, para quienes nos referimos , igualmente que para las proporciones y dimensiones de las piezas, al Tomo de Laminas.

Numero I.

*Del cobre y del estaño, sus afinos y ligas
mas oportuna para las piezas
de Artillería.*

9. **E**L cobre es un metal imperfecto, de un amarillo roxo, brillante, muy sonoro, consistente, y al mismo tiempo docil y carnoso. Parece formado de una tierra roxa, y de mucho flogisto. Se diferencia de los demás metales, no solo por su color, sinó tambien por ser mas sonoro que ninguno de ellos. Su peso está con el del oro en la razon de 4 á 9: es menos pesado que la plata: y solo el hierro es mas duro, y dificil de fundir que él. Puesto al fuego se enroxece mucho tiempo antes de fundirse, y dá á la llama un color entre azul y verde: un fuego violento, y continuado por largo tiempo, disipa una porcion de este metal baxo la forma de vapores, ú de humo; mientras que la otra parte se reduce á una tierra roxa, que no tiene forma metálica; pero que la adquiere con la adiccion del flogisto.

10. Si se frota el cobre con la mano arroja un

olor desagradable , que le es particular , y puesto sobre la lengua le imprime un sabor astringente, austéro , capaz de excitar nauseas. Expuesto al ayre se cubre de un orin verde : todos los disolventes, como el agua , los azeytes , los ácidos , los alkalíes, las sales neutras, las resinas, &c. tienen accion sobre él , y á todos los tiñe de verde : este color , ó el entre azul y verde que el cobre adquiere , y dá á las sustancias contiguas manifiesta su existencia : los alkalíes volátiles hacen este color enteramente azul.

11. Apenas se encuentra cobre sinó en muy corta cantidad , y rara vez , baxo su forma verdadera : para obtenerlo es necesario extraerlo de sus minas , y separarlo de una infinidad de sustancias extrañas , que contribuyen á ocultarlo mientras que está en el seno de la tierra : no obstante se halla alguna vez yá formado ; pero nunca tan puro como el que ha pasado por los trabajos de la Metalurgia.

12. En todas partes del mundo conocido se hallan minas de cobre: las de Chipre eran las mas abundantes que conocieron los Antiguos. Al presente los países que producen mas cobre son la Suecia , y la Alemania. El cobre que pasa por mejor es el de Suecia : siguese á éste el de Ungría , y despues los de Noruega y Tiról. Mas nuestros cobres de Riotin-

to , y Mexico son aun mejores que estos ultimos , y preferente á todos el del Perú. Antes de haberse probado , y examinado los cobres de las Américas , se surtian nuestras fundiciones del cobre de Suecia con gran dispendio del Real Erario ; pero despues , que en las mismas funciones se sabe afinarlos y reducirlos á roseta , como despues se dirá , no solo se tienen cañones de aun mejor calidad que antes , sinó que con los cobres pertenecientes al Rey , por los derechos de la extraccion de sus minas , hay los necesarios para surtir las Plazas abundantemente de Artillería , y formar copiosos repuestos para dotar los Exércitos. El cobre que viene del Japon es muy estimado : su merito consiste en ser muy puro : por lo demás no tiene ninguna ventaja sobre los nuestros.

13. El cobre es el metal en cuyas minas se encuentra mayor variedad , sea por sus colores , ó por la coordinacion de sus partes : algunas veces se halla en venas , otras en lechos , y otras en pedazos sueltos esparcidos en la tierra : las principales de sus minas son : 1^a. *La del cobre nativo* : esta es la que contiene el cobre yá formado , y pegado á piedras de diferentes especies , y con particularidad á la pizarra , sin figura determinada , y no en gruesas masas

sinó en granos , ú hojas. 2^a. *La del cobre precipitado*: este cobre es bastante puro , y ha sido precipitado natural ó artificialmente de aguas vitriólicas. 3^a. *La del verde de montaña*: esta mina se parece al *verde grís*, se compone de cobre disuelto en el seno de la tierra, y que al precipitarse se ha unido á diferentes especies de piedras , ó tierras , lo que es causa que varíe en su consistencia y condicion. 4^a. *La del azul de montaña* : esta mina es de la misma especie que la anterior ; pero que por el concurso de algun alkali volátil ha tomado color azul : *el lapis lázuli* es una mina de esta especie. 5^a. *La mina de cobre azulada*: es de una textura que la hace asemejar al vidrio por sus fracturas : verosimilmente es una variacion de la precedente. 6^a. *La mina de cobre vidriosa*: su color es muy variado , y se parece al vidrio. 7^a. *La mina de cobre grisá* : es de un grís más ó menos obscuro ; se distingue con dificultad , al simple golpe de vista , de la mina de hierro. 8^a. *La mina de cobre hepática* : es de un roxo obscuro , ó de un pardo que amarillea, color que toma de las muchas partes férreas que contiene. 9^a. *La mina amarilla de cobre , ó marquesita de cobre* : es la menos abundante ; pero la mas comun , contiene además del cobre , hierro , azufre , y arsénico. 10^a. *La mina de cobre blanca* : esta blan-

cura es relativa ; su color propio es un gris claro que tira un poco á amarillo : contiene hierro , arsénico , y poca plata. 11^a. *Las minas de cobre figuradas* : se pueden nombrar así las minas de cobre en quienes se nota una figura extraña al reyno mineral : estas minas se encuentran siempre en pizarras. 12^a. *La mina de cobre térrea* : tiene distintos colores, como gris, amarillo , &c : se compone del cobre unido con ócre , ú otra tierra: se reconoce la existencia del cobre por una especie de varníz, ó colorido verde gris que se nota.

14. Además de las minas que se acaban de enumerar , se encuentra el cobre mezclado con las de los otros metales : tambien hay porciones de este metal envueltas en gran cantidad de piedras y tierras : en general se puede sospechar que hay cobre, siempre que se observe en estas un color verde , ó azul ; pero esta regla no es infalible , respecto á que el hierro suele producir tambien estos colores.

15. Las diferentes operaciones usadas para extraer el cobre de su mina , son de las mas complicadas de la Metalúrgia : no hay metal tan difícil de beneficiar , lo que proviene de las materias extrañas, ferruginosas , sulfureas , arsenicales , térreas , ó pedregosas que están muchas veces intimamente unidas con él en su mina.

16. Sucede frecüentemente que en las minas de cobre lar partes heterogéneas , como hierro , tierra , piedras , &c. se encuentran en mayor cantidad que este metal : inconveniente que no impide trabajarlas en los países abundantes de leña ; pero que en otros ocasionaría grandes pérdidas.

17. Las operaciones por quienes se extrae el cobre de sus minas , no son unas mismas en todas partes ; sinó que varían segun la calidad de la mina : por lo que describirémos un procedimiento general que pueda servir de basa en todas circunstancias. A la experiencia toca instruirse de la naturaleza , y necesidad de estas variaciones.

18. La primera operacion , 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 éstos : 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 mas ó menos voluminosas , profundas , y extendidas. Esta mezcla de mina y piedra se criba en unos harneros de red de alambre , cuyos agujeros sean de una pulga-

da en quadro : y la parte mas gruesa , que quede en ellos sin pasar , se lava , poniendola en cubetos , que tengan por fondo una criba , de quien los agujeros sean de una linea de diametro , y sumergiendo repetidas veces los cubetos en una tina grande , ó estanque de agua : despues de así lavada , se tenderá sobre tablas.

19. 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 lineas : y lo que no pasa por ellos se lava , y pone sobre tablas separadas , del modo yá dicho. Lo que ha pasado esta segunda vez , se vuelve á cribar por harneros , cuyos agujeros sean de tres lineas en quadro : 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 sumergiendola , y sacandola 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.

20. De resultas de esta primer 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 pe-

dragosas que se han separado ; además del metal puro que se haya escogido , el qual 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 pedragosa , se transporta á una especie de batan,(semejante á un molino de papel ó de pólvora , con la diferencia de estar los mazos herrados por sus cabezas) , en donde 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 qual , lleno que esté , cae el agua sobre el mineral, que está contenido en un espacio quadrado , y lo lleva todo lo largo de la mesa , por debaxo de una tabla que hace esta separacion , y que para dár 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.

21. Entre las minas de cobre hay muchas que necesitan calcinarse, y otras que pueden dispensarse de esta operacion. Para distinguir las, se procura descubrir por un ensayo, si contienen arsénico, azufre, ó hierro, en cuyo caso es indispensable.

22. Las minas que se hayan de calcinar, lo pueden ser al ayre libre, ó en hornos sencillos, que se reducen á quatro muros sin cubrir, con sus ventanas ó registros: en ellos se acomoda la mena en lechos alternados con otros de leña: la torrefaccion, quema, ó calcinacion, dura de 24 á 36 horas, y se repite dos, tres, y hasta ocho veces, segun la calidad de la mina.

23. Sea que la mena se haya calcinado, ó no, se conduce al horno de fundicion, que puede ser de varias especies; pero en el tomo VI^o de Laminas de la Encyclopédia, Laminas I^a. II^a. III^a. IV^a. pertenecientes al cobre, se hallarán dos diseños, bastantemente circunstanciados, de dos hornos de los mejores.

24. 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 exige mayor cantidad.

25. Lleno el horno hasta arriba de esta mezcla, se hacen andar los fuelles , y se dexa siempre libre la abertura hecha baxo del muro anterior del horno. A proporcion que el metal se funde cuela en un reservatorio, ó toralera que está debaxo de la abertura, y hecha en un macizo algo elevado del piso. Quando hay en ella una cierta cantidad de metal , los Obre-ros levantan y extraen 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.

26. Además 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 argilla: quando la superior está llena, se abre la abertura , por quien se comunica con la inferior , y el metal entra en esta.

27. 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.

28. Quando la materia contenida en esta segunda toralera se empieza á condensar , los Obreros la extraen del modo siguiente , y con el orden que vamos á explicar. Se principia quitando los lechos superiores , que son escorias : separadas éstas , 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 fixar la materia hasta un cierto espesor , se eleva y extrae este lecho : y se continúa así rociando , y sacando lechos de cobre , hasta extraer 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 hácia las paredes del vaso que lo contiene , saltará con estrepito y precipitacion causando varias desgracias.

29. El producto de esta primera fundicion 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 , segun lo puro de ellas. Se entiende por un fuego , practicar con las piedras la misma operacion que con la mina para su torrefaccion : dos fuegos , reiterar una segunda vez esta misma operacion; y así de los demás. Se tiene la precaucion de dár el primer fuego con un simple lecho de rajas de maderas , y de aumentar la cantidad de ésta , á medida que se acrecienta el número de fuegos , por que quanto mas azufre contengan las piedras , tanto mas tiempo debe durar el fuego, y se ha de proceder con mas lentitud.

30. Las piedras yá calcinadas , se vuelven á fundir en el horno , igualmente que se ha dicho de la mena , con sola la diferencia de disminuir la accion de los fuelles , para que el fuego no sea tan activo: la materia corre á una segunda toralera de donde se extrae en planchas , y se obtiene un poco de cobre negro , y unas segundas piedras de cobre.

31. Estas se calcinan de nuevo con quatro 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 éstas á calcinar por cinco fuegos , y á liquidar, producen tres quartas partes de cobre negro, y otras piedras aun mas ricas.

32. El orden descrito sería el que se practicaría en un horno en que se trabajase por la primera vez; mas los procedimientos son muy diversos en los hornos yá corrientes, en quienes se funden sucesivamente todas las expresadas especies de piedras de cobre, y al fin la mena.

33. Aun quando en la toralera inferior se reúnan los productos de distintas piedras de cobre, no resultará el menor inconveniente; por que el cobre negro ganará el fondo de la toralera, y sucesivamente hasta la superficie irán siendo menos ricas las planchas de piedra de cobre.

34. 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 Metalurgia por el nombre de *matas*.

35. El cobre negro es el estado último á que se llegan á reducir la mena, y piedras, con repetidas calcinaciones y fusiones; pero ni aun así es un metal puro, sino que contiene algun azufre, y aun plomo, que es preciso disipar para obtener cobre de roseta, que es el necesario para las piezas de Artillería. Esta operación se llama afinar el cobre, y es la primera que se práctica en nuestras fundi-

ciones , en quienes el cobre de América de que se surten , viene aun sin afinar.

36. Se puede afinar el cobre en hornos , ó en copelas : del primer modo se hace con menos gasto , y bastantemente bien , si el horno es á proposito , está en buen estado , y los Artesanos son inteligentes ; y del segundo método , que es el actualmente usado en nuestras fundiciones , se afina mejor ; pero en menor cantidad , y á mayor costa : expondremos con brevedad uno y otro modo , pero con mas particularidad el afino en copelas por ser el que usamos , y la operacion primera , y preliminar de nuestras fundiciones.

37. Para afinar el cobre en horno , se principia guarneciendo , ó cubriendo la caldera , ó cavidad dél , que ha de contener el cobre , con una mezcla de argilla y polvo de carbon , que se enxuga con carbon encendido por espacion de una ó dos horas. Seca que esté , se cubre el fondo de carbon , sobre el qual se pone un pan de cobre negro , encima un lecho de carbon , despues quatro panes ; y así se prosigue , poniendo alternativamente lechos de carbon y cobre , hasta poner todo el que puede caber en el horno , cuya capacidad se aumenta considerablemente , durante la operacion.

38. Lleno que esté , se le dá fuego , y andan los fuelles con alguna lentitud por espacio de dos horas, al fin de ellas se sumerge una vara de hierro , (calentando antes su extremo) , en el cobre que haya ocupado el fondo del horno , y retirandola cubierta de una película de cobre , se mete por el mismo extremo en agua fria , en la que se separa la hoja de cobre , y se exâmina su color , por el que se conoce si está el cobre afinado : este ensayo se repite á cada instante , por que la materia toma con mucha presteza mutaciones sucesivas , diferentes , y perceptibles para los inteligentes.

39. En el curso de esta operacion se espuma el metal una, dos , tres, ó quatro veces ; lo que se executa separando las brasas y escorias que nadan por encima , con una especie de pala de hierro ; despues se vuelve á cubrir con brasas, y carbon , si hay necesidad de él.

40. Quando por un ultimo ensayo ó prueba , se está seguro de la perfeccion del metal , y de su grado de pureza , se vuelven á apartar las brasas , que lo cubren , y á limpiar de las partes heterogéneas, y se barren los bordes de la tobera : el cobre aparece entonces en un estado de fluidéz muy sutil , sin hervir no obstante ; pero se estremece y hace algun

ruido, arrojando al ayre una lluvia de granos menudos, que se pueden recoger, pasando al través de este vapor una pala de hierro, á un pie de la superficie del metal: estos granos así juntos se llaman *flores de cobre*, y tambien *cenizas de cobre*. Luego que se haya formado una costra delgada en la superficie del metal, se rociará con agua por medio de una escoba. Quando la superficie principie á consolidarse un poco, se echará con un vaso una poca de agua encima, que hervirá, y se desaparecerá en vapores inmediatamente; entonces se levantará con un punzon ó escoplo esta primera costra ó plancha, y se extraerá con unās tenazas: sucesivamente se irá echando agua, y sacando planchas, hasta que se termine todo el cobre: y el así purificado se llama de *roseta*.

41. En nuestras fundiciones no se ha afinado jamás el cobre en un semejante horno, (que se hallará representado en el Tomo VI. de Laminas de la Enciclopédia fig. 2.^a. de la Lam.^a. V, y 5.^a. y 6.^a. de la VI. pertenecientes al trabajo del cobre). Antes se afinaba en un horno de reverbero semejante á los de fundicion, y capáz de 60 á 100 quintales: en él se liquidaba el cobre negro, y se mantenía en este estado, hasta que despues de haberlo escoriado y es-

pumado, se conocia por algunos ensayos si estaba competentemente afinado: entonces se destapaba la tobera, y corria á llenar varias toraleras, de donde se extraía en planchas del modo prescripto. Pero como lo que mas contribuye al afino del cobre, sea que choque su baño una corriente de ayre, como despues se dirá, se cree comunmente, que el cobre así afinado no es tan puro como el que lo ha sido en hornos de copela. Para evitar este inconveniente se podria afinar en el horno de que se acaba de dár noticia; ó añadir al de réverbero uno ó dos fuelles, como se practica en Saxonia: véase ahora como se afina el cobre en un horno de copela.

42. Este viene á ser una fragua rectangular de diez pies de frente, y cinco de ancho, ó fondo, de cuyas dimensiones se debe rebaxar el grueso del muro, que lo rodéa, que es de un pié y seis pulgadas. En medio del fondo de la fragua hay una abertura en el muro, de la figura de un cono truncado, llamada *tobera*, por la que se introduce el cañon de un fuelle doble: frente de ella, hay en el plano de la fragua un hueco, llamado *copela*, que es donde se afina el cobre: y en el ángulo izquierdo mirando á la fragua, se forma otro hueco, llamado *toralera*, en donde se echa el cobre despues de afi-

nado; y para que esté mas distante del fuego, se ensancha la fragua por este costado un pie mas. El plano de la fragua está elevado dos pies sobre el pavimento, sus muros tienen de alto diez, y el cañon de la chimenea, que la cierra, diez y ocho. En el frente, (por medio de un arco descrito con seis pies de radio), queda formada una puerta á la fragua, del ancho de todo él, y de tres y medio pies de alto por los costados: esta se cierra por arriba con una compuerta de hierro de dos pies de alto, que sirve para resguardar de la accion del fuego á los Operarios, llamados *Boca-copelas*: del medio del arco, que forma la puerta, pende una cadeneta, terminada en un gancho, donde se apoya el mango de la cuchara con que se pasa el cobre de la copela á la toralera.

43. De la posicion de la tobera depende principalmente la perfeccion del afino del cobre, por cuya razon debe estar formada con tal inclinacion de fuera hácia dentro, que el viento venga á dár, á dos pulgadas del borde de la copela, sobre el baño, ó cobre fundido: el volúmen del viento debe ser de una pulgada de diámetro al menos, y ha de chocar con toda la fuerza posible. Si la tobera no tubiese esta situacion inclinada, sino horizontal,

el viento pasaría rasante á su boca , y apenas subirían escorias á la superficie del baño : en lugar , que estando dirigida , como se ha dicho , se las vé sobrenadar en cantidad ; por que chocando el viento con violencia contra el baño , agita el cobre , lo hace circular , y rompe , por decirlo así , la ligazon de sus partes ; y las escorias , que son mas ligeras , pueden subir á la superficie. Se debe tener presente, que el cañon del fuelle no ha de ocupar toda la tobera , sino que debe terminarse á pulgada y media de la boca , para que pueda introducirse el *hierro de ensayo* , de que se tratará despues.

44. Para el servicio de un horno de copela son necesarios varios útiles: como una cuchara de hierro, que en su mango se ensamble un asta de madera, para que apoyada sobre el gancho de la cadeneteta , que cae en medio de la boca del horno, se pueda pasar el metal á la toralera : una pala de hierro con su asta de madera , para echar carbon , y remover el fuego : dos pares de tenazas grandes para coger las rosetas : un formon con su mango de madera para levantarlas , ó separarlas : un carreton de mano , forrado interiormente de planchas de hierro: una pala grande de este metal para echar las escorias en el carreton : una escoba de palma con mango:

y una herrada ó cubeto para agua.

45. Tanto la copela, como la toralera se preparan y renuevan cada dos ó tres dias, llenandolas de una masa hecha de partes iguales de argilla encarnada, amarilla, arena de la mar, y polvo de carbon de pino: todo mezclado, y triturado con agua, hasta que tome la consistencia de una pasta fuerte: despues de estár bien comprimida esta masa con pisones de hierro calientes, se abren en ella los huecos correspondientes en figura de semiesferas, y se secan con carbon encendido. Esta maniobra se executa en tan corto tiempo, que un Operario gasta solo una hora.

46. La pasta, con que se llenan las cavidades de la copela y toralera, puede tambien componerse de dos partes de carbon molido, y pasado por un tamíz, una parte de argilla ó greda disecada y pasada igualmente por tamíz, y media parte de piedra que resista al fuego, qual es la de amolar, tambien polvorizada; y estas tres sustancias se amasan, y Trituran con agua. Así mismo, suelen hacerse las copelas con sola arena; pero siempre conviene para que sean de mayor duracion, y que el metal no las penétre tan facilmente, batirlas y apisonarlas muy fuertemente; lo que se conseguirá, llenandolas por

lechos poco gruesos, y muy batidos con unas palas de madera, y despues se formarán sobre cada lecho varios surcos un poco profundos, para que se ligue mejor el lecho superior: llena la copela se batirá con pisones de hierro bien pesados, á fin de dár á la pasta una consistencia igual á la de la piedra. Entonces con una argolla ovalada y cortante, ó con un cuchillo corvo, se forma insensiblemente la cavidad en forma de semiesfera, y aun mejor de cono truncado inverso: si este tiene seis pulgadas de diámetro, y cinco de altura, será capáz de dos quintales de cobre. Hecha la cavidad se une y pule con un martillo de hierro.

47. Para afinar el cobre se ponen en el fondo de la copela algunas brasas, encima carbon de pino, ó brezo, y sobre éste un toral, ó pan de cobre negro; y agitando el fuego por medio de los fuelles se viene á liquidar el cobre á poco tiempo: la cantidad dél, que se funda en cada vez, será proporcionada á la capacidad de la copela.

48. Luego que se vea liquidado el cobre, lo que se podrá observar por el orificio de la tobera, que es siempre algo mayor que el cañon del fuelle, se mandan parar éstos, y se separa el carbon encendido, que esté sobre la copela, hácia la dere-

cha , y las brasas mas menudas é inmediatas al metal , que están cargadas de escorias, hácia la izquierda : se examinará por el color del metal si está ya afinado : sinó lo estuviese , se volverá á cubrir con las brasas que se separaron á la derecha de la fragua, se añadirá carbon , si fuese menester , y se volverán á andar los fuelles , hasta que se conozca que ya está suficientemente purificado : entonces se vuelve á separar el carbon del modo expuesto , se espuma el metal con un rasador de madera seca y vieja , y bien limpia su superficie , se pasa á la toralera con la cuchara.

49. Los que tienen mucha práctica en esta operacion , no necesitan para saber si el cobre está suficientemente afinado , de otro exámen que la simple vista : pero quien no tenga grande experiencia, lo examinará por medio del ensayo , de que se dió noticia tratando del afino en horno ; esto es, introduciendo por la tobérra una barreta de hierro , (cuyo extremo sea de acero bruñido) , hasta el fondo de la copela, y retirandola prontamente se sumerge en agua fria : si el cobre , de que está cubierto el acero, no se despega con facilidad , de suerte que sea preciso valerse de un martillo para separarlo , es una señal cierta de que no está en su perfeccion;

pero si se aparta sin esfuerzo , y tiene algunas pintas de color de laton , será éste el punto de su mejor afino , y es necesario pasarlo inmediatamente á la toralera , pues de lo contrarió se quemaría.

50. Pasado el cobre de la copela á la toralera, se extraerá de ésta en planchas , del mismo modo, y con iguales precauciones que se han expresado anteriormente : cuidando siempre de que las planchas salgan de un mismo grueso , lo que se consigue rociando , ó echando agua con igualdad por toda su superficie.

51. Al introducir las rosetas en agua , es preciso cuidar que caigan de canto , pues de lo contrario podria suceder , que llevando aun algun metal líquido , pegado á la superficie inferior , saltase causando algunas desgracias ; para lo que podria bastar que tocando al agua á un tiempo toda la superficie de la roseta , convertiria en vapores bastante cantidad de ella, para producir el mencionado efecto.

52. Luego que se traspasa el cobre á la toralera desde la copela , se pone en ésta nuevo carbon , é igual cantidad de cobre negro , y se prosigue afinando sin interrupcion desde la mañana á la noche ; en la que cesando el trabajo , se aparta el fuelle de la tobera, y se pone en la copela porcion de cisco, á fin

que se mantenga con calor competente , para continuar el trabajo la mañana siguiente.

53. En la fundicion de Sevilla se han fabricado en el año de 1781. dos cañones , de bronce afinados en Puerto Real con carbon de tierra ú hornaguera , y se han hallado de tan buena calidad , como los hechos de bronce afinados con carbon de brezo, ó pino : aunque quando 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 util para los afinos , y mas en vista de lo que contra su uso expresan varios Autores , y entre otros Hellet , que en dos de sus notas , puestas á la traduccion de Schlutter , dice: tom. 2.^o pag. 114. „Está confirmado por experiencias hechas en Francia , que quando 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 diez por ciento mas , que si se calienta con „hornaguera , cuyo azufre destruye y reduce á escorias una parte del metal , qualquiera que sea,

„exceptuado el oro.“ Y pag. 160. „Se ha querido
„introducir en 1748 , en la extraccion 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 debía 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 abando-
„nar este método , que se daba por nuevo , aunque
„había estado introducido en otra parte mas de vein-
„te años antes , é igualmente abandonado.“ Sin
embargo en Inglaterra se emplea freqüentemente la
hornaguera en las operaciones metalúrgicas , lo que
puede provenir de alguna de estas dos causas : ó de
tener conocida alguna otra sustancia á que se una el
azufre , evitando así que obre contra los metales ; ó
de que la escasez de leña obligue á valerse de la hor-
naguera , no obstante el desperdicio ó merma de
metal que ocasiona.

54. Sea que el cobre se haya de afinar en horno,
ó en copela , convendrá , segun Macquer , avivar el
fuego al principio quanto sea posible , á fin que en-

tre prontamente en fusion , por que dice este Autor: teniendo el cobre la propiedad de calcinarse mas pronta y facilmente quando está simplemente roxo, que quando líquido , se debe procurar ponerlo quanto antes en este estado. Pero Schlutter dice precisamente lo contrario , aconsejando que al principio se anden los fuelles pausadamente , para que la copela tenga lugar de caldearse , y que el cobre se liquide poco á poco : por que es necesario que este metal descienda lentamente al fondo de la copela, para que llegue muy caliente. La experiencia demostrará cuál de estos dos métodos tiene mas contras.

55. Los modos expuestos de afinar el cobre, no son precisamente los mas adecuados , para purificar este metal enteramente de todas sus partes heterogéneas : para esto sería preciso mezclar con él en la copela , una tercera parte de plomo , reducido á granos ó perdigones , que serviría para facilitar y acelerar la supuracion de las sustancias metálicas ligadas con el cobre ; pero este método no es practicable en las fundiciones , por ser excesivamente dispendioso. Menos lo sería el que , dice Hellot, se sigue en Suecia y Hungría , y en el qual cree consiste que los cobres de estos dos Reynos sean los mejores de Europa ; reducese , pues , á fundir se-

gunda vez las rosetas , y batir con fuertes martillos las planchas que resultan. Es verdad que añade , que los cobres destinados para fundir Artillería no tienen necesidad de esta segunda fundicion ; los quales , dice , si se viese que salian algo agrios despues de afinados , se podrian fundir antes en un horno de fusion , en donde dexarian una parte de sus impurezas , y el afino sería mejor y mas pronto.

56. Finalmente los que quieran imponerse á fondo en esta materia , y saber los diversos modos que se practican para la extraccion y afino del cobre , podrán acudir al tratado de la *Fundicion de las Minas* de Schlutter traducido en francés y añadido por el citado Hellot ; y tambien á Schwedenborg *de cupro*. Pasemos á tratar del estaño.

57. Este es un metal blanco , como la plata , muy flexible y blando : quando se doblega se percibe una especie de cruxido , que lo caracteriza , y distingue de los demás metales : es el mas ligero de todos : su gravedad específica es á la del oro como 3 á 8 : aunque cede facilmente á la impresion de los cuerpos duros , no por eso tiene una grande docilidad : entra en fusion á un grado de calor muy moderado , y mucho tiempo antes de enroxecerse : quando está fundido se obscurece su superficie , y forma

una película parda y polvorosa , que no es otra cosa que cal de estaño ; esto es , estaño que ha perdido su flogisto ; pero que se vuelve con suma facilidad á su forma metálica con la simple adición dél.

58. El estaño se une y junta facilmente con todos los metales ; pero á excepcion del plomo , á todos les quita su docilidad ó correa , haciendolos broncos y grangibles : posee en tanto grado esta propiedad , que su solo vapor , quando está líquido , causa el mismo efecto : á proporcion que es mas correoso el metal , tanto mas bien se hace áspero con su liga ; y así el oro , y la plata , que son los metales mas dóciles , se alteran mas considerablemente : y esta propiedad del estaño es la que lo hace elegir para mezclarlo con el cobre en la fábrica de las piezas de Artillería.

59. Las minas de estaño no son tan comunes como las de los demás metales : sin embargo se encuentran en muchos países , como son la China , el Japon , y las Indias orientales ; el que viene de éstas es conocido baxo el nombre de estaño de Málaca , y trae la figura de panes pequeños , ó de pirámides truncadas. En nuestras Americas , particularmente en el Reyno del Perú , y Provincia de la Plata , se encuentra bastante estaño , y de muy buena calidad.

En Europa hay tambien varias minas ; pero ningunas tan abundantes , ni que dén estaño de tan buena calidad como las de Inglaterra , singularmente las de las provincias de Cornualla , y Devonshira.

60. Las minas de estaño se encuentran por venas, por masas , ó por pedazos sueltos ; pero todas se pueden reducir á las dos especies siguientes. 1^a. *Los cristales de estaño* : que no son otra cosa , que estaño combinado con hierro y arsénico , baxo una configuracion regular en la forma de cristales de muchas caras , cuyas superficies son muy brillantes , y que tienen truncados los vértices de sus ángulos. Estos cristales son , á excepcion de los metales , los cuerpos mas pesados de la naturaleza ; pero poco duros: su color es blanco , amarillo , roxo , pardo , ó negro. 2^a. La mina de estaño , llamada por los Alemanes Zwitter , que viene á ser estaño mineralizado con hierro y arsénico : no se puede notar en esta mina figura alguna regular : forma un cúmulo de cristales dificiles de distinguir , que están encerrados en matrices , ó mineras de diferente naturaleza : parece que no se diferencia de la anterior , sino por la pequenez de sus cristales , y así viene á ser una diferencia , ó variedad de ella.

61. La mina de estaño está algunas veces envuel-

ta en rocas tan duras , que los útiles de los Obreros no pueden romperlas , y quando haya inconveniente en hacerlas saltar con pólvora , será preciso hacer hogueras contra la roca , para que penetrada del fuego sea mas tierna y facil de romper.

62. Las minas de estaño se encuentran quasi siempre unidas á un gran número de sustancias , que las hacen dificiles de trabajar ; tales son, sobre todas, las minas de hierro arsenicales, y *refractarias*, los ócres, y las piritas : las piedras *refractarias* , es decir, las que no se calcinan , ni vitrifican , son un nuevo obstáculo.

63. Antes de entrar en el horno una mena de estaño , es necesario separar este metal , quanto sea posible , de las partes extrañas , que lo harían bronco é impuro : á este fin se prepara la mena en el batan , 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 , para separar la parte arsenical. Esta torrefaccion se hace en un horno de reverbero quadrado , cerrado por arriba con una piedra de seis pies de largo , y quatro de ancho , en medio de la qual hay una abertura quadrada de medio pié. Esta piedra sirve para

cubrir otra semejante , que está debaxo de ella á un pié de distancia , y que tiene seis pulgadas menos de largo , á fin de dexar 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 yá lavada , que se llama en este estado *estaño negro* , introduciendola por la abertura hecha en la piedra superior , para que cayga 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 extienda sobre toda la materia que se quiere calcinar. Durante esta operación removerá un Obrero continuamente el mineral con una especie de rastrillo , ó pala ; á fin que todo el arsénico se consuma enteramente , lo que se conoce por el color amarillo de la llama , y la disminución de los vapores : porque mientras arde la pirita arsenical , de que está impregnado el estaño , la llama tiene un color azul muy vivo. Terminada esta operación , se hace caer al hogar del horno la mena , de donde se extrae , mezclada con cenizas y carbon , por una portezuela hecha en uno de los lados , y se pone todo á enfriar al ayre 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.

64. No todas las minas, como yá se ha dicho, necesitan ser calcinadas, hay algunas tan puras, que se pueden fundir sin pasar por esta operacion preparatoria.

65. Algunas otras minas están mezcladas de tan grande cantidad de partes ferruginosas, que es imposible separarlas enteramente de ellas lavandolas. Vease aqui, segun el Señor Saur, el modo con que se pueden limpiar del hierro, usado en Saxonia, y Bohemia: se reduce la mina desde luego á pedazos de la magnitud de un huebo, despues se calcina y muele, se lava y calcina de nuevo en un horno de reverbero: hechas estas operaciones, se extienden hasta 50 libras de mena en una tabla, y se pasa por encima un imán, de quien se separa el hierro á medida que se cubre dél, y se continúa esta larga manobra hasta quitar todo el hierro que se puede.

66. El horno de fusion para el estaño está representado en una lamina, juntamente con el de calcinacion, en el Tomo VIº de Laminas de la Encyclopedia. El pavimento dél ha de estar elevado cerca

de quatro pies , y componerse de una lápida , sobre la qual se levantan los muros laterales , hechos de piedras que resistan al fuego , unidas con una mezcla de argilla , y pizarra molida : al cerrar el horno , se dexa por delante una abertura ó tobera de cerca de dos dedos , para que el estaño , y las escorias puedan caer en una especie de poza ó cavidad, que se habrá hecho cerca de un medio pié mas abajo. Es una circunstancia precisa , que la manga de los fuelles venga á dár frente por frente de esta abertura , para que el viento arroje el metal , y las escorias , y se extienda hasta la poza : á cuyo fin se hacen los bordes de ésta rasantes á la abertura. Quando cae el estaño acompañado de escorias , se quitan éstas continuamente , y se cuida de que se mantenga líquido , para que se purifique ; á cuyo fin se cubre sin intermision de polvo de carbon. En el mismo pavimento , al pie de la poza , se abre una fosa, hecha de piedra y greda , en la qual se echa el estaño puro , que despues de haberse enfriado algo, se extrae de la poza con cucharas de hierro : ó tambien se hace en el fondo de la poza una canal de comunicacion con la fosa , que se abre quando aquella está bastante llena.

67. En la parte superior del horno se forma

una cámara sublimatoria, (que es una especie de caxon grande de madera, cubierto interiormente con una capa de greda, para que el fuego no prenda en él), con algunas ventanas para dár salida al humo : el destino de esta cámara es retener las partículas mas ligeras de las minas de estaño, que el fuego podria elevar en el ayre: algunas veces se forma una segunda cámara sobre la primera. Por la parte exterior del horno se construye una escalera para subir á las cámaras, y una puerta para cargar el horno. Para guarnecerlo ó prepararlo no es necesario polvo de carbon, basta una mezcla hecha de greda y pizarra molida.

68. Estos hornos se cargan, como los de cobre, poniendo alternativamente camas de carbon y mena mojada, que se hace fundir con precipitacion, á fin que el estaño no tenga tiempo de calcinarse, ó disiparse; pero no se ha de avivar igualmente el fuego con todo especie de mina; pues habiendo de ser el mas fuerte, quando se trate de fundir escorias, ó minas que están en gruesos pedazos, ha de disminuir á proporcion que los pedazos sean menores.

69. Tal es el método de trabajar las minas de estaño en Alemania: se ignora qual sea el practicado á punto fixo en Inglaterra; pero se sabe, que

los Ingleses refunden su estaño , y le dán la forma de un prisma rectangular de un pie de alto , y que dividen estos prismas por su altura en tres partes : la plancha superior es la mejor , y de consiguiente bastante flexible ; al estaño de esta especie se le añade un tres por ciento de cobre para darle mas cuerpo : la plancha intermedia es de un metal menos puro y mas agrio ; para corregirlo se le añade un cinco por ciento de plomo , y un dos por ciento de cobre : finalmente las planchas inferiores , que son aun mas agrias , se ligan con diez ó mas libras de plomo ; y el estaño que resulta , es el que ordinariamente viene de Inglaterra: por lo que no es de ningun modo tan puro , como se cree comunmente.

70. El estaño en bruto , que viene de nuestras Americas , se afina en las fundiciones , antes de mezclarlo con el cobre , en un horno bastante sencillo, que se reduce á un cenicero curvo , que por su parte inferior se termina en una poza á donde viene á caer el estaño fundido , y por la superior tiene unas parrillas de hierro , sobre quienes se pone el estaño que se ha de afinar ; por la poza se introducen astillas encendidas , cuya llama líquida el metal que vá cayendo en ella , y se separan con un rasador sus escorias , y partes heterogéneas : de alli se pasa con

una cuchara á unas canales ó cavidades , hechas en argilla , de que está lleno un caxon : este horno tiene su puerta para introducir y colocar sobre las parillas los torales de estaño en bruto , y su cañon de chimenea.

71. La principal atencion que se debe tener con el estaño en una fundicion es , que no esté ligado con plomo , (lo que se puede conocer facilmente por medio de la balanza hidráulica) , por que este metal toma mucha acritud con la mezcla del cobre , y no es en ninguna manera equivalente al estaño.

72. Antes de pasar á otro asunto , daremos noticia de dos propiedades particulares del estaño , que no nos son indiferentes. 1^a. Si se pone hierro en estaño líquido se unen estos dos metales ; mas si al contrario, se introduce estaño en hierro fundido, así el estaño, como el hierro forman unos globos pequeños , que revientan como las granadas. 2^a. Unido el estaño al nitro , y expuesto al fuego , se inflama con él , causando un estrépito semejante al de la pólvora.

73. En una fundicion de Artillería es considerable la cantidad de metales que se desperdiciaría, á no extraerse y beneficiarse : 1^o el contenido en las escorias : 2^o el de las solerías de los hornos : 3^o el

de las escobillas ; (llamanse así las barreduras del laboratorio de afinos , y lo que sale por las chimeneas de las copelas y hornos) : 4.º enfín , el contenido en los barroos ó tierras de los moldes.

74. Las escobillas , y tierras de los moldes necesitan lavarse para separar las partes metálicas ; lo que se exucuta en una mesa en forma de peto , sobre la qual páse agua corriente , que llene un caño de media pulgada : la mesa está guarnecida de un liston de madera , que forma una abertura de quatro pulgadas en la parte mas estrecha de ella , por la qual sale el agua , para lo que se asienta la mesa con alguna inclinacion : un Obrero inteligente remueve con un rasador las materias que se lavan , para que el agua lleve consigo las tierras y cuerpos extraños. Debaxo de la mesa se pone una cuba para recibir las tierras y agua , y aquellas se vuelven á lavar para extraer todo el metal que puedan contener aún. Tambien se lavan estas tierras metálicas poniendolas en artesillas , que se sumergen en grandes cubas , ó estanques de agua , removiendolo al mismo tiempo las tierras , con lo que se llega á conseguir que disuelta la parte térrea por el agua , venga á quedar en el fondo de la artesilla todo el metal.

75. Las escorias y solerías necesitan reducirse á

pedazos pequeños ; á cuyo efecto se usa de un molino , cuya basa y rueda son de bronce , y su construcción semejante á los de aceyte : molidas que estén , se pueden lavar tambien para separar las partes metálicas.

76. Estas , provengan de qualquiera de las quatro partes expuestas , 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.

77. A medida que éste se liquida cae al fondo de la copela , y quando se llena , lo que se observa por la tobera , ó por un orificio que se dexa en el frente del muro , ó pared provisional , se extraen por él las escorias , valiendose del formón ; y en estando limpio el metal se deshace el muro , se separan el carbon y las escorias restantes , que nadan sobre él , y se pasa á la toralera.

78. 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 estoviese , se reducirá á rosetas para volverlo á afinar en la copela.

79. Mas si el metal proviniese de bronce se dexa 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.

80. Las escorias , que salen de esta segunda fundicion , se vuelven á fundir para aprovecharse del metal que contengan , destinandolo para los usos que se acaban de exponer ; pero las producidas de estas escorias son inutiles , y de ningun valor.

81. En el mismo taller de afinos se executa en nuestras fundiciones la liga de los metales : esta , segun Ordenes superiores , debe ser de once libras de estaño por cada ciento de cobre ; en la suposicion de que las piezas se hayan de fabricar enteramente de bronce nuevos , y del metal resultante de las anteriores fundiciones , como se dirá despues en el Número IIIº , pues si han de entrar bronce de otras piezas usadas , que se hayan de refundir , se debe alterar la expresada proporcion del cobre y estaño para los bronce nuevos que se han de añadir.

82. Actualmente todas las piezas de Artillería , que se fabrican en nuestras fundiciones , son de

bronces nuevos , compuestos con la predicha aligacion , y de los broncez provenidos de otras fundiciones : pues los de piezas viejas ó defectuosas , de escorias , moldes, &c. se invierten en la fábrica de afustes de morteros, roldanas, &c. Si en algun tiempo llegasen á faltar estos broncez , se harían estas piezas de unos metales menos afinados , y ligados en otra proporcion.

83. / La predicha liga del cobre con el estaño se executa en copela ú horno : en aquella se funden 100 ó 200 libras de cobre afinado , y en rosetas , y despues de bien líquido , y limpio se pasa á la toralera , y quando vaya formando costra se vierte encima con igualdad la correspondiente cantidad de estaño , que se habrá liquidado en una gran cuchara de hierro , y se dexa consolidar y enfriar la liga en la toralera , de quien se extrae despues el total todo entero.

84. La liga de los metales se hace en horno si el cobre se afina en él : en este caso , quando esté bien purificado el cobre , y con un mediano grado de calor , se pone en él la cantidad de estaño , correspondiente á un 11 por 100, y se remueve la liga con un palo ó berlinga , hasta que se observe estar bien hecha : entonces se destapa el horno , y el me-

tal vá á llenar unas pozas ó toraleras que se tienen preparadas.

85. Tal es el método establecido en nuestras fundiciones para la ligacion 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 solidéz, 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 quando lejos de tenerse sobre ellos las nociones precisas para fixarlos, ofrecen, como todos los asuntos complicados de quienes no se tienen idéas claras, un vasto campo para los proyectos mas absurdos, que, dice el experimentado Señor de la Valliere, pueden ser causa de que se introduzcan sistemas que destruyan la solidéz 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.

86. Las propiedades ó calidades precisas, que debe tener el metal de que se fabriquen las piezas de



Artillería , son : 1.^a. que tenga suficiente cuerpo , ó tenacidad , y adherencia entre sus partes , para poder resistir con mediano espesor la fuerza de la pólvora : 2.^a. 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 quando esté muy caliente por una larga serie de tiros : 3.^a. en fin , que no sea muy costoso , ni por lo precioso dél , ni por lo difícil de su trabajo . En el metal , sea simple ó compuesto , que se hallen preferentemente estas tres circunstancias , se tendrá sin duda el mas util 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 , que son los únicos metales perfectos , son de consiguiente preciosos , y de mucho valor , por cuya razon nunca pueden tener lugar en las piezas de Artillería : además , que sin ninguna mezcla carecerian tambien de la 2.^a. 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 reventarse en un fuego vivo y continuado. Sin embargo se fabrican de él todo genero de piezas de Artillería, y tal vez con el tiempo llegará á trabajarse con tal perfeccion, que adquiriera la suavidad precisa para que se formen piezas excelentes, y mejores que las de bronce. Veanse los Num. II y III del Artículo III.

87. En el hierro forjado se hallan reunidas en superior grado las dos primeras propiedades que hemos expuesto, y como al mismo tiempo no sea costoso, parece que éste es el metal mas propio, y adecuado para fabricar la Artillería, igualmente que las demás armas de fuego; pero, como se dirá en el citado Artículo, hasta el presente no se ha encontrado método expedito y sencillo para fraguar ó soldar, y reunir las gruesas planchâs que se necesitarian para una pieza de Artillería de los calibres mayores; sin que estas carezcan de defectos notables.

88. 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 prolixa 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.

89. Sin embargo, parece deberian haberse estimulado los Artistas que han fabricado dichas piezas: 1º porque nunca sería costoso un cierto número de ellas para la guerra de montaña: 2º porque la experiencia descubriría varias máquinas, y otros medios de simplificar su trabajo: 3º enfín, porque tal vez se llegaría con el tiempo, fomentando este Arte, á poder hacer piezas de batir del excelente hierro de nuestras minas, y que careciesen de los defectos que hasta ahora se les han hallado.

90. 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 ca-

becearían, atormentarían la cureña y explanada, y serían 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 encaxase justo en fuertes muñoneras, y situando el exe de los muñones algo mas adelantado, y quasi á la altura del de la pieza; con cuyo medio no perderian los tiros su direccion, ni se atormentarian las cureñas y explanadas, 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 consiguiendo la fuerza ó golpe de los retrocesos, productos de las masas por las velocidades, serán iguales. Así mismo, si se sobrecarga una cureña del peso de que se aligera un cañon los retrocesos serán iguales. El segundo defecto es mas facil 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, ó como se propondrá en el Numero III del Artículo siguiente, á que nos referimos.

91. Resta solo el cobre de todos los metales para poder fabricar las piezas de Artillería, que se quieren construir exentas de los accidentes que suelen ocurrir con las de hierro colado: á la verdad este metal de quasi tanto cuerpo, y tenacidad como el hierro forjado, lejos de ser quebradizo como el colado, ó los semimetales, es de mucha correa, y docilidad: de consiguiente las piezas hechas de él, jamás podrian reventarse; pero por su mucha suavidad tendrian el defecto de encorvarse, y de que las balas, bombas, ó granadas las golpeasen, y maltratasen demasiado; es decir, que el cobre carece de la 2.^a propiedad, de las tres que se exigen, para que un metal sea adecuado para fabricar Artillería, aunque tiene en igual grado que qualquiera otro la 1.^a, y aun también la 3.^a, respecto á no ser metal precioso, ni de consiguiente muy caro.

92. No hay cosa mas facil que dar al cobre una cierta dureza, que se ha dicho le falta, y que exige la expresada 2.^a calidad, ó propiedad que debe tener la Artillería: esto se consigue, mezclandolo, ó ligandolo con estaño, ó con algun semimetal; 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 sustancia metálica con que se mezcle , 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 sustancia metálica mas adecuada para dár al cobre dureza , sin hacerlo 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 expresadas.

93. ¿Mas se sabe cuál sea este grado de dureza, que necesitan las piezas de Artillería , para no encorvarse , y resistir el rozamiento , y golpéo de los proyectiles, ó móviles que arrojan ? ¿Se tienen principios y datos suficientes para calcular qual deba ser la resistencia de las piezas con proporcion á sus cargas ? Quando se quiere hablar de buena fé , es preciso confesar , que se ignora una y otra cosa : que no se han hecho experiencias precisas 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 construccion 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 alteraciones que agítan tan frecüentemente los cuerpos de Artillería de la Europa.

94. Para formar un cuerpo de experiencias , 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 experiencias en pequeño : modo menos dispendioso , sencillo , y que conduce al fin ; pues aunque es cierto , que no todas las experiencias 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 experiencias en pequeño , se podrian executar otras en grande , con todas las precauciones posibles , para que se produxesen los mismos efectos ; y llegar por este término á hallar las mas

justas aligaciones del cobre , y los medios mas adequados de fabricar las piezas , de modo que no se alterase la aligacion.

95. En defecto de estas experiencias que no podemos exponer, ó por que no se han hecho, ó por que no se ha conservado una noticia exâcta 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 muy util para construir Artillería.

96. Las aligaciones de los metales, y semimetales ofrecen varios fenomenos : quando se pesan en la balanza hidrostática se advierte , que unos aumentan de volúmen ; otros se compenentran , y disminuyen ; y otros enfín , guardan el volúmen recíproco que tenian antes de su union : los Señores Gellert, y Krafft han hecho varias experiencias que lo comprueban así , y que serían de mucha utilidad para nuestros Fundidores , si entre ellas se hallasen , todas las que se podian hacer con el cobre , y demás metales , y semimetales en distintas dosis ; pero como el fin de estos Autores era muy distinto , pocas de sus experiencias nos pueden ser conducentes: sin embargo daremos noticia de las que pueden tener algu-

na conexion con nuestro asunto. 1.^a Fundidos 644 granos de cobre con otros tantos de zinc, resultó una mezcla bastante trabada, de color de oro, y que mientras 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 aumentan su densidad. 2.^o Mezclados 686 granos de cobre con 898½ de bismutho, disipó el fuego 23 granos, y la liga resultó fragil, quebradiza, y sin aumento ni disminucion en su densidad. 3.^o Fundidos 314 granos de cobre con 464 de régulo de antimonio han producido una liga bastante fragil, de quien el fuego habia disipado 43½ granos, y que era algo mas densa, que correspondia proporcionalmente á las densidades del cobre, y del régulo. 4.^o Fundidos 741 granos de estaño, con 684 de zinc, perdieron 9 granos; y la liga algo menos docil que el estaño, resultó menos densa.

97. De estas quatro experiencias 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 bismutho, pues ésta conserva la misma densidad que si los metales estuviesen sin mezclar, y es

quebradiza : lo propio acontece con la aligacion hecha del cobre y régulo 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 Autor Gellert presume , en vista de sus experiencias : 1.º que las aligaciones de los metales y semimetales se hacen mas densas , quando las partes de uno de los cuerpos entran en los poros de las del otro : 2.º que son menos densas , quando las partes de uno de ellos se alargan , y aumentan los poros del otro : 3.º que conservan su densidad , quando las partes del un cuerpo se sitúan al lado de las del otro : 4.º que es verosimil , que las aligaciones aumenten ó disminuyan su densidad , quando hay atraccion ó repulsion entre las partes constitutivas de los minerales , durante la fusion : 5.º en fin , que mientras se funden estas ligas , como cantidad de metales , y particularmente de semimetales , contienen mucha tierra metálica , cuyo flogisto puede ser facilmente elevado por el fuego ; entonces estas tierras , en lugar de conservar la figura esférica , que tenian antes de fundirse , toman una figura erizada de puntas , que apartan las partes , y hacen los cuerpos menos densos.

98. Se puede deducir de estas experiencias y reflexiones contraídas á nuestro objeto: que el cobre, (que , como dexamos dicho , es el solo metal de que parece se pueden hacer buenas piezas de Artillería), no puede mezclarse á este fin , sinó con el zinc de todos los semimetales , por ser el único con quien aumenta su densidad, y no pierde su cuerpo , como lo comprueban las experiencias de Musschenbroek , expuestas en el Capitulo XIX.º 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 Rhin, se rompieron, el de cobre con el peso de $299\frac{1}{4}$ libras , y el de latón con el de 360 libras : tambien se verá , que caldeados unos cilindros de un mismo diámetro, y encolados por sus basas con grasa muy caliente, se atraían, los de cobre puro , con una fuerza de 800 libras ; mientras que la atraccion de los de latón era de 850 libras. De la primera experiencia se deduce , que el latón tiene mas cuerpo que el cobre puro ; y de la segunda, que es mas denso , respecto á que la atraccion es proporcional con la densidad de los cuerpos.

99. Pudieramos añadir otras muchas experiencias y pruebas de la buena calidad del metal que re-

sulta , ligando cobre puro con zinc , y por las quales parecería , que sin duda , el compuesto de estas dos sustancias metálicas , es el material de que preferentemente se deben hacer las piezas de Artillería.

100. Mas por otra parte se objetará , que en muchas y repetidas ocasiones se ha visto , que las piezas en quienes ha entrado el zinc han sido unas veces muy ágrias, 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 dexado inútiles; de lo que se ha venido á deducir que se debia proscribir el zinc de las fundiciones de Artillería.

101. Pero esta determinacion , ó la opuesta , de juzgar que combinado el zinc con el cobre, de qualquier modo, forman un metal apropiado para la Artillería, son, (como otras muchas opiniones contrarias, y defendidas con tesón por distintos partidos) , una prueba evidente que no se entienden , ni se saben con claridad y especificacion los principios, de quienes se deben inferir con precision tales opiniones. Limitandonos á nuestro asunto , parece , que solo puede haber dado origen á dichas dos opiniones el poco conocimiento de la Chímia , y de sus operaciones , como vamos á manifestar.

102. Esta ciencia enseña: que son muy diversas por sus propiedades, las especies de piedras calamí-
nas, ó matrices del zinc: que este semimetal, qua-
si nunca está puro, y exento de la mezcla del plo-
mo: que un largo fuego lo volatiza ó sublima en-
teramente: y que el laton ó similar que está mucho
tiempo en fusion, viene á quedar reducido á cobre
puro. Mas al mismo tiempo enseña: hay medios de
mezclar el cobre con ciertas calamí-
nas naturales, ó
preparadas, con las cuales se hace un metal de mu-
cho 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 dár al latón el grado, y duracion
de fuego mas propios para que no se volatice el
zinc.

103. Podriamos extendernos, exponiendo muy
por menor los principios de estos resultados, y mé-
todos de obtenerlos; pero uno, y otro se hallará en
quasi todos los Autores Chímicos modernos: así,
solo diremos, que de dichos resultados se colige:
1.º que se puede hacer del cobre, y el zinc un excelen-
te metal para las piezas de Artillería, observando cier-
tas reglas, y precauciones: 2.º que abandonadas és-
tas, resultará que el latón, ó metal producido de

la liga del zinc con el cobre , sea muy agrio , y poco trabado por la mezcla del plomo ; ó que sublimado el zinc , quéde muy suave , y de consiguiente , que las piezas fabricadas de él se encorven , y surquen á pocos disparos.

104. Esta dificultad , que se encuentra , en usar de la liga del cobre y zinc , puede ser la causa de que se haya abandonado , quasi generalmente , el latón 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 expuestas , parece deben ser inferiores á las que resultarían de la liga del zinc , sustancia 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 , sería necesario añadirle alguna otra sustancia , que le diese dureza , pues ella sola es quasi tan docil como el cobre puro ; de consiguiente , aunque se llegase , no encontrando dificultades insuperables , á mezclar perfectamente el cobre con la calamína en las grandes cantidades que se requieren para las piezas de Artillería , no por esto se escusa el estaño , mientras no se halle otra sustancia mineral que dé dureza al co-

bre, ó al latón, sin los inconvenientes que él.

105. A la verdad, la mezcla del estaño ocasiona graves daños á las piezas: jamás se liga é incorpora intimamente con el cobre, y manteniendose líquido á muy corto grado de fuego, se reúne en gran parte en el centro de la pieza, quando 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, quando hacen un fuego vivo, basta para liquidarlo 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 golpéan, é inutilizan brevemente: enfín el licor, que produce la pólvora quemada, originado del accido nítrico, ó del vitriólico que tiene el azufre, ó de la humedad que se une á sus basas alcalinas, es un disolvente, que penetrando hasta la superficie exterior, (como se vé, quando despues de un largo fuego, sudan las piezas), disuelve todo el estaño de ellas, y las dexa llenas de cavidades y esponjosas.

106. Como no obstante estos inconvenientes efectivos del uso del estaño, sea indispensable valerse de él para dár dureza al cobre, y al latón: es necesario saber cuál sea la dosis mas adecuada, con

que se deben ligar estos metales , y cómo se executará mejor la mezcla de ellos : y esto es lo que precisamente se ignora : y lo que aun es peor , varias de las reglas ó experiencias que se siguen , y adoptan en esta materia son erróneas ; pues acontece que habiendo , por exemplo , 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 dosis 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 moldes , ú otra multitud de circunstancias. De lo qual 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 además es costosisimo.

107. 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 termometro , ó de algun cuerpo facil de liquidarse , que se condensará siempre , antes de usarlo , con un igual grado de

frio. 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 expresadas propiedades, segun estén mas ó menos calientes.

108. Asimismo, se necesita saber con anticipacion cuál sea el grado de dureza, que necesita una pieza de Artillería, para no encorvarse por su gravitacion contra los muñones, y resistir los choques de los proyectiles que arroge sin maltratarse considerablemente: y como la teoría, por sí, no puede establecer sobre esta materia sino hipótesis sistematicas, (y de consiguiente erróneas por lo general), será preciso recurrir á la experiencia para determinar este punto: lo que se podrá executar, 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 ellos se cortarán tres ó quatro barretas, iguales en un todo, de cada uno, y se harán tronchar, ó doblar

enteramente con separacion , afirmandolas de modo que formen palanca , y cargando en un extremo varias pesas : con cuyo arbitrio se sabrá su dureza , y la que debe tener una buena pieza de Artillería.

109. Para precaver que las alteraciones del frio y calor , que hayan sufrido los cuerpos de semejantes cañones , quando 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 del cascavél y collarin , y se harán las mismas pruebas con ellas.

110. 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 , cargandolos con balas de mucho viento, atacadas con heno.

111. Sabido , pues , el grado de calor que toma una pieza despues de un continuado fuego , qual se puede hacer en un sitio , ó accion , y el de dureza que deben tener sus metales : se procederá á la execucion 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 seis, siete, diez, doce, &c. por ciento de estaño , y reduciendo las aligaciones á unas barre-
tas exáctamente iguales ; en quienes 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 fue-
go. Por este medio se llegará á conocer los diferen-
tes grados de dureza que adquiere el cobre ligado con diversas dosis de estaño.

112. Igualmente se harán distintos ensayos, mez-
clando el cobre con zinc , purificado con el método que por otros ensayos se halle preferible , y hacien-
do tambien estos ensayos con las muchas especies de piedras calamínas 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 hallar las dosis 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 quando la aligacion se efectúa con estaño solo. Lo mismo se podrá practicar con qualquiera otra sustancia , que se crea á proposito para mejorar la Artillería.

113. Halladas en todas las regulares combinaciones , ó ligas del cobre , con el estaño , y con éste 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.

114. 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.

115. 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 podrán consultar las obras de los Señores Cramer , y Hellet.

116. Como las diversas especies de carbon y leña tengan considerable influxo en la buena calidad del metal , parece que tambien se debe exâminar este punto por ensayos ; pero de modo , que sean practicables en grande sin notable variedad ; pues que nada se conseguiría de sacar en pequeñas cantidades un metal excelente , si los medios de obtenerlo no fuesen adaptables para trabajar cantidades considerables.

117. 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 obtuviese un metal igual al del ensayo , que se hubiese tomado por norma.

118. Esta idéa que se acaba de individuar, para hallar y conocer el método mas acertado y util de ligar y fundir los metales , de que se han de hacer las piezas de Artillería , siempre que se las quiera dár toda la perfeccion de que son capaces , requiere para su execucion muchos gastos , tiempo , y ser conducida por un sugeto imparcial , versado en la

Chimia 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 fixamente este punto. No obstante, puede ser útil para varios casos particulares en que un Oficial esté encargado de exáminar una nueva aligacion que se proyecte, sin tener que recurrir á fabricar piezas de ella, y probarlas: método que, como dexamos dicho, es costosisimo, y nada terminante las mas veces por los muchos accidentes, que dexamos indicados, pueden alterar una fundicion.

Numero II.

De la Molderia.

119. **A** fin de no hacer confusa la explicacion del método que se sigue en nuestras fundiciones 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 : expuestas estas nociones se explicará el modo de formar y preparar los moldes.

hasta ponerlos en estado de conducirlos á la fosa. En todo lo qual nos ceñiremos á las prácticas y reglas , que actualmente se siguen en nuestras fundiciones ; pero ultimamente se darán algunas nociones concernientes á la naturaleza de los barros.

Ingredientes y materiales para la construccion de los moldes.

120. Los barros , que forman la basa de los moldes , se componen de argillas encarnada , y blanca , ó amarilla : una y otra deben ser crasas , pastosas , y limpias de arenas , para que se amasen é incorporen bien por medio del agua , entre sí , y con el estiercol de caballo , y pelo de vaca con que se mezclan.

121. Estas argillas ó arcillas , que se tendrán de prevencion en depósitos ó almacenes , se muelen y reducen á polvo con miazas de madera , ó pisones , sobre un pavimento firme , y se pasan por cribas de alambre para separarlas de las piedras , y partes heterogéneas , con quienes puedan venir envueltas del lugar de su extraccion.

122. El estiercol que se ha de mezclar con las argillas para dár ligazon á los barros , debe ser de caballos alimentados con paja y cebada , ú otra

semilla ; y se prepara , haciendolo pasar por una criba de alambre , para separarlos de la paja con que regularmente se halla mezclado : se ha de procurar , quando se oprima y desmenuce con la mano , al hacerlo pasar por la criba , que no se reduzca á partes muy menudas , á fin que sea propio para trabar las argillas.

123. Al mismo efecto se usa del pelo de buey, ó vaca , que es un material muy adecuado para aumentar la tenacidad de los barroes ; aunque como despues veremos tiene alguna contra su uso.

124. Estas quatro materias se mezclan , para la formacion de los barroes , en las dosis de doce espuestas de argilla encarnada , seis de amarilla , nueve de estiercol , y media libra de pelo ; juntandolas en cammas alternadas , y despues removiendo y mezclando uniformemente todo el conjunto , hasta que aparezca de un color uniforme. Estas dosis no se deben tomar por las mas convenientes y generales ; sinó que se han de variar y alterar , segun la calidad de las argillas , que no en todas partes son igualmente pastosas. Con las que se trabajan los barroes en la fundicion de Barcelona , se ha hallado por experiencias , ser las dosis expuestas las mas competentes ; pero será preciso valerse de nuevas experiencias para

hallar las que lo serían con otras.

125. Mezclados los materiales de que se forman los barro, se procede á amasarlos, lo que se executa en un tablon, llamado *pastera*, en forma de banco con respaldo, de 7 á 8 pies de largo y $2\frac{1}{2}$ ó 3 de ancho, y que está cerrado por los lados: puesta en él la expresada mezcla, se echa encima competente cantidad de agua dulce, y se remueve con unos rasadores de hierro, ó madera, hasta que toda esté igualmente saciada de ella: para amasar, y triturar los barro se usan cuchillos de hierro con filo grueso, de $1\frac{1}{2}$ á 2 pies de largo, y 2 pulgadas de ancho, y mangos tambien de hierro, con quienes se vá cortando la masa de un extremo al otro de la *pastera*, y se remueve con el rasador: lo que se repite por algunas horas, hasta que se conoce que el barro está bien amasado, triturado, y saciado de agua. El Operario encargado de los barro, debe tener inteligencia, y práctica para añadir agua siempre que convenga, con arreglo á la estacion en que se haga el trabajo.

126. En el taller de los barro debe haber, además de dos, tres, ó mas *pasteras*, y de los útiles expresados, varios cubos con asas, y sin ellas, palas de hierro, tinas grandes, para agua y depósito

de los barros, y cazos para extraerlos de las tinas, y ponerlos en unas artesas en quienes se transportan al taller de moltería.

127. El barro así compuesto es el comun ú ordinario de los que se emplean en la moltería; pues se necesita otro fino para los primeros lechos de los moldes, llamado en nuestras fundiciones, á imitacion de las de Francia, *pótea*: para hacerlo, se fabrican del expresado barro ordinario adobes de proporcionada magnitud en un terreno limpio, resguardado de las aguas, y expuesto al ayre: despues de secos ú oreados se ponen en lugar donde sientan moderadamente la accion del fuego, como es sobre el pavimento de los hornos, en el que se dexan hasta estár del todo enxutos.

128. Estos adobes se baten y muelen con pisones de madera, y se pasan por cribas muy finas de alambre: del polvo que resulta, se mezclan doce espuertas con seis de argilla amarilla pasada por una igual criba, y una libra de pelo de vaca, y con esta mezcla se hace sobre las pasteras el barro fino, del mismo modo que el comun. Pasemos á dár noticia de los demás generos que deben existir en un almacén próximo al taller de moltería, y de sus usos,

129. 1º Hieso : este se prepara recociendolo, y pasandolo por tamices muy finos de alambre : á fin de que no se desperdicie , se muele en un molino de bronce. Este Hieso 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 hieso comun para recibir las culatas, y fortalecer la encastracion de estas con sus moldes.

130. 2º Xabon : debe ser blando , ó negro , pues su uso es untar la superficie de los husos sobre que se hacen los moldes de cañones y morteros , á fin que la trenza de esparto de que se cubren no tenga rozamiento con ellos , y así puedan sacarse con facilidad acabado el molde.

131. 4º Cera virgen : debe estar en panes sin mezcla de sebo , ni de otros cuerpos heterogéneos: se emplea para moldear las asas ó delfines , granos de cañones , y morteros, y las cazoletas de éstos.

132. 5º Manteca de cerdo en rama : se usa para untar los muñones , y culatas de los moldes ; pues por ser estas piezas de hieso conviene mejor para ellas que el sebo.

133. 6º Cañamo : ha de estar en rama , y ya espadado y rastrillado ; será mejor quanto mas lar-

gos sean sus filamentos : sirve para ponerlo sobre el barro fino , á fin de dár á los moldes la trabazon y consistencia que se requiere.

134. 7º 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 faxar los husos á fin de proporcionar los gruesos de los modelos.

135. 8º Hilo bramante : que se usa para atar y asegurar los cabos de las trenzas con que se envuelven los husos.

136. 9º Sebo crudo ó en rama : sirve para engrasar los quicios de los husos de los moldes , á fin que éstos puedan girar con facilidad ; y para otros semejantes destinos.

137. 10º Aceyte comun : sirve para el mismo efecto que el sebo en rama , y además para facilitar el movimiento á las máquinas , y para las luces necesarias en la fundicion.

138. 11º Velas de sebo : sirven para los trabajos de las fosas de los hornos , como son colocar , y asegurar los granos , culatas , &c.

139. 12º Alambre : se emplea , despues de recocido , en asegurar y ajustar fuertemente los enganchamientos de culatas , mazarotas , y aros de los

moldes : debe ser de hierro muy suave y correoso, pues de lo contrario se rompe al entorcharlo.

140. 13°. Clavos pequeños y tachuelas : su servicio es asegurar la trenza de esparto al huso , en los parages donde necesite de esta sujecion.

141. 14°. Vendages de hierro para los moldes: cada uno de estos se guarnece con dos herrages, que se componen de un cierto número de planchas y faxas ó aros de hierro , que los sujetan y fortalecen, á fin que tengan la solidéz que se requiere , para que puedan resistir todos los movimientos que se executan con ellos hasta colocarlos en las fosas ; que toleren el fuego fuerte con que se caldean y recuecen ; y la presion y calor del bronce líquido que entra en ellos , para la formacion de las piezas. El número de planchas y faxas pende de la magnitud de cada pieza , y tambien del método de colocarlas con conocimiento.

142. 15°. Cenizas desaladas: se usan para cerrar las grietas que se hayan abierto en los moldes interiormente : lo que se executa 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 poniendolas en una cuba, y echando encima cantidad de agua,

que se vierte por inclinacion despues de haberse saciado de sal , y que estén reposadas las cenizas: maniobra que se repite hasta que éstas no suelten mas sales. Si se quieren separar estas cenizas de las partes térreas que contengan , se remueven en cantidad de agua , despues de desaladas , y se vierte el líquido que resulte en otra tina ó cuba , antes que se reposen las cenizas ; por cuyo medio queda la parte térrea en la primer cuba. En defecto de estas cenizas se usará de las que hayan servido para lexías.

143. 16°. Paja de centeno : despues del expresado baño de cenizas se desecan los moldes quemando dentro cantidad de paja larga de centeno , y en su defecto de trigo ó cebada.

Útiles para el taller de Moldería.

144. Los útiles é instrumentos necesarios en un taller de moldería son de dos clases : los unos propios para la formacion de los moldes; y los otros para executar con ellos quantas maniobras sean precisas hasta ponerlos en disposicion de recibir el metal.

145. Los de la primer clase se reducen : 1º á mazos de mano que sirven para golpear la trenza de esparto , y ajustarla á los husos : 2º compases curvos para exáminar y proporcionar los diferentes

gruesos de los moldes : 3°. niveles de peso , y reglas de varias figuras para la colocacion de muñones , asas , granos , &c : 4°. tenazas grandes y pequeñas para oprimir las faxas de hierro : 5°. martillo para el mismo fin : 6°. torcedores de hierro de puntas vueltas para entorchar el alambre con que se aseguran las expresadas faxas : 7°. clavos largos para afirmar los muñones , asas , granos , &c.

146. Los de la segunda clase son : 1°. cábricas grandes con quienes se sacan los moldes con sus husos de los caballetes en que se forman : 2°. carro con varales y juego delantero , (semejante al carro fuerte , aunque mas pequeño , y sin tanto herrage), sobre quien se cargan los moldes para extraerles los husos , y trenzas : 3°. cuchillos de hierro , ó machetes para cortar los extremos del molde hasta esquadrarlo como conviene : 4°. formones para el mismo fin y arreglar las encastraciones de la mazarota y muñones : 5°. azuelas ó piquetas de albañiles para el mismo efecto , y formacion de la canal que se abre en la fosa para dirigir el metal desde el horno á los moldes : 6°. compases rectos para hacer con exâctitud el rebaxo de la mazarota para su encastracion con el molde de la pieza : 7°. barrenas grandes y pequeñas para taladrar los muñones de hieso del

molde , y otros fines : 8°. reglas de madera para esquadrar los moldes de cañones , morteros , mazarotas , culatas , &c. y para situar verticalmente los moldes en la fosa , sirviendose de los niveles de peso : 9°. pinceles grandes , ó brochas para bañar interiormente los moldes despues de recocidos con cenizas : 10°. canastones de bronce para contener los moldes de las culatas : 11°. tapaderas de hierro , madera , ó lienzo ordinario para impedir cayga polvo dentro del molde despues de bañado con las cenizas : 12°. zapapicos y azadas para sacar la tierra de los depósitos del horno , y terraplenar la fosa : 13°. espuestas terreras para conducir dicha tierra : 14°. pisones de hierro con mangos de madera para comprimirla dentro de la fosa : 15°. paletas para la formacion y revóco de la canal que se hace en la fosa : 16°. escobillas , y fuelle para limpiar enteramente esta canal.

Tallér de Moldería y método de formar los moldes.

147. El tallér 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 transportarlos á las fosas : asímismo debe ser suficientemente espacioso para

que se executen todas las maniobras con libertad , y estén con bastante separacion todos los juegos de husos que sean precisos para los moldes de quantas piezas se puedan fundir á un tiempo en los hornos.

148. El número de juegos de husos , 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 para hallar esta proporcion es preciso tener presente : 1º. que los hornos pueden ser grandes de la capacidad de 600 quintales de bronce ; medianos de 400 quintales ; chicos de 300 ; y pequeño de 160 , que por lo regular solo se emplea para preparar los metales : 2º. que para cada horno grande se necesitan quatro juegos de husos de cañones de á 24 , morteros de plancha , ó pedreros de 15 pulgadas : para cada mediano otros quatro juegos de cañones de á 16 , ó morteros de á 12 : y para el chico seis juegos de husos de cañones aligerados de á 12 , ó morteros de á 9 pulgadas : 3º. que los cañones aligerados de 8 y 4 , y los morteros y obuces de á 6 pulgadas tambien se funden en este horno chico , y se necesitan ocho juegos de husos de cañones de á 8 , ó de morteros y obuces de á 6 , y doce juegos de cañones de á 4 : 4º. que los morteretes de probar pólvora , pedreros de barca , petardos , &c.

se funden en el horno chico, ó se adicionan á las fundiciones de las piezas gruesas; y en uno y otro caso es menester exâminar por sus pesos el número de las que pueden salir de una determinada cantidad de metal, para saber el de juegos de husos que se necesiten armar en el taller para ellas.

149. Cada juego de husos, de qualquier calibre que sea, se compone de dos husos totalmente iguales, situados paralela y encontradamente, esto es de derecha á izquierda uno, y otro al contrario, en dos caballetes de madera horizontales, sobre los quales giran al rededor de sus exes, en mortajas que á este fin tienen los caballetes, y por medio de manivelas que se ponen á la cabeza de los husos: las dimensiones de éstos deben proporcionarse á los calibres de las piezas, para que se destinen los moldes que en ellos se han de construir: los del cañon de á 24 tienen 14 pies 7 pulgadas y 6 líneas de largo: el diámetro de su basa mayor es un pie y cuarto, y el de su basa menor, (porque tienen la figura de un cono truncado), 8 pulgadas y 8 líneas: los caballetes distan entre sí 11 pies 6 pulgadas y 9 líneas, y los husos 2 pies 8 pulgadas y 9 líneas. Es de advertir, que los husos no empiezan á tomar la figura de cono truncado por su basa

mayor , hasta despues del collarin , ó rebaxo , que forman por esta parte , para asentarse en la mortaja hecha en el caballete , y que de consiguiente la longitud del exe del expresado cono viene solo á ser de 12 pies 10 pulgadas y 8 lineas.

150. Los husos de las demás piezas de Artillería tienen sus dimensiones proporcionadas á sus calibres , en la misma razon que los de á 24 : con la diferencia , de que los de calibre muy pequeño, tienen á su extremo menor un espacio cilindrico, para moldear las mazarotas al mismo tiempo que las piezas. Todos los husos y sus caballetes se hacen por lo regular de pino, que se debe cuidar sea de la mejor calidad , sin nudos , y perfectamente seco para que no se tuerzan : los husos se fortalecen con un aro de hierro á cada extremo.

151. En los caballetes , á proporcionada distancia de las mortajas sobre que giran los husos, hay unas encastraciones en donde se afirman y sientan las *tarrajas* ó plantillas : estas son unos tablones de quienes uno de los bordes laterales está armado de hierro , ó acero , y forma el corte interior de uno de los lados de la pieza para que ha de servir; esto es , el perfil de la pieza inversamente. Como su uso sea dár al modelo de barro , (que se hace

sobre el huso), del cuerpo de la pieza , las dimensiones de ésta : su colocacion debe ser tal , que siempre haya entre el exe del huso y ella los respectivos semidiámetros de la pieza. Colocada la tarraja se empiezan á guarnecer los husos con la trenza de esparto , de que se ha dado noticia , sujetando al extremo menor del huso un cabo de ella con dos clavos , y haciendola envolver en forma de espiral. Para que las revoluciones de la trenza estén unidas , y bien sentadas , golpeará continuamente la trenza con un mazo de madera el Operario que la ponga : antes, como yá se dexa expresado, se untarán las superficies de los husos con xabon blando , para que despues se puedan extraer con facilidad.

152. Guarnecidos los husos de la trenza de esparto , se principian á poner sobre ésta lechos de barro ordinario bien iguales y compactos : sus gruesos , y la exácta configuracion del modelo se consigue , haciendo dár continuas revoluciones á los husos por medio de manivelas colocadas en sus cabezas , para que de este modo , rozando contra la tarraja , tomen los barro pulimento , y se quede en ella la parte excedente. Formados así los modelos , se apartan las tarrajas , sin que los toquen para

que no se desfiguren , y se enxugan poniendo debajo un fuego moderado , y haciendolos dár revoluciones : en estando secos se observa si se han abierto grietas en sus superficies , en cuyo caso será preciso volverles á dár nuevo barro , hasta que queden igualmente tersos , y se dexan secar al ayre.

153. Enxutos que estén los modelos se vuelven á colocar las tarrajas , cubiertas de sebo derretido por la parte que toca á ellos , para que girando sobre sus exes los modelos , se bañen de sebo sus superficies.

154. Las asas y granos de que se arman los modelos son de cera y pez ; estos dos ingredientes se funden juntos , y echados así líquidos en correspondientes moldes de hieso , se forman dichas asas y granos , que se hacen huecos para economizar materiales. Se sitúan en los modelos en los parages que deben ocupar á presencia de planos exâctos de las piezas , y se aseguran por medio de clavos que penetren hasta la trenza , y derritiendo ó ablandando la cera , con un hierro caliente , por las partes en que haya de tocar el modelo. Con igual método se hacen y ponen las cazoletas de los morteros.

155. Los muñones de los cañones y morteros se hacen huecos , y de hieso fino , se aseguran por me-

dio de un clavo , que atravesándolos á lo largo , penetre hasta la trenza : para su mayor firmeza , se llenan interiormente con una lechada del mismo hieso , que los une y consolida con el clavo y los barro del modelo.

156. Perfeccionado éste , de modo que venga á tener las mismas dimensiones y figura que la pieza de que se vá á formar el molde , se principia éste , dando ó poniendo sobre el modelo un lecho de barro fino , que se debe cuidar quede muy igual , compacto , y de poco espesor : este primer lecho de barro fino , ó pótea formará la superficie interior del molde.

157. Segun la pieza de que se vá á formar el molde , se han de dár á éste mas , ó menos manos de barro fino ; pero todas han de tener poco espesor , de modo que no exceda ninguna de una línea.

158. A los moldes de cañones de á 24 y de morteros de á 12 se les dán 6 manos de barro fino : á los de cañones de á 16 y morteros de á 9 pulgadas 5 manos ; y así á proporcion á los de las demás piezas menores , con tal que ningun molde por pequeño que sea , tenga menos de tres. Los moldes de los morteros de plancha , necesitan de 8 manos,

porque su considerable diámetro exige mucha consistencia en los barro.

159. Dadas las manos de pótea , que hemos expuesto , á los moldes , y secas al ayre , se dá una nueva mano muy ligera del mismo barro con la que se unen las grietas , si las hay , y se humedece la superficie , para cubrirla con el cañamo de que se ha dado noticia , el qual dá mayor trabazon al barro: sobre el cañamo se dá una mano ligera de barro ordinario á los moldes , y se dexan secar al ayre.

160. Enxuta esta primer mano de barro ordinario , se dá otra segunda , que se seca por medio de fuego de carbon ; y en estandolo se extraen los clavos con que se aseguraron los muñones , asas , y granos : (á cuyo fin deberán ser sus cabezas suficientemente largas) : y se prosiguen dando , y secando manos de barro ordinario , hasta que los moldes tengan los espesores necesarios para recibir el primer herrage , que deben ser los que se manifiestan en la Tabla siguiente.

T A B L A

De los espesores de barro fino y ordinario que han de tener los moldes de las piezas de Artillería hasta el primer herrage.

<i>Moldes.</i>	<i>Pulgadas.</i>	<i>Lineas.</i>
El del cañon de á 24	2 . . .	6
De á 16	2 . . .	3
De á 12	2 . . .	0
De á 8	2 . . .	0
De á 4	2 . . .	0
El del mortero de á 12 de Ord.	2 . . .	6
De á 9	2 . . .	0
De á 6	2 . . .	0
De á 12 de plancha	3 . . .	0
El del obúz	2 . . .	0

161. El herrage con que se fortalecen los moldes se compone de planchas, y faxas de hierro: unas y otras se hacen de barras largas de buen hierro de $1\frac{1}{2}$ pulgadas de ancho, y $2\frac{1}{2}$ lineas de grueso: las planchas se cortan del mismo largo de la pieza para quien ha de servir el molde, y caldeandolas se les hace tomar las curvaturas que forman los barro contra quienes se ajustan. Las faxas ó aros, quando han de ser para moldes de mucho diámetro, se forman

con una bisagra en medio de ellos para ajustarlos mejor: todos han de tener el diámetro correspondiente al parage del molde en que se han de situar, y dos escarpías ó ganchos á sus extremos para oprimirlos, y asegurarlos por medio de un alambre, que se tuerce, y agarrota con los torcedores de que se ha dado noticia.

T A B L A

Del número de planchas y faxas de hierro con que se fortalecen los moldes de las piezas de Artillería.

<i>Moldes.</i>	<i>Planchas.</i>	<i>Faxas.</i>
El del cañon de á 24 con	10	24
De á 16 con	10	20
De á 12 con	10	18
De á 8 con	10	16
De á 4 con	10	14
El del mortero de á 12 de Ordenanza con	15	10
De á 9 con	14	10
De á 6 con	10	6
De á 12 de plancha con	19	11
El del obúz	10	9

162. El expresado número de planchas y faxas no es de una absoluta necesidad: siendo menor, pue-

de quedar un molde suficientemente fortalecido , si se sabe armar y asegurar el herrage con conocimiento; y podrá, al contrario, quedar mal herrado, aunque se aumenten muchas piezas, si estas no se aseguran bien, ni se saben colocar con oportunidad : la práctica es indispensable en todos estos puntos mecánicos ; y sobre éste en particular se hacen indispensables algunas experiencias para conocer si bastarian herrages menos robustos y costosos.

163. Fortalecido el molde con este primer herrage , se continúa dandole sucesivamente nuevas manos de barro ordinario , hasta que los lechos puestos sobre el herrage tengan los espesores que manifiesta la Tabla siguiente , y entonces se pondrá el segundo y ultimo herrage.

T A B L A

De los espesores de los barros que han de tener los moldes de las piezas de Artillería entre los herrages con que se fortalecen.

<i>Moldes.</i>	<i>Pulgadas.</i>	<i>Lineas.</i>
El del cañon de á 24	1 ...	8
De á 16	1 ...	6
De á 12	1 ...	4
De á 8	1 ...	4
De á 4	1 ...	4
El del mortero de á 12 de Ord.	2 ...	0
De á 9	2 ...	0
De á 6	1 ...	4
De á 12 de plancha	2 ...	0
El del obúz	1 ...	4

164. El herrage que se pone para fortalecer estos barros es identicamente el mismo que el anterior, con sola la diferencia de ser las faxas mayores, y de tener las planchas un gancho á cada extremo hácia la parte exterior, para enlazar y trabar con el herrage del cuerpo de la pieza los de la culata y mazarota, por medios de alambres retorcidos, como los que sujetan y comprimen las faxas.

165. Sobre este segundo herrage se dán dos ma-

nos de barro , que se hacen secar con fuego como las anteriores , y sobre ellas otra tercera , que se bruñe y pule estregandola con un estropajo de estopa de cañamo mojado en agua.

166. Las culatas de los moldes se hacen separadamente , y de dos modos diversos ; el uno semejante en un todo al que se acaba de exponer para hacer los moldes de los cuerpos de las piezas ; y el otro construyendolas verticalmente sobre unas hornillas de ladrillos : daremos noticia de este segundo por ser el mas usado y expedito.

167. Las hornillas sobre que se moldéan las culatas son circulares y fortalecidas con tres aros de hierro : el fuego se introduce por una canal inferior , y se extiende en una especie de boveda , con quatro respiraderos , que vienen á dár á la superficie superior de la hornilla : en medio de ella se eleva verticalmente un perno de hierro , que tiene dos usos diferentes ; servir de huso al molde , y recibir por su extremo uno de los del exe de movimiento de la plantilla , de quien el otro se asegura entre dos hierros , por medio de una clavija , á una armadura de madera situada sobre la hornilla. Para formar el modelo de la culata , se practica lo contrario que para los demás , respecto á que el huso está firme,

y la plantilla es la que dando revoluciones dexa los barros en la proporcion que se requiere.

168. Se principia á formar el modelo de la culata , revistiendo la barra ó perno , que está en medio de la hornilla , con una trenza de esparto , sobre la qual se dán varias manos de hieso fino , hasta que tenga suficiente espesor para que haciendo dár revoluciones á la plantilla de la culata torne en el hieso todas las molduras de ella : en su extremo , despues del cascabél , se añade un cilindro con dos orejas , que sirve para recibir la pieza en la máquina de cortar las mazarotas.

169. Terminado el modelo de la culata , se unta y baña con manteca de cerdo , y se principia el molde dando sobre el modelo así preparado un correspondiente número de manos de barro fino , que se cubre con cañamo ; y sobre él se dán tantas manos de barro ordinario , quantas sean suficientes para poner este molde en disposicion de recibir un herrage muy sencillo , en el supuesto de haber de colocarse en un canaston de bronce ; pues de lo contrario necesitaría de dos herrages , y muy fuertes. Sobre el herrage de las culatas se prosiguen dando manos de barro ordinario , hasta darle una figura adecuada para asentarse en unos canastones de

bronce de considerable espesor, en quienes además se reciben con hieso, para que sobre ellos se coloque todo el molde con solidéz.

170. Llamase *mazarota* la parte excedente de metal que sacan las piezas á continuacion de ellas por sus bocas: la qual es de suma importancia para su buena calidad, porque suministra metal al cuerpo de la pieza, á proporcion que el contenido en su molde se enfria y cuaja ó consolida, sin cuyo auxilio quedaria menor que su molde; y porque subiendo á la superficie las partes heterogéneas de los metales, se observa, que en los que se han fundido es mucho menos compacta, y tenáz la parte superior; por lo que saldria la caña de una pieza muy debil, y defectuosa, si no hubiese metal excedente.

171. Para dár á las piezas la perfeccion que ocasiona la mazarota, es pues preciso añadir á sus moldes, por la parte de la boca, otros de mazarotas correspondientes á la magnitud de las piezas: estos se forman sobre husos de madera, colocados horizontalmente, y con plantillas firmes; del mismo modo que los del cuerpo de la pieza, y con los mismos barros: la unica diferencia está, en que no se dá sebo sobre el modelo, y sí solo un baño de

cenizas desaladas : su segundo herrage se une con alambres al herrage del cuerpo de la pieza ; y así quedan hechos un solo molde los del cuerpo de la pieza y mazarota. Es de advertir , que los moldes de las mazarotas de las piezas pequeñas como morteros de seis pulgadas , obúces, &c. se fabrican al mismo tiempo , y con los propios husos , y plantillas que las piezas , como yá se dixo.

172. Después que estén bien enxutos y secos los barros de los moldes , se sacan éstos de los caballetes por medio de dos cábrias , y se montan sobre el carro de que se dió noticia , que tiene dos ó tres telas para recibirlos. En esta situacion se extraen los clavos , que afirmaban los extremos de la trenza al huso , y se tira de ella hasta que éste afloxe : entonces toman quatro hombres una especie de mazo , ó ariete de mano, y golpéan el extremo menor del huso, para que salga por el otro lado opuesto del molde: extraído el huso, se acaba de sacar la trenza , quedando solo del modelo los barros que se pusieron entre ésta y el sebo.

173. Para extraerlos , se conduce el molde en el mismo carro á la fosa , en donde se sitúa verticalmente sobre su basa mayor , (por medio de una máquina adecuada á este efecto que está encima), en

un recipiente de ladrillo cóncavo, y que tiene un orificio lateral para dár salida al ayre : en esta disposicion se caldea el molde interiormente con rajas muy delgadas de pino, de quatro pies de largo, con lo que se consigue, que derritiendose el sebo que une los barros del modelo á los del molde, se separen aquellos, y caygan en el recipiente.

174. Los moldes de las mazarotas no necesitan de fuego para desprender de ellos los barros del modelo, separados por el baño de ceniza, y que se hacen caer con formones.

175. Los moldes de las culatas se extraen dando fuego á las hornillas sobre que se han formado: y para que se caldeen suficientemente se cubren con unas caxas ó tambores de hoja de lata, hierro, ó cobre, con lo que se consigue, que penetrando el calor los barros liquíde la manteca, y así se pueden levantar perpendicularmente los moldes, separandose de los modelos, que restan unidos á las barras de hierro, menos el del cascabél, que se saca con un formón.

176. Se han expuesto sucintamente las operaciones que se practican en un taller de moldería: nuestra intencion ha sido dár una idéa de ellas, respecto á que sin práctica no se puede adquirir una

completa inteligencia de estas materias: para que sea mas fundada daremos algunas nociones de la naturaleza de las argillas, por ser éstas el principal material de los moldes.

177. Las diferentes tierras, y aun piedras que conocemos, se dividen generalmente en vitrificables, y calcinables: entre estas hay algunas, que jamás adquieren enteramente, con ningun grado de fuego, todas las propiedades de la cal, y por esta razon las distinguen los Chímicos con el nombre de *refractarias*. Las propiedades características de estas dos especies de tierra, ó piedra son: la de la vitrificable, fundirse, mas ó menos, á un fuerte grado de fuego formando una especie de vidrio; y la de la calcinable, reducirse á cal, tambien por la accion del fuego, sin liquidarse por mas violento que sea. Igualmente se distinguen éstas, y con mayor facilidad, en que la calcinable hace ebullicion con los ácidos; mientras que la vitrificable no hace movimiento sensible. La argilla es una de estas tierras vitrificables: su color es blanco, amarillo, obscuro, roxo, azulado, y aun verdoso, es pesada tenáz, compacta, y viscosa al tacto como el xabon: sus partes son muy finas, é intimamente ligadas unas á otras: se ablanda con el agua: y tiene la propiedad de tomar cuer-

po y endurecerse considerablemente al fuego.

178. Se cuentan muchas especies de argillas, que no se diferencian esencialmente entre sí, y solo varían por su color, que puede tener un número infinito de mutaciones, por las varias sustancias con que pueden estar envueltas: las argillas de colores contienen todas una cierta porcion de hierro, que las hace poner roxas, si no lo son, con la accion del fuego. Quanto mas blanca sea la argilla tanto mas pura y exenta de partes heterogéneas estará, y se podrán notar mejor sus propiedades características. Las qualidades exteriores por quienes se puede reconocer la argilla son: su tenacidad, que es causa de que tome cuerpo con sola el agua: su viscosidad, que la hace parecer como xabonosa y grasa al tacto: lo fino de sus partículas que hace se pegue á la lengua, y que algunas veces produzca en la boca un efecto semejante al de la manteca. Mas el carácter distintivo de la argilla, que está pura, es endurecerse al fuego hasta formar un cuerpo compacto y sólido, de quien el acero puede sacar chispas como de un pedernal.

179. Las tierras alcalinas, y calcinables, como la que conocemos por tierra caliza, ó blanca, mezcladas con la argilla entran muy facilmente en fusion;

aunque no se puede fundir ninguna de ellas separadamente. Es verdad que la argilla, que tiene color, entra en parte en fusion; pero esto depende de las partículas ferruginosas de que está impregnada, ó de la mezcla de otras tierras vitrificables. Así la argilla pura no se puede contar con propiedad entre las tierras de esta especie; respecto á que el fuego mas violento solo la endurece sin fundirla en ninguna manera: por cuya razon los barros hechos de ella, ni son los mas compactos, ni los mas duros, aunque sí los mas proporcionados para resistir el fuego mas activo. Por consiguiente se deben hacer de ella los moldes y crisoles para contener líquidos, que no sean muy penetrantes, como los metales. La argilla que no es tan pura, puesta al fuego, toma una dureza comparable á la del pedernal, y una tan gran densidad, que parecen tersas y brillantes sus fracturas, como sucede á la porcelana buena. Estas argillas resisten sin embargo al mayor grado de fuego, y deben dichas propiedades á los fundentes de que están impregnadas, (como arena, tierra caliza, y tierra ferruginosa), solo en proporcionada cantidad para no procurar una fusion completa á la argilla, y sí una inicial. De esta argilla se deben hacer los crisoles que han de contener sustancias, que líquidas

son muy penetrantes , como el nitro. Los crisoles hechos de esta argilla serían los mejores que se pudieran desear , á no tener la contra de que siendo poco porosos , y muy compactos , no pueden resistir sin saltarse las alternativas de frio y calor : así es necesario hacerlos pasar de un estado á otro por grados insensibles. En fin , la ultima y tercera especie de argilla , es la que está cargada abundantemente de fundentes , y así se liquida con facilidad ; por esta razon los barroes hechos de ella se cuecen muy poco , y de consiguiente son tan porosos que ni agua pueden contener á menos de vidriarlos , y tales son los de nuestras barrerías ordinarias.

180. De las anteriores nociones se infiere : que de sola argilla se pueden hacer todos los moldes , y hornos necesarios para la liquidacion de los metales ; y tambien los métodos de conocerla y apreciar su calidad , segun el fin á que se destine.

181. Además de este conocimiento de las tierras ó barroes que hemos dado , parece deberiamos entrar en el de las mezclas que se hacen con ellos para formar los moldes ; en las exáctas dimensiones de aquellos , para que estos saliesen despues de secos , de una justa proporcion ; y en la descripcion de todos los instrumentos , y útiles que se pueden emplear.

para hacer con la mayor sencillez , y perfeccion los moldes. Sobre el primer punto nos referimos á las noticias dadas , y á las que expondremos concierne al método de precaver las piezas fundidas de escarabajos. Sobre el segundo , solo podemos añadir , que es preciso consultar por experiencias la naturaleza de las argillas , que se usen para hacer los moldes , y observar si hecho el modelo con las mismas dimensiones , que el cañon que representa , sale el molde despues de seco con iguales dimensiones , ó si el enxugo es causa de que se aumenten , ó disminuyan considerablemente : esto segundo sucedería de positivo , si los barroes del molde hicieran un mismo cuerpo con los del modelo ; pero como están separados por el sebo , y disecandose en la fosa aún mas , despues de extraídos los barroes del modelo , es regular que aumenten su capacidad , estrechándose la superficie exterior , y ensanchándose la interior : por lo que si esto se verificase notablemente , sería preciso disminuir las dimensiones del modelo , para evitar que fuese necesaria mucha mayor cantidad de metal para llenar los moldes , que despues se habria de quitar al torno. (Esta precaucion sería indispensable si la fundicion no fuese en sólido). Mas por el contrario , si los barroes del mol-

de estrechan su cavidad por disecarse demasiado el modelo, y hacer un cuerpo con él, será necesario aumentar las dimensiones de éste, apartando la taraja, ó plantilla, y haciendo sus molduras algo crecidas, para que la pieza no salga falta de metales.

182. Finalmente la experiencia y práctica de un Oficial empleado en las fundiciones le sugerirán los instrumentos, útiles, y maniobras mas conducentes para la perfeccion de los moldes: cuyo por menor sería muy difuso; y además, nunca podríamos dár reglas exâctas, así por falta de experiencias; como por deberse variar los procedimientos segun los medios que se tengan.

Numero III.

De los hornos de fundicion, y fábrica de las piezas de Artillería.

183. **S**I se hubiesen de exponer y describir todos los hornos inventados y aun usados en la fusion de los metales, con toda la extension y prolixidad necesarias para su completa inteligencia, resultaría este Número difuso y complicado. Parece que una teoría general de ellos podría ser suficiente

para dár competentes luces á esta materia ; mas la construccion de los muchos hornos de fundicion que existen , no se ha perfeccionado aún en el grado que es necesario para deducir principios fixos, sobre quienes se pueda establecer solidamente dicha teoría. Así, quando no se quiera hacerla sistemática, es menester limitarla á muy pocas reglas , que son como otras tantas consequencias de las construcciones efectivas de los hornos , las quales vamos desde luego á exponer : despues se dará una sucinta idéa de nuestros hornos actuales : y en fin , se explicará el modo de cargarlos , fundir los bronce , y llenar los moldes , dando todas las noticias pertenecientes á esta operacion.

184. 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 accion. En él se deben distinguir diferentes partes , ó divisiones , que tienen distintos usos y nombres : la parte inferior destinada á recibir las cenizas , y dár comunicacion al ayre , se llama *cenicero* : éste se termina por arriba en unas parrillas ó reja de hierro, cuyo uso es sostener el carbon ó leña que se enciende en ella ; y esta parte se nombra *hogár* , que sue-

le estár terminado por la parte superior en otras parillas, en quienes se sitúan los vasos, ó cuerpos en que se hacen las operaciones por la accion del fuego: así, el espacio comprehendido 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 *chimenéa*, destinada á dár paso al ayre, y salida al humo.

185. Los hornos tienen varias puertas, y respiraderos: la del cenicero, cuyo uso principal es dár paso al ayre, sirve tambien para extraer 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 sustancias sobre que haya de obrar el fuego, la qual se conoce mas particularmente por *puerta del horno*: otra en la parte superior de la *chimenéa* para dár salida, como se ha dicho, al humo y demás vapores. Tambien hay otras puertas mas pequeñas llamadas *registros*, destinadas á observar lo que ocurra en el horno, y á dár paso al ayre por los diferentes parages donde estén situadas, las que pudiendose cerrar facilmente, sirven asimismo para aumentar, ó dis-

minuir 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 exáctamente.

186. A fin de formar una idéa 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 física , demostrados por la experiencia.

187. En primer lugar : se sabe que las materias combustibles no pueden quemarse y consumirse si no tienen una libre comunicacion con el ayre : de modo , que si se las priva esta comunicacion , aun estando ardiendo con la mayor actividad , se apagan subitamente : por la misma causa , renovado freqüentemente el ayre facilita infinito la quema de ellas ; y un torrente de ayre dirigido á pasar impetuosamente por medio de materias encendidas , dá al fuego que resulta , la mayor actividad que puede tener.

188. En segundo lugar : es cierto que el ayre que toca , ó está próximo á materias encendidas , se calienta , rareface , y pone mas leve que el ayre que

lo rodéa, y que dista mas del centro del calor: que de consiguiente, este ayre caliente y mas leve está precisamente obligado á subir y elevarse para dár lugar al que está menos caliente y leve, que solicita, por su peso, y elasticidad ocupar el espacio que le dexa 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 ayre, cuya direccion será de baxo arriba; de suerte, que si se presenta en la abertura inferior algunos cuerpos leves, serán llevados por el ayre 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.

189. En tercer lugar: está demostrado en la Hidráulica, que la velocidad de un fluído, determinado á correr en qualquiera direccion, es tanto mayor, quanto mas estrecho sea el espacio en que esté oprimido; y que de consiguiente se aumenta su velocidad haciendolo pasar de una canal ancha, á otra mas estrecha.

190. Supuestos estos principios, será facil aplicarlos á la construccion de los hornos, y se deducirá:
1º que situado el fuego en el hogar de un horno abier-

to por todas partes , arderá á corta diferencia , como si estuviese al ayre libre. El fuego tiene en este caso con el ayre que lo rodéa una comunicacion , que permite á este ayre renovarse , y entretenerle suficientemente para facilitar la entera destruccion de las materias inflamables que le sirven de alimento ; pero no estando determinado el ayre á pasar con rapidéz por medio del fuego , así dispuesto , no aumenta su actividad , y lo dexa arder tranquilamente.

191. 2º Que si se cierra exáctamente el cenicero , ó la chimenéa de un horno en que se haya encendido fuego , entonces la comunicacion del ayre con el fuego no será libre ; pues si es el cenicero quien se cierra , se impide la libre introduccion del ayre ; y si la chimenéa , se quita la salida al ayre que el fuego ha rarefacto : 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.

192. 3º Que si se cierran totalmente todas las aberturas del horno , se apagará el fuego muy pronto.

193. 4º Que si no se cierran mas que las aberturas laterales del hogar , y quedan abiertas las puertas del cenicero y de la chimenéa ; entrando enton-

ces el ayre por el cenicero estará precisamente forzado á salir por la parte superior : así se formará una corriente de ayre , que atravesará el fuego , y lo hará arder con vigor y actividad.

194. 5º Que si el cenicero y la chimenea tienen una cierta longitud , y forman canales cilindricas ó prismáticas , estará entonces obligado el ayre á seguir su direccion un espacio mas largo ; y su curso estará mas marcado ó determinado : de consiguiente el fuego será mas vivo.

195. 6º En fin , si el cenicero , y la parte superior del horno , en lugar de formar canales prismáticas , ó cilindricas , las forman piramidales , ó cónicas , y están contruidos de modo , que la basa truncada del cono ó pirámide del cenicero corresponda al hogar , y sea igual ó mayor , que la basa de la canal del cuerpo del horno : entonces el curso del ayre , que está precisado á pasar de un espacio mayor á otro menor , debe acelerarse considerablemente , y dár al fuego la mayor actividad que puede proporcionarsele por la disposicion del horno. Mas se debe tener presente , que si la puerta de la chimenea es pequeña respecto á su basa , y magnitud del horno , se ahogará el fuego lejos de avivarse.

196. Las materias mas propias para la construccion de los hornos , son ladrillos hechos de argilla bien batida , y mezclada con cierta parte de arena, segun lo mas ó menos puro de la argilla , y unidos con igual masa ó barro de que se fabricaron : tambien se puede hacer esta mezcla de argilla y pizarra. En lugar de los expresados ladrillos , será conveniente emplear, con particularidad en los hornos muy grandes , piedra que resista la accion del fuego ; es decir , que sea refractaria , propiedad que se halla en la conocida por esta razon , baxo el nombre de *piedra de fuego* , que es la que mas comunmente se llama de amolar. Los hornos pequeños se suelen hacer de hierro , dexando sus paredes interiores erizadas de puntas para que puedan retener una capa de argilla , con que se cubren , para defenderlas de la accion inmediata del fuego.

197. Los hornos en que el juego del ayre , proporcionado por la disposicion de ellos en la forma que hemos expuesto , es quien mantiene y aviva el fuego , son los que comunmente se llaman de *reverbero* , y se podrian nombrar con mas propiedad de ayre; y tales son los usados en nuestras fundiciones de bronce para la liquidacion de los metales. Tambien podrian ser estos hornos de otra construccion muy di-

ferente, manteniendose y avivandose en ellos el fuego con fuelles ó barquines; pero la experiencia ha manifestado ser mas cómodos los de reverbero, por cuya razon hemos expuesto los principios que son mas particulares de su construccion: veanse otros comunes á todos.

198. Quando se haya de elegir una determinada especie de horno debe ser con atencion á que pueda producir los efectos que se apetecen: 1º con el menor gasto posible: 2º en otro tanto tiempo como se quiera emplear: 3º con toda la igualdad que se desee, y del modo que se pueda gobernar mas facilmente; es decir, con menos molestia del Artista.

199. La primera condicion exige que la construccion del horno sea tal, que todo el calor esté dirigido al cuerpo que se ha de mudar ó alterar: ventaja que se obtendría sin considerable gasto, construyendo el horno de una materia muy sólida, y dando á la superficie interior una configuracion adecuada para que determíne, y dirija donde convenga las fuézas que reciba del alimento del fuego. La figura mas proporcionada para este efecto es la eliptica, con particularidad si se consigue dár á la superficie una cierta igualdad, nece-

saria para que el fuego reflecte de ella á los focos.

200. La segunda condicion se obtendrá: quando la materia combustible, bien escogida, se consume lo mas lentamente que sea compatible con dár, 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.

201. 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 Chímia demuestra, que un cierto y fixo grado de fuego produce un determinado efecto sobre cada cuerpo; y que quando 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 sirviendose 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 sustancia. Así para no incurrir en errores tan perjudiciales , debe un Artista 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 hay 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 ayre necesario al hogar , y saber apreciar la fuerza con que entra , sea que esté dirigido por la construccion del horno , ó por fuelles ; y enfín , que sepa examinar los diferentes estados de la atmósfera como la pesadéz , ligereza , humedad , sequedad , frialdad , y calor del ayre : porque quando el barometro anuncia que la pesadéz es considerable , y al mismo tiempo hay una notable sequedad , y un frio vivo comprime y pone rígidos todos los cuerpos , se puede esperar que el fuego será demasiado activo. 5.º Ultimamente , la salida que es necesario dár al fuego

que se quiera alumbrar en el hogar. Yá 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 están determinadas hácia el punto donde se quiere hagan su efecto.

202. Hemos indicado, de un modo vago, las circunstancias generales de los hornos, que tienen sus aplicaciones, y escepciones 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.

203 La situacion de los hornos de fundicion, debe ser, quando no lo impidan particulares circunstancias, en la proximidad de un rio ó canal, para que el agua dé movimiento á los fuelles y demás máquinas. Asimismo, debe estar inmediata á montes ó bosques, de quienes se pueda obtener á poca costa el carbon y leña que se necesiten para el consumo de la fundicion. Tambien se procurarán situar los hornos en parages secos, ó apartar la humedad de ellos por medio de bovedas llenas de polvo de carbon, ó por conductos, que dando circulacion al ayre, no dexen penetrar la humedad:

porque esta perjudica la fundicion , y quanto mayor sea el calor del horno tanto mas la atrae del terro sobre que está fabricado.

204. Aunque de los principios expuestos se puede inferir qual será la construccion de los hornos de fundicion , y que en el Tomo de Laminas se darán las correspondientes para su completa inteligencia , daremos una sucinta descripcion de sus principales partes , para que desde luego se pueda formar idéa de ellos.

205. El laboratorio del horno , ó cavidad donde se ponen y funden los metales , llamada *caldera*, está bastante elevada del pavimento , lo que ocasiona las ventajas : 1.^a de que los moldes se sitúen y acomoden en la fosa con menos trabajo , estando el fondo de ella poco mas baxo que el nivel del piso, para que colocados en ella verticalmente , vengan á tener las bocas de sus mazarotas , ó bebederos mas baxas que la tobera , ó canal por donde sale el metal yá fundido para llenarlos. 2.^a Que la caldera venga á estar distante del terreno , y precavienda de su humedad , por medio de la boveda sobre que se eleva , y de canales ó respiraderos situados sobre ella para dár comunicacion al ayre. 3.^a Dár lugar para que el cenicero , y el hogar ten-

gan las alturas correspondientes , sin internarse el primero mucho en el terreno.

206. El cenicero , que es la parte mas baxa del horno , está situado detrás de la caldera á la parte opuesta de la tobera , y es un hueco quadrangular prismático , que tiene á sus costados dos puertas en que se terminan dos bovedas llamadas *ventosas* ; (porque por ellas se dá al cenicero mas ó menos ayre segun convenga). Por su parte superior, en que yá empieza á tomar una figura piramidal , se termina con unas fuertes barras de hierro , que forman las parrillas del hogár : este continúa elevándose en figura piramidál hasta la altura de la boveda de la caldera , y despues se inclina , y dá un retorno para terminarse en ella , y siempre en disminucion : este retorno se llama *altar ó meseta del horno*. En la parte superior del retorno , y mas distante de la caldera , hay una canal estrecha y quadrangular terminada en el segundo cuerpo del horno , y cerrada con una plancha de hierro , que por medio de una palanca se abre y cierra con facilidad , para echar por ella rajas de leña , que cayendo sobre las parrillas mantengan el fuego.

207. La caldera es circular , y un poco inclinada hácia la tobera , para que los metales corran

hacia ella : por arriba está cubierta de una boveda elíptica : en los costados tiene dos puertas , por quienes se introducen los metales para liquidarlos, y que se cierran en todo , ó en parte con fuertes puertas de hierro : á los lados de las puertas , y á la misma altura, hay seis registros ó respiraderos que ván á terminarse al segundo cuerpo , en el que con planchas de hierro se pueden cerrar en parte , para gobernar el fuego : en fin por la parte anterior , y en lo mas baxo de ella está la tobera en forma de cono truncado , con la basa mayor hácia dentro.

208. En el segundo cuerpo del horno nada hay de particular , sinó estar en él , como dexamos dicho , la boca de la canal por donde se echa la leña, y las de los registros por donde sale el humo , de consiguiente está cubierto de la chimenea del horno.

209. El fuego alumbrado en el hogar, y agitado por el ayre que entra por las bovedas ventosas en el cenicero , vá á dár por el altar en la caldera , y la figura de su boveda lo dirige á los metales , que están en el fondo , al qual tiene , además , precision de retroceder para poder salir por los registros. Para la mayor actividad del fuego contribuye que la canal que forma el hogar sea piramidál , como antes se ha expuesto : tal es el arte con que están

construidos nuestros hornos de fundicion : veamos ahora cómo se funden en ellos las piezas de Artillería.

210. Para esto se cargan , por Real Orden , de torales que se compongan de cobre de roseta , ali- gado con un once por ciento de estaño , segun se dixo en el Numero I.º Mas como sea preciso apro- vechar los muchos broncees que quedan de desper- dicio en una fundicion , y al mismo tiempo re- ducir los broncees á torales grandes , pues de lo con- trario no cabrian en el horno todos los que se ne- cesitan para fundir las piezas de que es capáz : es ne- cesario formar en un horno mas pequeño , capáz de 160 quintales , otros nuevos torales compuestos de 4 partes de los torales pequeños , afinados y ali- gados en la copela , y de tres partes de bebederos , canales , y virutas. Además de estos torales gran- des , se ponen en el horno en que se han de fundir las piezas , mazarotas de ellas , y torales hechos en copela de cobre de México de Lima : la proporcion , y de estos quatro broncees debe ser : por cada 10 par- tes del bronce procedente de este horno de prepa- racion , 8 partes del de mazarotas , 5 del de tora- les de copela de cobre de México , y 3 del de Lima: de modo , que necesitandose para fundir 4 piezas de

á 24, 530 quintales de bronce, contando las mermas, se cargará el horno con $203\frac{1}{3}$ quintales de torales hechos de otros torales de copela, y de desperdicios de otra fundicion, $163\frac{1}{3}$ quintales de mazarotas, $101\frac{1}{3}$ quintales de torales de copela de cobre de México, y $61\frac{2}{3}$ de torales de cobre de Lima.

211. Para cargar el horno se tapaná su tobera, introduciendo por la parte interior un cilindro de hierro batido que ocupe todo el largo de la parte estrecha de su canal, menos dos pulgadas, que se llenarán del barro de que se hacen los moldes, y sobre él, en el quadrado ó rebaxo, se ajustará y recibirá con el mismo barro un ladrillo. Cerrada la tobera, se cargará el horno por sus puertas valiendose de un cabriolé pequeño y de tablas: debaxo se pondrán las mazarotas, y torales grandes, y encima los pequeños, todos á lo largo entre el altar y la tobera, para que el fuego que entra en esta direccion los bañe y funda mejor.

212. Antes de fundir los metales se dispondrán los moldes en la fosa para recibirlos: á este fin, situados verticalmente como se dixo en el Numero IIº, se cubren por su parte superior con unas barras de hierro, y ladrillos, dexando solo una abertura de

tres pulgadas para introducir por ella rajas de pino: tambien se cubren los muñones con ladrillos y barro ordinario , y en este estado se dēsecan manteniendo fuego dentro de ellos con dichas rajas , hasta que estén quasi albos ; pero observando que nunca llegue á ser el fuego tan vivo que pueda vitrificarlos. Quando están bien recocidos se dexa de darles fuego , y se cubre el orificio por donde se introducian las rajas con un ladrillo recibido con barro , para que el calor se reconcentre bien , á cuyo fin se dexan así los moldes de 12 á 16 horas.

213. Pasado este tiempo , se descubren , y se les dá por todo su interior , con una brocha , un baño de lexía ó masa muy rala de agua y cenizas desaladas , y se procura disipar inmediatamente la humedad que reciban encendiendo dentro de ellos algunas pajas de centeno. Al mismo tiempo que se recuecen los moldes de los cuerpos de las piezas , se executa la misma operacion con los de sus respectivas culatas : con la diferencia , que saliendo yá estos suficientemente secos de la hornilla en que se forman , basta poner fuego al rededor de ellos para que disipe la humedad que hayan adquirido al tiempo de cerrar las grietas , y lavar sus superficies.

214. Como es muy regular que con la accion

del fuego se abran algunas grietas en los moldes , se deberán reconocer con exâctitud despues de recocidos , para tapar las que se encuentren con un betun hecho del barró fino llamado pótea , y de claras de huevo. Este mismo betun se usará para cerrar las uniones del molde del cuerpo de la pieza con los de la culata y mazarota.

215. Colocados los moldes de las culatas en sus canastones de bronce , como se dixo en el Numero II^o , se les dá una capa de cenizas , como á los de los cuerpos de las piezas , se tapan sus grietas , y se enxugan con pajas de centeno : hecho esto , se introducen en la fosa , y se ván á situar debaxo de sus respectivos moldes de los cuerpos de las piezas , que á este fin se elevan verticalmente por medio de un cabriolé , y se unen á ellos con el expresado betun , y por los herrages , trabando las barras con alambres , como yá se dixo. El canaston se elevará ó baxará de modo , que armado el molde con su mazarota , venga esta á quedar algo mas baxa que el cañon de la tobera del horno.

216. Si la pieza se ha de fundir con grano de cobre puro , se colocará éste en el lugar que debe ocupar , rasante á la culata , asegurandolo fuertemente al molde con un pasador y algunas cuñas pequeñas

de hierro , y revistiendo su parte exterior con hiesó comun.

217. Situados y preparados así los moldes en la fosa , se empieza á llenar esta de tierra , por lechos de un pie , que se oprimen fuertemente con pisones de hierro , que se caldean antes : los que apisonen las tierras contra los moldes deben ser Artesanos prácticos é inteligentes , para que no los maltraten. Antes que llegue la tierra á los muñones se taparán estos con unos platos de barro comun bien recocidos , y hechos á este fin , fortaleciendo sus uniones con algunas barras de hierro , y alambres , y revocando las juntas con hiesó.

218. Quando las tierras lleguen cerca de las bocas de los moldes de las piezas , se unirán los de las mazarotas , trabandolos entre sí con alambres, que unan las barras de los herrages : las uniones se revocan con hiesó comun , y se prosigue llenando la fosa , hasta que la tierra esté cerca de la altura de los recipientes de los moldes , en cuya disposicion queda todo dispuesto para formar la canal.

219. Los moldes se colocan en la fosa dos á dos, frente de la tobera : de modo , que sus recipientes estén distantes el ancho de la canal : esta se construye de ladrillos , revocados con barro comun,

y tiene de abertura 6 ó 7 pulgadas de ancho , y 9 ó 10 de alto : despues de los dos primeros moldes , hay una compuerta en dicha canal , que sirve para contener el metal hasta que estén quasi llenos dichos dos moldes ; en cuyo caso se levanta y corre el metal á llenar solamente un tercer molde , por salir yá con menos velocidad : á este efecto hay una segunda compuerta , que levantada al fin dexa correr el metal á llenar el quarto , y ultimo , suponiendo que los moldes son de piezas de á 24 : pues si fuesen de otras menores , deberán ser en mas número , y tener la canal mas compuertas : todas ellas se revocan con barro , para que no dexen el menor paso al metal.

220. Antes de hacer la canal , se cubrirán las bocas de los moldes con lienzos y sombreros de madera , y se pondrá en los recipientes de las mazaro-tas un poco de estopa, para impedir que se ensucien.

221. Se desecará la canal , poniendo dentro fuego de carbon de pino y por fuera de astillas de madera , y conservandolo hasta que se vaya á destapar el horno ; no sea , que sintiendo el metal alguna humedad fulmine con perjuicio de los circunstantes.

222. Dispuestos así los moldes , y cargado el

horno , como se dixo , se echarán las compuertas de hierro , y cerrarán las puertas exteriores del horno antes de darle fuego , lo que se executa introduciendo por la abertura que cae sobre las parrillas algunas astillas encendidas : alumbrado el fuego , se mantiene con rajas de leña , que se echan mas ó menos pausadamente segun convenga ; pues se debe tener particular cuidado en no aumentarlo de modo que destruya al horno , ni dexarlo ser tan lento , que no funda los metales. La experiencia hace conocer con bastante exâctitud, por la llama que sale de los registros, quando se debe aumentar el fuego echando alguna raja de leña, para lo que unicamente se descubre la expresada abertura , cerrandola al instante.

223. La leña que se consume debe ser de pino nada resinoso , bien seco , y reducido á rajás de 3 ó 4 pies de largo , y 2 ó 3 pulgadas de quadratura para los hornos capaces de 600 ó 400 quintales; pero para los mas pequeños es necesario que sean menores , así para que el fuego que produzcan no sea demasiado vivo ; como para que puedan baxar hasta las parrillas , aun quando se atraviesen al caer, y pasar por el orificio , ó abertura por quien se introducen.

224. Aunque la leña de encina no sea absoluta-

mente necesaria para los hornos suele usarse respecto á haberse observado , que si á cada dos ó tres rajas de pino se introduce una de encina se funden ó liquidan mas brevemente los metales. Esta madera parece mas util para recocer los moldes de las culatas de los cañones , y demás piezas que se hacen en las hornillas de que se dió noticia en el Numero IIº así por ser su fuego mas activo , como por producir menos humo ; mas una y otra leña deben estar extremadamente secas , para que no produzcan mucho humo , el qual absorve la llama. Es de advertir que aunque en Barcelona se sigue la práctica de interpolar algunas rajas de encina con las de pino en la fundicion de los bronzes, no creemos estén bien comprobados los fundamentos sobre que se estableció esta práctica ; y mas en vista de no seguirse en Sevilla , en donde no por esto se tarda mas tiempo en liquidar los metales.

125. Nos parece que quando el metal principie á ponerse albo convendria aumentar el fuego, quanto fuese posible sin perjuicio del horno , para que se funda quanto antes , pues en aquel estado está mas expuesto á calcinarse, ó perder su flogisto, como se observó en el Numero Iº : y que en empezando á liquidarse , convendría echar en el horno tal-

gunos cascos de caballo hechos virutas, ó polvo de carbon, á fin de suministrar á los metales el flogisto que pierdan por la accion del fuego. Es verdad que esto lo suplen en algun modo las *berlingas*, que son unas ramas ó estacones de pino de 14 á 16 pies de largo, y 3 ó 4 pulgadas de grueso.

226. Quando el metal esté yá en parte fundido, se *berlinga* quasi continuamente: esta operacion se reduce á removerlo con los palos de que se acaba de dár noticia, á fin de que con este movimiento se líquide el que no lo esté, y se obtenga la soltura, y completa fluidéz de todo el metal, y su mejor union posible.

227. Quando está líquido el metal, aparecen en su superficie varias escorias, ó espumas, y pedazos de ladrillo, barro, y piedra, que se han desprendido del horno por la fuerza del fuego: por lo que para que el metal, (que en este estado se nombra baño), quede enteramente limpio, se extraen dichas partes heterogéneas, atrayendolas á las puertas del horno con los *rasadores*, que vienen á ser unas tablas de pino de algo mas de un pie de largo, 8 ú 9 pulgadas de ancho, y una y media de grueso, afirmadas á los extremos de las *berlingas*. Esta operacion no se executa hasta poco antes de soltar

el metal, quando está muy acalorado, y líquido.

228. Despues, ó al mismo tiempo, se pasa á quitar el fuego de la canal, barrerla, y soplarla con un fuelle de mano, para que quede enteramente limpia; en estandolo se tapan los bebederos de los moldes con unos hierros de la figura de una pera, con sus mangos curvos del mismo metal, y de una pulgada de grueso: cuyo uso es evitar que no éntre el baño en los moldes, hasta que esté llena la canal, y se extraigan las escorias, próximas á la tobera, que salen al abrirla; y tambien, dexar caer al principio el metal en poca cantidad, hasta que cubra los granos; (pues de lo contrario se rompen ó tuercen, y quedan mal situados): y así, es indispensable apartar con mucho tino los expresados tapones.

229. Quando estén quasi llenos los dos primeros moldes, se levanta la primera compuerta de la canal, lo que se executa enganandola un Operario por un orificio que tiene, y desencaxandola, y desprendiendola otro de los barro, por medio de una barra terminada en dos dientes, que forman esquadra con ella: del mismo modo se ván levantando las demás compuertas.

230. Para remediar las ocurrencias que suelen sobrevenir al tiempo de abrir la tobera, se tendrá á

mano una barra larga de hierro de 14 ó 16 líneas de diámetro, y un mallo ó mazo. Asimismo se tendrá prevenida una pala, y una azada, para si acaso sobrase metal, despues de llenos los moldes y la canal, hacer un hoyo en la fosa donde se deposite.

231. Para abrir la tobera, y dár salida al metal, se usa de una especie de ariete, llamado *botador*, que se compone de una barra de hierro de tres pulgadas de grueso terminada en una curva, en la que empieza á disminuir el grueso, hasta quedar de 14 líneas; su largo debe ser tal, que aplicado el extremo curvo, ó su cabeza al tapon de la tobera, sobresalga el otro extremo tres pies de la fosa: por esta parte se ensambla en un cilindro de madera de cinco pies de largo, y de un grueso proporcionado; al que se afirma con tres faxas ó aros de hierro. Esta barra se sitúa horizontalmente en direccion del tapon de la tobera, suspendiendola por medió de dos argollas en otras dos barretas separadas por la parte inferior, para que no se unan, con un atravesáño de hierro, y unidas por la superior al ultimo eslabon de una cadena, que vá á fixarse en una vigueta asegurada en las dos vigas que sostienen al 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 vá á enlazarse en la vigueta en puntos equidistantes del plano vertical que divide por medio la tobera. Por esta explicacion se verá, que la parte curva de esta barra debe estar construida de modo, que puesto el Fundidor en el otro extremo, y haciendola oscilar, introduzca con su golpe el tapon de la tobera en el horno, y pueda salir el metal.

232. Despues de escoriado, se vulve á berlingar para tomar conocimiento de su soltura: se reconoce si está aun cargado de algunas escorias, y si se aproxima á tener el color de cereza: en este caso se harán las diligencias expuestas, se calentarán los hierros con que se han de tapar los bebederos, y tambien el extremo curvo del botador, y se les dará un baño de cenizas, para que no se pegue el metal: hecho lo qual, volverá el Fundidor á tomar una berlinga, y á presencia de los Oficiales verá quando está el metal con la debida fluidéz, y de color de cereza: entonces subirá á la fosa y puesto sobre unas tablas abrirá la tobera: (guardandose en esta ocasion el mayor silencio, para que los Operarios puedan oir y estar prontos á executar sus órdenes): luego que esté abierta sale el metal con mucho ímpetu, y corre por la canal hasta la primera

compuerta; llena la canal, se levantan un poco los taponés de los dos primeros moldes, hasta que se conoce que el metal ha cubierto los granos, y entonces se levantan del todo. Despues de estar llenos todos los moldes, con el método antes explicado, se vuelven á echar las compuertas de la canal, para que el metal que contenga se divida en trozos; y se cierran las puertas del horno por tres dias, pasados los quales, aunque caliente, se podrá entrar en él para limpiarlo, y sacar el metal que haya quedado en su fondo, que se llama de *solerías*.

233. Suele acontecer que al destapar el horno yerra el golpe el Fundidor, y se tuerce el botador; en cuyo caso, no pudiendo servir para abrir el horno, es necesario recurrir al barrote de que dimos ya noticia, aplicandolo por un extremo al tapon de la tobera, y dando golpes con el mazo en el otro. Los que executen esta operacion deben ser inteligentes, y saberse situar para que no los abraze el metal, que sale con mucha violencia.

234. Luego que estén llenos los moldes se pondrá sobre ellos carbon, para que manteniendose fluido el metal que está en la superficie, pueda ir baxando á proporcion que enfriandose y consolidan-

dose el que ocupa el interior de los moldes se reduce á menor volúmen. En Barcelona se ha descubierto, con el motivo de remover la superficie del metal, (para acomodar una cruzeta de bronce, que se pone para cortar con mas facilidad la mazarota), que este movimiento atrae la considerable ventaja de que el metal baxa uniformemente por todas partes, y no solo por el céntrico como hacia antes de esta práctica, dexando en la superficie la figura de un cono inverso; y al mismo tiempo se ha notado, que no hay las venas tan grandes de estaño que antes se observaban, porque parece que este metal, nunca perfectamente mezclado con el cobre, y que se mantiene muy fluido con corto grado de fuego, era el que unicamente baxaba á ocupar los huecos que producía la reduccion del cobre al consolidarse.

235. Despues de haberse enfriado en parte el metal, se sacan las tierras que están entre los moldes, y asegurados éstos por una braga fuerte, se elevan con el cabriolé hasta ponerlos sobre el pavimento de la fundicion; y seguidamente se empiezan á quitar los herrages y barrós de los moldes, usando de tajaderas y mazos para los que están unidos y trabados con el metal; con cuya operacion quedará la

pieza preparada para cortarle la mazarota, barrenarla y tornearla.

236. Estas tres operaciones se executan actualmente con el acierto y exactitud apetecibles, por medio de la ingeniosa máquina que introduxo Maritz en nuestras fundiciones: la que puede ser de sangre, ó de agua: esta es preferible por su mayor sencillez; por ser menos costosa; y por moverse con mas igualdad, quando se sabe uniformar el movimiento de la rueda motriz. Su construccion se reduce á un robusto arbol colocado horizontalmente: en uno de sus extremos está una rueda hidráulica, y el otro se termina en un perno cilindrico, que se introduce en un barreno dado á la pieza por el cascabel en direccion de su exe. Quando la máquina es de sangre no puede ser tan simple, pues moviendo los caballos ó mulas un arbol vertical, es necesario que éste tenga en su parte inferior una rueda dentada que haga mover á otro arbol horizontal por medio de una linterna. En el Tomo de Laminas se hallarán los planos correspondientes á esta máquina: demos ahora noticia de su uso en las tres operaciones expresadas.

237. Las mazarotas se cortan mas breve y comodamente en la máquina de que se acaba de dar

noticia ; pero para no ocuparla en esta operacion, que no exíge ninguna delicadeza , se usa de otra máquina de la misma especie ; aunque mas pequeña y que puede moverse por hombres : en ella se suspende la pieza horizontalmente por medio de la cruzeta de metal , que diximos se acomoda sobre su mazarota , y del cilindro que tiene á continuacion del cascabél , y mientras se la hace dár revoluciones al rededor de su exe , se le aproxima por la union de la mazarota una fuerte cuchilla , que se mueve y comprime uniformemente contra el metal por medio de dos gatos , y así viene á cortar la mazarota.

238. Separada ésta , se conduce la pieza á donde se halla la máquina de barrenar y tornear , y se le corta el cilindro que tiene á continuacion del cascabél , cuyo uso se reducía á sostener la pieza mientras se cortaba la mazarota : se hallan los centros de los círculos extremos de la pieza ; esto es, el exe de ella , y por ellos se abren dos barrenos cilindricos de $1 \frac{1}{2}$ pulgadas de diametro , y de igual largo : por el de la muletilla que está en la culata, se introduce la cabeza cilindrica del arbol horizontal de la máquina , levantando á este fin la pieza con un cabriolé que está sobre ella ; y por el de la

boca el extremo de un barrote de dos pulgadas de quadratura que está fixo en la mesa de barrenar , y queda la pieza suspendida , del mismo modo que para cortarle la mazarota , como en un torno de mano : en cuya disposicion se hace en el frente de ella un rebaxo cilindrico con una cuchilla , (lo que se llama hacer el *collete*) , para que descansando por él sobre una luneta justa , dé el cañon sobre ella sus revoluciones , y quede la boca libre para que entre la barrena.

239. Colocada la pieza en esta disposicion ; esto es , sostenida en dicha luneta , y en la cabeza del arbol de la máquina , que la obliga á girar sobre su exe : se introduce la primer barrena , cuyo corte es obliquo y tiene dos pulgadas de grueso á lo mas: luego que haya terminado su barreno hasta el fondo de ánima , se ván introduciendo otras mas gruesas, y que corten tambien de lado : las dos últimas deben cortar solo de lado , y tener despues del corte un talon para bruñir el ánima.

240. Todas las barrenas deben ser de hierro de la mejor calidad, y tener sus cortes acerados , y mas ó menos fuertemente templados segun la calidad del metal. Se las obliga á penetrar por medio de un gato, que continuamente las impele hácia el cañon con la

mayor igualdad: y para que no se tuerzan ó inclinen, están sujetas á la mesa de tornear con repetidas planchas, ó abrazaderas de hierro.

241. Barrenadas las piezas se procede á torneirlas, usando de mesas adecuadas á este intento, y de varias cuchillas: la pieza se mantiene suspendida en la misma forma que para barrenarla; y el Operario que la tornéa ha de usar de buenos compases, y tener á la mano diseños ó plantillas exâctas, para que la pieza quede con las justas dimensiones que debe tener. Como en el segundo cuerpo de un cañon no se pueden tornear los muñones, asas, ni la parte del cuerpo del cañon de la zona en que están; y lo mismo suceda en los morteros, y mas en los de plancha, en quienes no se puede apenas tornear mas que el collete, (por impedir la plancha se aproxíme la mesa de tornear mas abaxo): se transportan todas las piezas despues de torneadas, en quanto se puede, al taller de gravadores, en donde situadas sobre bancos-mozos, se pule y arregla lo que no ha perfeccionado el torno, por medio de tajaderas y mazos: y finalmente el limador con cinceles, ó escarpas, y limas las dexa tersas é iguales por todas partes, y en disposicion de abrirlas el fogon.

242. Para executar lo se conducen las piezas al

lugar en que está el taladro , que se mueve por medio de un arco de ballesta , y se impele con un gato. Como los fogones son en unas piezas rasantes al fondo del ánima , y en otras mas ó menos obliquos , es necesario saber situar la pieza ó la máquina de modo que el taladro tenga la direccion que debe.

243. Despues de abiertos los fogones , se vuelven á situar las piezas sobre bancos-mozos , y el gravador abre en ellas , en su parte superior mas arriba del fogon , la cifra del nombre del Rey con algunos adornos : el dia , mes , y año de la fundicion de la pieza , y su número á continuacion, los grava sobre la faxa alta de la culata : el nombre con que se quiere distinguir la pieza en una faxa volante próxima al collarín: en el muñon derecho cincela el peso de la pieza en quintales y libras : y en el izquierdo la especie de metales de que está compuesta. Es de advertir que esta disposicion es moderna: antes se ponía el nombre de la pieza en una faxa volante situada en la caña ; y su número en el muñon izquierdo. Quando en una fundicion hay varias piezas de una misma especie y calibre concluidas , se pasa á reconocerlas y probarlas de lo que tratará el Numero siguiente.

Numero IV.

Del reconocimiento y pruebas de las piezas de Artillería.

244. **E**N las Reales Ordenanzas del año de de 1728, *Lib. 4.º tit. 8.º* se expresa el modo con que S. M. manda se reconozcan y aprueben las piezas de Artillería; mas como por haber otras Ordenanzas posteriores, no estén aquellas á mano de todos, insertamos aqui los Artículos del citado Título concernientes á nuestro objeto, que son desde el 10 hasta el 36 inclusivamente.

Articulo X.

245. „Conviniendo igualmente á nuestro Real „servicio declarar el orden, y precauciones con que „se ha de hacer en las fundiciones de España, la „prueba de los cañones, morteros, y pedreros de „Artillería de bronce, antes de admitirlos por buenos á nuestro Real servicio, el Oficial de Artillería á quien se cometiére este encargo, y el Contralor de la fundicion, deberán observar la Instrukcion siguiente.

XI.

246. „Se eligirá un parage apropiado para estas

„pruebas , lo mas cerca que se halláre de la fundi-
„cion , donde se conducirán las piezas á costa del
„Fundidor.

XII.

247. „Este parage estará terminado por un es-
„paldon de tierra de diez y ocho pies de alto , otros
„tantos de grueso , y de hasta treinta de largo , poco
„mas ó menos , segun pareciere necesario , para re-
„cibir las balas de los tiros , á fin de que no se pier-
„dan , ni hagan algun daño en el campo.

XIII.

248. „Este Oficial , y Contralor se hallarán
„perfectamente enterados de las proporciones que
„hemos mandado observar en todas las fábricas de
„nuestra Artillería de bronce , explicadas con los
„respectivos diseños de cada pieza , de que ha de
„existir una copia firmada del Capitan General , ó
„Director General de la Artillería en el Oficio del
„Contralor de la fundicion.

XIV.

249. „Se reconocerá exteriormente cada pieza
„que se presentáre á la prueba , exâminando su ca-
„libre , el grueso de los metales en sus diferentes
„refuerzos , por medio del compás de puntas cur-
„vas , su longitud , orlas , escudos de armas , ins-

„cripciones, y adornos ; y hallandolo todo justifica-
 „damente conforme á los diseños , reparará todavia
 „si en todo lo exterior de la pieza se descubre algu-
 „na grieta , abertura , golpe de martillo , ó otra
 „señal de haberse procurado encubrir alguna im-
 „perfeccion.

XV.

250. „Despues se pasará á reconocerla interior-
 „mente , por medio de una candelilla encendida,
 „puesta en la punta de una asta , ó caña ; se exâ-
 „minará con visuales tiradas al rededor del alma,
 „si está derecha , ó torcida , ó tiene algunas conca-
 „vidades , grietas , ó aberturas ; si el calibre está
 „perfectamente igual , y justificado por toda la lon-
 „gitud del alma ; y si los fogones se hallan taladra-
 „dos perpendicularmente por el raso de los metales
 „del centro interior de la culata : en un dia de sol
 „claro se podrá servir tambien el Oficial de la Artille-
 „ría , para hacer este reconocimiento , de un espejo,
 „con que introduciendo el reflejo del sol en el alma
 „de la pieza , la distinguirá aun mejor que con la
 „candelilla , mayormente en las piezas pequeñas,
 „donde el humo la ofusca , y la apaga.

XVI.

251. „Si en estos dos reconocimientos no se en-

„contráre ninguno de estos defectos , y se halláre la
 „pieza interior , y exteriormente , conforme á su di-
 „seño , y proporciones , se pasará á la prueba si-
 „guiente.

XVII.

252. „Para las de 24 , 18 , 16 y 12 se pondrá
 „la pieza en tierra , apoyada su culata á un paredon,
 „ó parte firme , que no ceda al reculo , y por la me-
 „dianía reposará sobre un madero entallado , de suer-
 „te que quéde firme , y á elevacion de dos ó tres gra-
 „dos , apuntada al espaldon que queda dicho.

XVIII.

253. „Se cargará , y tirará tres veces ; la prime-
 „ra , con dos tercios de pólvora del peso de su bala ,
 „bien atacada , y con una bala de su calibre corres-
 „pondiente ; la segunda , con tres cuartos de pólvora
 „del peso de su bala y con una bala de su calibre ; la
 „tercera , con todo el peso de pólvora de su bala , y
 „con una bala de su calibre.

XIX.

254. „Para la de 8 , 6 y 4 se cargarán los tres
 „tiros igualmente , cada uno con todo el peso de
 „pólvora de su bala , y con una bala de su calibre.

XX.

255. „Atacaránse las piezas á toda satisfaccion

„del Oficial , quien se servirá de la mejor y mas re-
 „ciente pólvora de Guerra que se halláre en los Al-
 „macenes Reales , sin emplear por ningun caso la
 „que estuviere humeda, ó dañada de otro accidente.

XXI.

256. „A cada tiro se tendrán dos Artilleros
 „prevenidos , para que inmediatamente despues de
 „él acuda uno á tapar el fogon de la pieza, y otro su
 „boca con un taco bien ajustado ; y estando en esta
 „disposicion , se observará atentamente si sale ó tras-
 „pira el humo por alguna parte de la pieza , antes
 „de volver á cargarla.

XXII.

257. „En caso que no resulte ningun defecto
 „de esta prueba, se pasará á la segunda de agua, como
 „se sigue.

XXIII.

258. „Se cerrará perfectamente el fogon de la
 „pieza con cera , y levantandola lo conveniente so-
 „bre la culata , se llenará su alma de agua , y con
 „una lanada de su justo calibre , se irá apretando el
 „agua , al modo de geringa ; lo que hará , que si
 „hubiere la menor hendedura , ó defecto penetrante,
 „transpirará por el agua , y se manifestará infalible-
 „mente por este medio , en cuya observancia pon-

„drá el Oficial todo conato y exâctitud , disponien-
 „do que la pieza esté enxuta , y seca por de fuera,
 „para poder distinguir mejor el efecto de esta prueba.

XXIV.

259. „No reconociendose en la pieza defecto no-
 „table, por medio de estas pruebas, se montará sobre
 „su afuste , y se volverá á reconocer su alma por
 „medio de la candelilla , ó espejo , para exâminar si
 „con el estremecimiento de los tiros se levan-
 „taron algunas hojas , ó se descubren algunas con-
 „cavidades ó grietas , que pudieron estar cubiertas
 „y llenas de alguna materia estraña , para cuyo
 „fin se servirá ultimamente el Oficial , por su mano,
 „del instrumento llamado el *gato* , que consta de dos
 „ó tres garfios de azero , inventado en Francia para
 „este efecto ; con prevencion , de que no se dará
 „la comision de ninguna prueba de piezas de Artille-
 „ría á ningun Oficial que no esté diestramente ex-
 „perto en la construccion y uso de este instrumento.

XXV.

260. „Hechas las diligencias , y observaciones
 „referidas , en caso que la pieza tenga algun defec-
 „to capital de los aqui expresados , será desechada,
 „y inmediatamente hará el Oficial romperle los del-
 „fines ó asas ; y en caso de no tener ninguno será

„admitida y pesada , con asistencia del Oficial , y
„Contralor , y hecho cargo de ella al Guarda-al-
„macén , por cuenta de nuestra Real Hacienda : de
„todo lo qual han de dár todos tres certificacion y
„recibo al Fundidor , que han de ser instrumentos
„bastantes para la justificacion de su cuenta y obli-
„gacion.

XXVI.

261. „Para las pruebas de morteros y pedreros,
„se reconocerán sus proporciones , y refuerzos inte-
„rior y exteriormente , al respecto del modo que
„queda prevenido en el reconocimiento de cañones,
„á fin de exâminar si están en todo conformes á sus
„diseños y explicacion , que para su fundicion he-
„mos mandado arreglar , de que tambien ha de pa-
„rar y exîstir copia autorizada en la misma forma
„en el Oficio del Contralor.

XXVII.

262. „Se exâminará si hay algun defecto , ras-
„cando el mortero por dentro y por de fuera , con
„un clavo , ó gancho acerado ; y en caso que no se
„encuentren concavidades , grietas , ó otros defec-
„tos capitales , se pasará á la prueba.

XXVIII.

263. „Se elegirá un terreno duro y firme , que

„no ceda á la violencia del tiro , ó se formará
 „una plataforma muy sólida de tablones , ó made-
 „ros de cinco ó seis pulgadas de grueso , se montará
 „el mortero sobre un afuste de fierro colado ; y
 „donde no le hubiere , ni conveniencia de tablones
 „para la plataforma , bastará hacer un hoyo en el
 „terreno duro , para enterrar en él el mortero hasta
 „la cazoleta del fogon ; y para mayor resistencia se
 „pondrán debaxo de los muñones dos maderos en-
 „tallados en forma de pinas.

XXIX.

264. „Todo genero de morteros , y pedreros se
 „cargará con la cantidad de pólvora , que pudiere
 „entrar en su cámara, con un tepe ó terron encima,
 „bien atacado y batido : sobre él se pondrá la bom-
 „ba correspondiente al calibre de cada mortero,
 „ajustandola de modo , que quede bien derecha , y
 „igualmente distante por todas partes del alma del
 „mortero , para poder llenar todos los huecos con
 „tierra cernida, y calzada entre el mortero y la bom-
 „ba , con un cuchillo de palo , hasta llegar á las
 „asas de la bomba , la qual estará tambien por aden-
 „tro llena de tierra , en lugar de polvora.

XXX.

265. „Se apuntará el mortero á 45 grados de

„elevacion , poco mas ó menos , porque esto no
 „importa para la prueba ; pero sí el que la bomba
 „cayga en parte donde no haga daño alguno. Se
 „dispararán tres tiros con cada mortero , cargados en
 „esta forma , sin aumentar , ni disminuir la cantidad
 „de la pólvora.

XXXI.

266. „El pedrero , en lugar de bomba , se car-
 „gará con un esporton , ó ceston lleno de piedras ,
 „á satisfaccion del Oficial.

XXXII.

267. „Hecha esta prueba , si de ella no resulta
 „algun defecto , se retirará del hoyo el mortero , ó
 „pedrero , se llenará de agua sin mojarle por la parte
 „exterior , y se reconocerá si transpira por alguna ,
 „haciendo esta observacion durante un espacio de
 „tiempo razonable , y en caso de encontrarse alguna
 „falta capital de las expresadas en la prueba de ca-
 „ñones , se desechará y romperán sus masas imme-
 „diatamente ; pero al contrario , no teniendo ningun
 „defecto , se admitirá , pesará , y entregará al Guarda-
 „almacén , en la misma forma que queda dicho por
 „lo que mira á los cañones.

XXXIII.

268. „Si al disparar algun cañon ó mortero , se

„dudare de su resistencia al tiro , se le dará fuego
 „por medio de un cohete, ó espoleta , para que el
 „Artillero tenga tiempo de retirarse á lugar seguro.

XXXIV.

269. „Tambien se observará no servirse, para la
 „prueba de morteros , de bombas cascadas , ó hen-
 „didas , por el riesgo de que se rompan al salir del
 „mortero , y hagan daño á los circunstantes.

XXXV.

270. „La pólvora para la prueba de los morte-
 „ros será escogida , como queda dicho para la de
 „cañones , á satisfaccion del Oficial de Artillería,
 „y del Contralor , quienes habrán de responder de
 „la exácta observancia de esta Instruccion.

271. Los anteriores Artículos se han observado
 rigorosamente hasta el año de 1778 , en que S. M.
 mandó: que en lugar de la prueba de fosa, prescrip-
 ta en ellos , se experimentasen los cañones monta-
 dos sobre sus respectivas cureñas , y apuntados por
 la horizontal , con cinco disparos , de quienes en los
 dos primeros se use de cargas de pólvora del peso
 de dos tercios de la bala , y en los tres restantes de
 la mitad de peso de dicha bala : así , un cañon de
 á 24 se cargará en los dos primeros disparos con
 16 libras de pólvora , y en los tres siguientes con

solas 12 libras , y á proporcion los de los demás calibres : como expresan los quince Artículos de que consta la Real Instruccion que insertamos.

M E T O D O

que S. M. manda observar para el exámen y pruebas de la Artillería de bronce , referente á la Ordenanza del año de 1728.

I.

272. „Quando el Oficial encargado de la fundicion de Artillería de bronce , tenga pronto algun número de cañones ó morteros para la prueba , deberá , por escrito , pasar aviso al Comandante de la Artillería , para que se le advierta estar todo pronto para dicha prueba.

II.

273. „El Comandante providenciará una explanada horizontal á la distancia de cincuenta , ó sesenta toesas de un espaldon de tierra , y faginas , del espesor de diez y ocho pies , con cureñas correspondientes á los cañones que deben probarse.

274. „Deberán asistir á la prueba con el Co-
„mandante , generalmente todos los Oficiales del
„Departamento ; y con el Oficial encargado de la
„fundicion , los destinados á la misma , y el Con-
„tralor de Artillería.

IV.

275. „Se empezará por examinar los cañones,
„segun prescribe la Real Ordenanza del año de 1728;
„y esta diligencia se practicará antes que los caño-
„nes salgan de la fundicion , con la otra de exâmi-
„nar los diseños aprobados por S. M. existentes en
„la misma , para vér si los cañones corresponden á
„ellos en todas sus partes.

V.

276. „Conducidos los cañones ó morteros al
„lugar de la prueba , destinará el Comandante un
„Oficial , y otro el que corra con la fundicion para
„la formacion de los cartuchos, exâminando la qua-
„lidad de la pólvora , para que con las balas corres-
„pondientes sea de total satisfaccion.

VI.

277. „Se aprontarán los cartuchos con arreglo
„á cinco tiros cada cañon : los dos primeros á dos
„terceras partes del peso de su bala , y los tres res-
„tantes con la mitad.

VII.

278. Elegidos los Sargentos , Cabos , y Artilleros de total satisfaccion , con la asistencia de un Oficial de parte del Comandante , y otro del que tubiere la direccion de la fundicion , cargado el cañon con el cartucho , y un taco atacado con tres golpes , y la bala con otros tantos , se dispararán los tiros expresados en el Artículo antecedente , apuntados los cañones de nivel del ánima.

VIII.

279. Generalmente , en lo que la presente Instruccion no derogue á la del año de 1728 , deberá ésta observarse en todas sus partes, por estar muy clara , y acertada.

IX.

280. En los exámenes podrán generalmente todos los Oficiales de Artillería reconocer por sí mismos los cañones ; pero sin originar altercaciones , pues el Comandante deberá unir en su casa los Oficiales , tanto del Departamento , como los de la fundicion , con asistencia del Contralor , para que den su parecer , despues de los reconocimientos , y pruebas de dichos cañones.

X.

281. Quando resulte alguna duda sobre defec-

„tos juzgados capitales , no se procederá á lo que
 „previene la citada Ordenanza, de romper los delfi-
 „nes , sino se dará parte de la resulta al Comandan-
 „te General , para que consulte á S. M. para su Real
 „Resolucion.

XI.

282. „La prueba de los morteros y pedreros se
 „practicará con sus correspondientes afustes , para
 „los morteros de á 12 , de bronce , quando existan,
 „y quando nó de madera , con todos los demás de
 „menores medidas : con la explanada que previene
 „dicha Ordenanza del año de 1728.

XII.

283. „Se executará la prueba con tres tiros, llena
 „la recámara de pólvora , á 45 grados de elevacion,
 „con bombas de satisfaccion correspondientes á sus
 „calibres.

XIII.

284. „De todo lo que se habrá executado , se-
 „gun lo que previene esta Instruccion , y lo demás
 „de la del año de 1728 se formará proceso verbal,
 „firmado de todos los Oficiales que hayan concurri-
 „do á la prueba , pasandolo al Comandante Gene-
 „ral , del que dará parte al Ministro de la Guerra
 „para la Real inteligencia de S. M.

XIV.

285. „Será de la obligacion de los Intendentes „franquear todos los auxilios , que por escrito les „pedirán los Comandantes de Artillería para di- „chas pruebas.

XV.

286. „Se encarga á todos la mayor política, sin „originar la menor disputa , pues otra cosa no se „deberá tener á la mira , sino el bien del Real Ser- „vicio y la verdad.

287. El reconocimiento , y pruebas de las piezas se dirigen á dos objetos diferentes : por el primero se vá á exâminar si tienen las dimensiones que se exigen , y si están exentas de defectos superficiales y exteriores : y por las pruebas se procura averiguar , si los metales tienen la consistencia , y demás propiedades que se requieren ; no sea que por fraude de los Operarios no estén aligados en la proporcion que deben ; ó que por algun 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. Así es preciso

tratar de estos dos asuntos con separacion.

288. Por lo perteneciente al reconocimiento de las piezas, apenas sería necesario tratar de él, si se atendiese al estado actual de nuestras fundiciones: por una parte, estas corren por cuenta del Rey, y están dirigidas por Oficiales expertos, 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 podía temer de la mayor parte de los Asentistas, siempre ocupados de su interés particular. Por otra parte, la máquina con que se barrenan y tornéan las piezas, executa estas operaciones con tal exáctitud y delicadeza, que en el exâmen 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 además, tengamos que que reconocer piezas usadas, y maltratadas, no podemos excusar tratar del reconocimiento de la Artillería con alguna prolixidad.

289. 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 facil executar por medio de reglas , y compases rectos , y curvos : nos persuadimos , que todo el que tiene uso de estos instrumentos , y principios de la Geometría , no necesita de ninguna explicacion para este exâmen.

290. Siguese vér 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 , guarnecidas de un círculo de acero , cuyos diámetros sean , en el uno, tres puntos menor , y en el otro , igual al calibre de la pieza que se reconoce : 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 cilindricas de sus ánimas y recámaras ; y de semiesferas para reconocer los fondos de estas partes : tambien pueden usarse plántillas á este fin. En los morteros recamarados es aun mas dificil este exâmen: para executarlo con delicadeza sería preciso usar de un plano , que pudiese girar sobre un exe , y que representase en su superficie exterior una esfera , elipse , ú otra figura de la recámara que se quisiese reconocer.

291. Como puede suceder que en una pieza se hallen exâctas sus dimensiones exteriores , y las de su ânima , y que no obstante esté esta situada de través , por no concurrir y coincidir sus exes ; defecto que ocasiona los dos grandes inconvenientes , de que los tiros sean aviesos , y que la resistencia de los metales sea desigual al rededor del ânima , por serlo sus espesores : es necesario exâminar con la mayor delicadeza , si el ânima está bien centrada ; esto es, si su exe coincide con el de la pieza ; pero este exâmen es muy difîcil en los cañones , y hasta ahora no se ha inventado ningun instrumento por quien se pueda hacer con exâctitud. Así en las piezas actuales , (de quienes no se puede dudar que está el ânima bien centrada , por tornearse y barrenarse sobre un mismo exe) , lo que se observa en este reconocimiento es , como dexamos dicho , el defecto de los instrumentos.

292. El usado á este fin se llama *parallelismo* : se reduce á dos règlones largos , y muy rectos enlazados por sus cabezas en una telera con quien forman esquadra : el uno suele ser cilindrico , y de poco menor diâmetro que el cañon , y se introduce en su ânima , quedando el otro encima : de modo, que el plano en que estén sea vertical. En esta dis-

posicion , se toman, por medio de muchas plomadas, los espesores de metales , y haciendo volver el cañon se observa si son iguales todo al rededor ; pero el cimbréo de la regla exterior , y la elasticidad de las cuerdas de las plomadas , manifiestan desde luego la poca exactitud de este instrumento.

293. Pensamos sería mas 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 quasi 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 alidades ó pinulas en disposicion , que la visual tirada por ellas esté en el mismo plano vertical que el exe del cilindro , y de consiguiente que el del ánima : dirigir una visual á un objeto distante 300 ó 400 toesas , y exâminar si extraído 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 sería una prueba infalible de estar bien centrada su ánima.

294. Tambien se suele hacer este exâmen 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 quatro pies mas largo que su ánima, y de dos reglas paralelas y perpendiculares á su exe, distantes tres pies, y fixas 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 faxa alta de la culata, y se nota si por una y otra parte están igualmente distantes los refuerzos de la pieza.

295. Se conocerá si el fagon está bien situado, introduciendo en el ánima un atacador, ó estampa hasta el fondo, y por el fagon una aguja, con que se picará en el atacador, que extraído manifestará por la señal de la aguja, si el fagon está rasante, ó adelantado lo que debe.

296. 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.

297. 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 de la interposicion de algun cuerpo extraño , ó del ayre ó fluído elástico que producen la humedad de los moldes , las argillas , y demás sustancias de que se componen : así , 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 sinó del mal estado de la fundicion , quedando los metales mal ligados y trabados. De lo que se infiere , que quando 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.

298. Mas los escarabajos y grietas que estén en el ánima , particularmente hácia la recámara , inutilizan la pieza ; así , porque obrando allí la pólvora con toda la fuerza de que es capaz , aumenta considerablemente á pocos disparos estos defectos ; como porque no pudiendose limpiar los senos que forman con escobillon ni lanada , pueden conservar

fuego dentro , é inflamar la carga inmediata , singularmente si el fuego es un poco vivo. En vista de lo qual , convienen todos los Autores y Oficiales experimentados , en que se deben reprobar las piezas en que se hallen estos defectos , así situados.

299. No obstante, al presente que se funde por cuenta del Rey , no parece se debe perjudicar al Real Erario reprobando una pieza , y condenandola á ser refundida , porque se le encuentre un escarabajo interior en la parte del ánima correspondiente al primero ó segundo cuerpo ; y mas quando se conozca ser este defecto accidental , y no de fundicion , y que el metal está bien ligado y trabado. Hallandose en Sevilla el Exc.^{mo} Señor Conde de Lacy mandó : que un cañon de á 24 , en quien se notó un escarabajo en el segundo cuerpo , se habilitase abriendole con el taladro de echar granos una rosca , en cuyo hueco quedase el escarabajo , y poniendole 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 qualquiera otro de su fundicion.

300. No hay cosa mas facil que hallar los escarabajos y grietas exteriores : la vista y el tacto los descubren , y con alfileres y alambres delgados se mide

lo que penetran; pero no sucede así con los que hay en el ánima de los cañones, que son difíciles de hallar, y mucho mas de medir. Para encontrarlos se usa de una cerilla encendida, de un espejo por quien se dirijan los rayos del sol, y del gato: y para medirlos y apreciarlos, se usa de la sonda, de la estampa, y del topo: veamos el mecanismo y uso de estos instrumentos.

301. La cerilla encendida se pega ó fixa 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 superficie, y las manchas se suelen tomar por desigualdades: los cañones de grueso calibre se reconocen mejor valiendose del espejo; para lo que se debe procurar situar la pieza de modo que no mire al sol, sinó que esté á corta diferencia con el cascabél hácia él.

302. El gato es el instrumento mas adecuado para hallar estos defectos: se reduce á quatro, seis, ó mas escarpías de hierro, unidas por sus extremos, y formando un muelle, que obliga á las puntas á ensancharse y formar una estrella mayor que el calibre de la pieza para que ha de servir: por el extremo en que se reunen las escarpías, formán un cubo para que

se fixe en él un asta de madera , por cuyo medio se introduce el gato en el ánima , y se recorre toda ella , moviendolo de arriba abaxo , y haciendolo dár vueltas : quando alguna de las puntas de sus escarpías encuentra el menor seno , se introduce en él , y el gato queda immovil : se hace una señal en el asta , en la parte que toca á la boca , para vér á la altura que cae el defecto , y se extrae el gato reuniendo sus escarpías con una argolla fixa en otra asta.

303. 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.

304. Esta viene á ser un cilindro de madera de igual calibre que el cañon á corta diferencia, y de un pie de largo , dividido en dos partes por un corte obliquo á su exe : la una de ellas no debe tener otro uso que el de una cuña , destinada á oprimir la otra , en quien se ensambla por medio de una corredera : para su manejo se fixa 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 qualquier parte

de su asta , á fin que apoyado el un extremo de ésta en el fondo de la recámara , pueda quedar la estampa baxo el 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 cilindrica de una pasta hecha de resina, cera, sebo y aceyte; ó de cera y aceyte solamente : se baña despues en aceyte puro para que no se pegue : se introduce en la corredera , opuesta á la superficie cilindrica , 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 baxo del defecto notado : entonces se oprime fuertemente la cuña con un mazo , y quando se conoce ha entrado enteramente , se afloxa , (golpeando en una palomilla que tiene su asta á este efecto) , y se extrae: para sacar la estampa se dán antes con su asta tres ó quatro golpes violentos en la parte superior de la boca del cañon , para que despegandose la pasta, quede esculpida en ella la figura del defecto notado.

305. 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 inter-

na en los metales es necesario recurrir á la sonda, ó al topo.

306. La sonda es una escarpia vertical sobre su asta que se cubre de una igual pasta que la estampa, y se procura hallar con la punta el defecto : quando se nota se ha introducido en él , se oprime quanto se puede, procurandola mover hácia atrás, y hácia delante , con cuyo arbitrio las paredes del escarabajo ó grieta apartan la pasta , y se conoce en la escarpia su profundidad.

307. Como con el gato , ni con la estampa , y la sonda se puedan hallar ni la verdadera profundidad de los defectos del ánima , y menos los que no tienen sus paredes escabrosas ; sinó 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 expresados): inventó el Señor de Gribeauval una especie de gato muy ingenioso , conocido por *topo* en la Cavada, con el qual se puede medir con la mayor exâctitud la profundidad de qualquier defecto del ánima ; mas como este instrumento sea bastante compuesto , reservamos su descripcion para el Tomo de Laminas, donde se dará con el axilio de las figuras necesarias para su completa inteligencia.

308. Pudiendo suceder que el ánima del cañon tenga varios senos ; de modo, que su perfil haga ondas : se ha inventado para reconocer esta especie de defecto un instrumento compuesto de un reglon de madera , á cuyo través hay muchos taladros cilindricos , en quienes entran otros tantos cilindros de hierro : sobre el reglon se ajusta una plancha de hierro con otras tantas aberturas elipticas , como taladros tiene el reglon , y en quienes se ajustan las cabezas de los cilindros : por medio de un tornillo se mueve la plancha , y dexa los cilindros en libertad : y por él mismo los vuelve á sujetar. Para usar este instrumento se ponen los cilindros introducidos enteramente en el reglon : se ajusta la superficie de éste al ánima : por el tornillo se dexan los cilindros en libertad , para que caygan quanto lo permita el ánima : se vuelven á sujetar , y se saca el instrumento. En él se notará que los cilindros han salido desigualmente , si hay desigualdades en el ánima.

309. El reconocimiento exterior de las piezas, (hecho como prescriben los Artículos de Ordenanza , y con los medios expuestos) , sirve solamente , como yá diximos , 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 quienes 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.

310. 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 , quando son violentas ; ó el de ser insuficientes , quando 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 exercen ; y si se quieren suavizar , no son capaces de manifestar enteramente la propiedad que se desea encontrar.

311. Este inconveniente de las pruebas violentas , es mas digno de consideracion quando se exercen sobre sustancias 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 horror 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 consistencia; se exâmina si todas las cuerdas tienen el mismo color, textura, y torcido. Lo mismo se práctica á proporcion con la madera, piedras, metales, &c; pero jamás se executan pruebas con el todo de los cuerpos que empleamos.

312. 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 adequados para conocer la calidad de las piezas de Artillería, las pruebas subsisten: veamos como todas ellas, además de deteriorar las piezas, son insuficientes, ó impracticables, y despues trataremos de los medios de conocer la calidad del metal sin ellas.

313. No se crea falta de respeto á las Reales Resoluciones esta censura de las pruebas mandadas por ellas. Las determinaciones superiores deben obedecerse, y seguirse escrupulosamente mientras no se deroguen, mas como nuestros conocimientos sean respectivos, y no absolutos, varían con el tiempo y la experiencia; y á proporcion que se avanzan descubren los vicios de las prácticas que seguimos, y las que con mas ventajas pueden substituirseles. Al Soberano, y sus Ministros pertenece aprobar ó reprobado, valiendose de varios medios, estos descubrimientos; pero siempre será lícito el intentarlos: de lo contrario todos los Reglamentos Reales serían invariables, y jamás se podrian perfeccionar sus objetos. Pero al mismo tiempo debemos advertir, que este raciocinio no tiene ninguna fuerza, y sería caviloso, quando se trata de la execucion y cumplimiento de los mismos Reglamentos: en este caso se deben mirar con el mayor respeto, sin apartarse un punto de quanto previenen: volvamos á nuestro asunto.

314. 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 Ordenan-

zas de 1728: el Señor de la Valliere, segun Du-lacq, despues de hacer dos disparos con bala, hacia otros dos con cilindros de gréda 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 toda la fuerza de que es capaz. La de fosa, en su tercer disparo, es tambien violenta, porque hace sufrir á la pieza una fuerza tripla que 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 dexamos dadas en el Numero I^o 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 éste estubiese aligado con muy poca cantidad de estaño, sufriria qualquiera de estas pruebas mucho mejor que otro del mejor bronce, sin embargo de que en el servicio ordinario se inutilizaría á pocos disparos. La otra, porque como se dixo en el citado Número,

los metales tienen diferente resistencia y propiedades, según 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 día de fuego.

315. Las pruebas que se han substituído á la de fosa, por la Real Instrucción de 1778, 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. Quando las fundiciones corren por Asentistas, podrá no ser suficiente esta prueba para este único objeto suyo, respecto á que ponen todo conato en encubrir y solapar los defectos.

316. Las pruebas del humo, y la del agua únicamente sirven para descubrir unos defectos groseros, que pocas veces se hallan en las piezas.

317. En vista de los inconvenientes anexos á las pruebas, dice el Señor Dulacq: „Se puede concluir que no se podría fixar ninguna regla precisa para asegurarse de una prueba cierta de las piezas:“

„el medio mas justo de asegurarse sería disparar 40
 „tiros consecutivos , lo mas prontamente que sea po-
 „sible , con toda la carga ; “ A la verdad en esta
 prueba , ú otra semejante de mayor número de tiros,
 adquiriría la pieza todo el grado de calor que pudie-
 se 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 además del inconveniente
 de ser muy costosas , tienen el de quitar á las piezas
 su mejor servicio : así son impracticables.

318. 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 exâmen por
 comparacion , que como dexamos expresado , es el
 natural , y el que se sigue en el reconocimiento
 de todos los cuerpos de que hacemos un uso impor-
 tante. Mas para él es preciso tener objetos ó térmi-
 nos de comparacion : es decir que es indispensable
 tener algunas piezas de cuya buena calidad se esté
 cierto , para hacer el cotejo con ellas.

319. A este efecto son necesarias las prue-
 bas mas violentas : ignoramos haya otro medio para
 medir la resistencia de un cuerpo , mas que usarlo
 hasta su destruccion. De consiguiente , así como

quando 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 , quando 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 numero de tiros , disparados con la celeridad posible , en quienes 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.

320. Estandose cierto de la buena calidad de algunas piezas , en quienes se tendrán otras tantas piedras de tóque , se podrán cotejar las fundidas con igual método , valiendose de los medios siguientes , ú otros mas adecuados que sugerirá la experiencia.

321. 1º Con 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 pierde en el agua un cañon de un determinado bronce, por exemplo 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 sí mas, que están menos afinados, ó menos compactos. Es evidente que la primer consecuencia es ventajosa, y por el contrario la segunda.

322. 2º Probando la consistencia y dureza de algunas barritas, cortadas del cilindro del cascabel, y de la mazarota, con el método que se expuso en el Número Iº. Suponemos se haya executado lo mismo con las piezas de comparacion; y en todas, quando tengan un igual grado de frio ó calor.

323. 3º. Exâminando la textura 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 quemados los unos, ó no se han fundido con el grado de calor necesario, &c: serán muy distintas estas fracturas.

324. 4º Reconociendo y cotejando el color y la figura de las virutas que saca la barrena al abrir

el ánima , ó la cuchilla al tornear la pieza. Pero se debe tener cuidado de no hacer esta comparacion con las quemadas por el rozamiento quando se mueve la máquina con demasiada velocidad.

325. 5°. Enfín , suspendiendo las piezas por sus asas , y golpeandolas 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 sería obscuro y muy diferente.

326 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. En efecto , un cañon de bronce á quien por accidente ó fraude de algun Obreiro no se le haya ligado la dosis correspondiente de estaño, pesará en la balanza hidráulica mas que otro igual, que no tenga este defecto ; lo que en esta ocasion se podría tomar como una ventaja de la pieza, creyendola mas compacta ; pero las otras comparaciones manifestarán la verdad. Lo mismo se dirá res-

pectivamente de los inconvenientes que se pueden atribuir á cada reconocimiento , ó comparacion en particular.

327. 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 extenderse á morteros , pedreros , y obuses , piezas para quienes hasta ahora no se han discurrido pruebas capaces de descubrir la calidad de su metal : pues hacer tres ó quatro 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 , en quien toman los metales otro grado de calor por ser mas numerosos los disparos.

328. No nos lisongeamos de que los medios propuestos sean los unicos para cerciorarse de la buena calidad de las piezas : ni tampoco de que sean de toda confianza: esto solo puede decidirlo la experiencia á quien es indispensable consultar en todas las materias fisicas : para hazer progresos en ellas es necesario actividad , y no dexar estar las prácticas establecidas en una posesion tranquila.

Numero V.

*Comparacion de la Artillería llamada
de Ordenanza , con la aétual ó de
nueva invencion.*

329. **E**L cotejo que vamos á hacer de nuestra Artillería antigua con la aétual , solo tiene por objeto manifestar las ventajas y defectos de una y otra , á fin 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 sistéma. No es tampoco nuestro intento extendernos á todos los puntos de controversia que hay sobre esta materia, y de quienes algunos no pertenecen directamente á este Artículo ; sinó solo á los principales , y con especialidad sobre la fundicion en hueco, ó en sólido que parece ser el mas esencial.

330. 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 pre-

cision 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 quando 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 experiencias de la actual.

331. 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 las surquen y golpeen considerablemente ; de modo, que vienen á ser de mucha menor duracion que las fundidas con macho.

332. Es cierto que una pieza fundida en sólido debe tener su ánima mas suave y docil , 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 la superficie de ellos , 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 quando 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 quienes se pueda apreciar y medir con exâctitud quanto perjudica ésta mayor suavidad del ánima á la duracion de las piezas: las muchas executadas dentro y fuera de España, están todas contextadas, y no pueden llamarse decisivas, respecto á que los defensores de los dos métodos las han creído favorables á sus opiniones, y como tales las citan.

333. Además las pruebas hechas hasta aqui tienen el defecto de no haberse executado con piezas que se diferenciassen en solo el punto de contextacion, que por ellas se queria aclarar. Parece que quando se tratase de comparar la resistencia de los cañones fundidos en sólido, con la de los fundidos en hueco, se debieran haber fundido unos y otros del baño de un mismo horno, y proporcionado 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 ésta diversos procedimientos ; y las mazarotas han sido desiguales. De consiguiente , no pudiendose inferir nada de positivo , excusarémós dár noticia de las pruebas de comparacion , que sabemos ; y sí la darémós de otras que pueden dár idéas sobre este asunto.

334. Una de las pruebas mas favorables para las piezas en sólido , es la hecha en Francia en 1740, de la que dice el Señor 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 cargandolos á un „tercio y la mitad del peso de la bala : he tenido „la curiosidad de verlas , y puedo asegurar maravillandome , que las he hallado tan en estado de „servicio como si quasi 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 quasi nada , el de la otra lo estaba un poco ; pero aun podia servir.“

335. La deposicion de este Autor tan respetable , á favor de las piezas fundidas en Leon , está

contradicha en parte por el Señor de San Auban, quien dice hablando de esta prueba : „Se tiró con „las dos piezas de á 24 , durante 26 dias como lo „expresaba la Orden , á razon de 40 , 50 y 70 tiros „por dia , de modo , que cada pieza habia dispara- „do mas de 1500 tiros. A la una de las dos , al no- „veno dia , se le dilató su fogon hasta 26 lineas : se „la puso un grano , y sostuvo la continuacion de la „prueba sin desfogonarse. Se observará , que no ti- „rando por la noche estas piezas , se refrescaban , y „el metal conservaba la solidéz , y consistencia, que „un mayor grado de calor le hubiera hecho perder „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 estuviese solo un poco dilatado ; aunque pudo ser , que el Señor Dulacq ignorase que se habia puesto grano á la una , y hablase de la otra. De qualquier modo , esta prueba, como la trae este último Autor , no es decisiva á favor de las piezas en sólido.

336. La que podria serlo mas bien es la executada en Sevilla , en el año de 1782 , con otras dos piezas de á 24 fundidas en sólido, de quienes, como

T A B L A
DE LAS PRUEBAS DE FUEGO
 hechas en Sevilla, en 1782, con dos
 cañones de á 24 de bronce, fundidos
 en sólido.

<i>Libras de pólvora de cada disparo.</i>	<i>Dias en que se usó de esta carga.</i>	<i>Disparos que con ella se hicieron cada dia.</i>	<i>Total de disparos en los dias de la segunda columna.</i>
...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.

337. En los dias de mayor fuego se refrescaban

los cañones á cada 15, 20, ó 25 tiros, y se dexaban descansar un quarto de hora, y algunas veces media hora. Los granos de cobre, que sacaron de la fundicion, resistieron en la una 2000 tiros, y en la otra 1700; y los segundos granos sirvieron hasta quasi terminar el número total de disparos, pues solo se echaron granos nuevos para los 16 últimos.

338. Aunque el objeto de estas pruebas era comparar la resistencia de los dos cañones, (de quienes los bronces del uno se habian afinado con hornaguera, ó carbon mineral, y los del otro con carbon de brézo); nada se pudo concluir, respecto á que ambos cañones 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 granujadas; y haberse abocinado hasta tres lineas por sus bocas: el diámetro vertical de la del afinado con hornaguera excede su calibre $3\frac{3}{4}$ lineas, y el horizontal $2\frac{5}{6}$; y estos dos diámetros, en la otra, solo se han dilatado 3, y $2\frac{5}{6}$ lineas.

339. 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 dia , 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 expresadas una demonstracion 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.

340. Esta conseqüencia es tanto mas justa, quanto en el bloqueo y sitio de Gibraltar se ha visto, que muchas de estas piezas fundidas en sólido, han hecho por muchos dias continuados un fuego de sesenta ó mas tiros contra la Plaza, cargando las que estaban en las baterías y fuertes de la linea, con 12 libras de pólvora, y alguna vez con 16, y apuntandolas por 10, 12 y hasta 19 grados de elevacion, y en muchas ocasiones sin cuidar de refrescarlas.

341. 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 va-

rias 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.

342. Como no se han hecho experiencias relativas á averiguar en qué pueda consistir la contradiccion de estas Observaciones , por quienes parece que las piezas fundidas en sólido , son , y dexan de ser de competente resistencia , no podemos decidir en este asunto ; y si solo nos atrevemos á exponer varias congeturas que salvan esta especie de contradiccion.

343. 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 mas piezas á proporcion 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 ad-

miten son insuficientes para manifestar su calidad; y lo otro, porque habiendo hecho servicio en otras ocasiones las fundidas en hueco, habian manifestado entonces su mala calidad, las que eran de esta especie.

344. 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 dexa expresado, estén mas expuestas á ser maltratadas é inutilizadas por los golpéos de las balas: defecto de mayor entidad quando éstas tienen mucho viento, son desiguales, ó quebradizas, y no se oprimen entre dos fuertes tacos de filástica. Esta congettura es tanto mas verosimil, quanto 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 acópio 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 observación hecha en el reconocimiento de todos los cañones de esta especie, que se han inutilizado, por el qual

consta , que ha sido por asientos y golpes de balas, ó de cascos de ellas.

345. 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 dár noticia , y su resistencia frente de Gibraltar manifiestan evidentemente, que esta mayor suavidad del metal contiguo al ánima puede ser solo un defecto esencial quando se hace uso de balas de malísima calidad , que sin esta circunstancia se deben proscribir por no poderse dirigir con acierto.

346. En tercer lugar : el método actual de fundir puede ser defectuoso , sin que esto sea por la circunstancia de que se trata ; sinó porque empleandose en la fundicion de una pieza quasi doble metal que entra en ella , (por razon del que queda en el horno llamado solerías , el que llena las 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.

347. Es un principio constante , que quando un

metal llega á adquirir el estado de pureza y perfeccion de que es capaz por la accion del fuego , si se trabaja despues , se desustancia , y se destruye en parte su resistencia. En el bronce hay tambien el inconveniente , de que el grado de fuego , preciso para liquidarlo , calcina y destruye mucha parte del estaño. Es cierto que para obviar esta contra , quando se refunde , se le añade una cierta cantidad de estaño , lo que se llama *refrescar los metales* ; pero es imposible executarlo con arreglo y precision , porque se ignora cuántas veces se habrá fundido parte del metal de los despojos con que se carga un horno. Una mazarota , por exemplo , es un compuesto de metales nuevos , y de otros refundidos , parte una vez , parte dos , y así en una progresion , cuyo último término es imposible conocer. De consiguiente , no se puede esperar que las piezas fundidas con mucha parte de tales bronces sean iguales , é igualmente resistentes. En el dia se ha remediado en cierto modo este inconveniente , pues el Exc.^{mo} Sr. Conde de Lacy ha mandado por pronta providencia no se refundan las mazarotas y otros despojos mas de quatro veces.

348. Es de notar , que las yá citadas piezas que sufrieron los expresados 5124 tiros , se fundieron

de solos torales de broncees nuevos: lo que es una comprobacion de que la desigualdad de resistencia, experimentada en las piezas fundidas en sólido, puede atribuirse tambien al principio que acabamos de exponer.

249. Parece se debería concluir de todo lo expuesto: 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, necesitandose mas metal para ellas, se deben proscribir y abandonar, volviendo á fundir con macho. Esta consecuencia sería justa si las fundidas baxo este método no estuviesen expuestas á dos defectos privativos de él: uno, sacar muchos vientos y escarabajos en sus ánimas: otro, no estar estas bien centradas; ó lo que es lo mismo, estar sus metales desigualmente repartidos al rededor de ellas, por cuya razon es errónea su direccion.

350. 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 cuestión sobre su preferencia á saber: si es mas ventajoso dotar á un Ejército de un trén de Artillería, cuyas piezas sean de conocida resistencia, pero

de un costo inmenso, (porque de treinta se suelen aprobar tres, ó quatro, 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 quatro tiros de ellas harán mas efecto que veinte de otras, que los dirijan aviesos.

351. Mas la resolucion de este problema, aunque importante, parece inutil; ó al menos que no se necesita saber por ahora, respecto á que es de mayor importancia exâminar y trabajar sobre los medios que se deben emplear para que las piezas fundidas en sólido tengan competente resistencia; ó para que fundiendolas en hueco saquen buena direccion, y menos escarabajos.

342. 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 compensaría excesivamente por las ventajas que resultarían de que no estando las balas deterioradas, y diminutas de peso y diámetro, no maltratarían las piezas, sus tiros serían mas certeros, y mas fuertes sus golpes.

Este medio merece al menos experimentarse.

353. Asimismo , convendria probar la diferencia de resistencia de las piezas, cuyos bronce 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 bronce nuevos solamente eran muy superiores á las demás ; podria ser muy util fabricarlas todas de ellos , y estancar el bronce , para apróvechar los desperdicios , evitando así su excesivo costo.

354. En fin , para enterarse de que las piezas fundidas eran de igual calidad , se podrian comparar y cotejar con las probadas de un modo que satisficiese , y no como se practica : *Vease el Número anterior.*

355. 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 vér como se podria lograr que la fundida en hueco careciese de los defectos, que hasta ahora le han sido anejos , que , como yá se dixo , son tener muchos vientos en las ánimas , y no estar éstas bien centradas.

356. El primer defecto depende de los vapo-

res 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 dexando que aquel se ajuste al molde. El segundo consiste, en que no pudiendose afirmar sólidamente el macho en el centro del molde, el golpe del metal lo inclina á una parte, ó á otra. Además del vicio que resulta en la direccion 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, salian 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.

357. 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 fundicion de estas piezas á Asentistas, ó Fundidores que carecian de ciencia, y eran unos meros prácticos: el ojo del Oficial no registraba las operaciones, y solo debia intervenir en la aprobacion de las piezas.

358. El Señor 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 lo pudiese inclinar en ninguna manera el golpe del metal fundido? No parece sea este un problema irresoluble por sus circunstancias complicadas: un Artista experto no encontrará grandes dificultades en su resolucion.“ Pero no obstante, es preciso decir, no tenemos noticia de que hasta ahora se haya hallado.

359. Prosigamos, valiendonos de este Autor, á tratar 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 reconociendose veinte 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 argilla que está cargada de sales: así se observa, que quando 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 á el que dá el metal , saldrían las piezas sin el menor viento. Para experimentarlo , hizo el citado Autor un crisól plano , de 36 pulgadas de largo , y 22 de ancho , y habiendo liquidado en él 600 libras de cobre las dexó consolidar en el mismo crisól , suprimiendo el fuego ; y la plancha , que resultó , no tenía la menor porosidad notable , ni aun despues de haber vaciado en ella varios cristales : prueba á que hasta entonces no habia resistido ninguna plancha.

360. Es , pues , necesario que los machos , que han de moldear las ánimas , se preparen de modo que el metal liquido no los altére , y les haga exálar vapores. A este fin , es necesario abandonar el estiercol , 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 estorvan la íntima ligazon y union que debe haber entre las partes argillosas , y el de que sea preciso un fuego excesivo para supurar lo que tienen de espansivo y combustible.

361. Los machos se harán , de consiguiente , de sola argilla : ésta se lavará antes repetidas veces para extraer todas sus partes salinas , y despojarla de las materias grasas , que subirán á la superficie del agua ,

quando ésta haya penetrado bien la argilla : despues de seca , se ha de quemar parte de ella por largo tiempo á una llama clara ; y molida y pasada por un tamíz , se mezclarán quatro 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 estoviese espesa , no se formarían bien los lechos ; y si rala , se podría descomponer el macho , tardaría en secarse , y la merma sería considerable.

362. El macho debe formarse en un cilindro cóncavo de madera bien sólida y seca : su diámetro será nueve pulgadas mayor que el del calibre de la pieza : dentro de él se asegurará otro cilindro sólido de una pulgada de diámetro , y de modo , que sus exes coincidan : el hueco que dexé este cilindro , ó vara despues de quemada , no ocasionará perjuicio á la solidéz del macho , y sí disminuirá el peligro de que tenga grietas , y facilitará su íntima recocion. La cavidad que haya entre los dos cilindros , se llenará con la mencionada masa de argilla , introduciendola poco á poco , y oprimiendola fuertemente. Hechos así los machos , se pondrán á secar á fuego lento , y despues en un horno , para que sufrán por ocho , ó diez dias el fuego mas activo : suprimido éste , se cerrarán las puertas y respiraderos del horno ,

hasta que esté frío. 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 experiencia.

363. Despues, pasa este Autor á proponer los medios de perfeccionar la Artillería, que se reducen: 1.º A 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, torneandola y barrenandola, un cañon de á 24, ó de otro calibre. 2.º A hacer los moldes en un semejante crisól ó laboratorio, para que á medida que el metal se fuese liquidando, se introduxese en ellos. 3.º A 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 qualquiera de estos métodos; pero aun en este caso, tal vez, resultarían estos medios viciosos, porque no siendo un solo metal el fundido, sinó un compuesto de cobre, y estaño, que jamás se mezclan bien, y de quienes éste se mantiene líquido á corto grado de fuego, y se calcina en parte; no es facil determinar la calidad interior y exterior de las

piezas que resultarían. Así, solo hemos expuesto estas idéas para que se tenga noticia de ellas.

364. Con igual intento vamos á dár 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 habian hecho. A cada uno de ellos se le hicieron quatro cortes perpendiculares á sus exes: el 1.^o rasante al fondo de la recámara: el 2.^o á 6 $\frac{1}{2}$ pulgadas del principio del 2.^o cuerpo: el 3.^o á 16 pulgadas del filete de la escócia del fin de la caña: y el 4.^o á 4 pulgadas del mismo filete. En todas estas secciones se dexaron por cortar unos segmentos, de quatro ó mas pulgadas, para que tronchados por ellos los cañones, manifestasen las fracturas el grano, liga, y textura de los metales. Exâminados éstos cortes en el cañon fundido en hueco por Solano en 1744, llamado *Mercurio*, y que por tener grano de hierro, y el fogon abierto en él bastante dilatado, se conocía habia 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 2.^o corte se descubrían

muchos escarabajos de considerable magnitud y profundidad, que parecían producidos de haberse liquidado, ó disuelto el estaño de que estarían llenos: en la fractura habia partes de un grano muy fino y compacto, como si fueran de solo cobre; otras en quienes apenas se percibía grano, y que parecían de estaño; y otras, en fin, medias entre las dos, y que participaban de una y otra clase. En el 3.^o corte se notó, que los escarabajos eran mayores; pero en menor número: tambien habia varias manchas obscuras: 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 veía en ella, un cuerpo esponjoso muy obscuro y sin brillo. En el 4.^o se observó lo mismo que en el 3.^o Por las tres secciones últimas se conoció que los metales estaban desigualmente repartidos al rededor del ánima. Tambien se notó un escarabajo bastante profundo entre la cruceta que habia al fin de la recámara para sostener al macho.

365. En los cortes dados al cañon fundido en sólido por Baron en 1778, llamado *Destreza*, se notó: en el 1.^o 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 quienes el mayor tenia $1 \frac{1}{2}$ lineas de profundidad y 2 de diámetro: el grano de la fractura era muy menudo é igual, y se veían muy pocas y menudas pintas de estaño. En el 2°. no se halló la menor porosidad ni viento: en la fractura aparecieron muchas manchas de estaño , así su color era desigual : el grano era mucho mas grueso que el del 1°. corte de este cañon; é igual al parecer al del corte 1°. del anterior. En el 3°. 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 1°. En el 4°. tampoco se descubrió ningun escarabajo : su fractura tenia un grano grueso como el del 2°. corte , y no se notaron en ella manchas de estaño ; pero sí , unas obscuras y bastante 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.

366. De este reconocimiento se infiere: 1°. Que el metal de la pieza antigua no estaba tan bien afinado y ligado como el de la moderna : 2°. Que el

fuego producido por la pólvora habia, en el largo servicio del cañon antiguo, liquidado y consumido 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 expuesto, hubiera podido resistir la prueba de fosa, ni el largo servicio que habia hecho. Tambien, y mas probablemente podian haberse formado las expresadas cavernas por la disolucion del estaño, causada por el líquido que dexa la pólvora quemada, segun la observacion del Caballero de Arcey, de que se dió noticia en el Numero I^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 3^o corte del segundo cañon se observó, que la fractura, que estaba contigua á la superficie, tenia el grano mas fino que la del 2^o corte inmediata al ánima, y no se notaban las manchas de estaño que en ésta, quando parece debiera ser lo contrario, por estar el 2^o corte mucho mas próximo á la culata. 4^o Que sin embargo de no haber hecho este cañon mucho fuego, (como se conocía por lo poco dilatado de su primer fogon, que aun conservaba), yá habia empezadose á disolver, liquidar, ó calcinar el estaño que no estaba bien ligado con el cobre,

segun indicaban las manchas negras del 4.^o corte , en cuyo parage se podia mejor insinuar el fuego , ó el disolvente , por estár 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 vá siendo peor mientras mas se aproxima á la boca.

367. Por esta razon son tan útiles las mazarotas grandes. Las que se ponen actualmente á nuestros cañones de á 24 pesan de 40 á 44 quintales, y son cilindricas: por lo qual, 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 eran de 28 á 30 quintales , y de solo la mitad de la altura de las modernas por ensancharse en forma de embudo : así gravitaban menos sobre los metales.

368. De quanto dexamos expuesto se inferirá: que la cuestión sobre la preferencia de los cañones fundidos en sólido ó en hueco está aún indecisa , particularmente si se atiende al número y merito de los Autores Apologistas de uno y otro método. Pero no obstante la imparcialidad que nos hemos propuesto seguir , no podemos dexar de confesar , que la justa dirección de los cañones fundidos en sólido es sumamente apreciable , y digna de procurarse á qualquie-

ra costa; pues no puede tener la Artillería mayor defecto que la incertidumbre de sus tiros.

369. 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, pedreros, y aún obuques. De ninguna manera parece sea util fundir estas piezas en sólido: para cerciorarse de ello basta leer lo que dice el Señor Cudray, el mayor Apologista del nuevo sistema, quien se expresa 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.

470. „Se sabe que otras veces se fundian igualmente „mente que los cañones. Se habia dexado este uso, „porque estando determinada la direccion del ánima „ma 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.

371. „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 exáminar si la corta

„ventaja que presentaba para los morteros , no atraía
 „un inconveniente mucho mas considerable que en
 „la fundicion de los cañones.

372. „Habiendose observado en pruebas , que
 „se habian hecho con morteros de grande calibre,
 „que este inconveniente era mas considerable , se
 „ha variado de método. En efecto , el atento
 „exâmen , que se hizo siempre en estas pruebas
 „del estado de diferentes morteros despues de ha-
 „ber tirado , ha hecho vér constantemente , que
 „el estaño , que entraba en la liga , se reunia en
 „el centro del mortero , y particularmente en la
 „recámara , en donde no tardando en liquidarse
 „ocasionaba despues de algunos disparos cavernas
 „considerables.

373. „Háse pensado con razon , que permane-
 „ciendo necesariamente el estaño mas tiempo líqui-
 „do que el cobre , debia ser comprimido por este
 „metal , y echado desde la superficie de la pieza,
 „por donde empieza á consolidarse , hasta el cen-
 „tro donde acaba.

374. „Y como este fenomeno debia ser mas no-
 „table quanto mayor fuese la masa fundida , se ha
 „concluido : que los cañones debian sufrir menos
 „por esta parte que los morteros , y que estos esta-

„rían menos expuestos á los accidentes causados por
 „la reunion del estaño fundiendolos con macho,
 „como se hacia antes : y efectivamente la experien-
 „cia ha demostrado esto mismo.“

375. 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 , que es causa , que con solos los tiros de prueba , queden surcadas y aun golpeadas.

376. Se objeta al nuevo sistema de fundicion la operacion de tornejar las piezas : porque así se despojan del metal mas compacto y resistente , que es el de la superficie : se dán arbitrios para ocultar sus defectos con el martillo : y aumentando el grueso de las piezas , para poderlas tornejar , se acrecientan los inconvenientes que atrae el estaño. A lo que satisfacen los Apologistas del nuevo método con decir: que aun quando se suponga una pieza envuelta en un diamante , éste 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 de diamante , que los lechos in-

interiores se arrollen quedando inutil la pieza. De consiguiente , habiendo manifestado la experiencia que las piezas de bronce empiezan á inutilizarse por el ánima , y que las mas veces pierden su direccion y quedan inutil , 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. Así 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 Rey , nunca existiría esta contra : pues nadie tiene interés en cubrir los defectos. Al tercer inconveniente responden : que la experiencia ha manifestado que las piezas de mayor calibre, en quienes entra mas estaño , han resistido mas que las de otro menor. Mas que aun quando este y otros inconvenientes fuesen efectivos , es mas útil tolerarlos , que renunciar á la facilidad que el tornear las piezas proporciona para reconocer la calidad de la fundicion ; á menos de no encontrar un método equivalente que tenga menos contras.

377. 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: actualmente se introduce en el molde un grueso grano de cobre fundido , y en él se abre el fogon. De estas dos prácticas ninguna parece ventajosa : la 1.^a. tiene el inconveniente, de que dilatandose muy pronto el fogon , abierto en el bronce , queda la pieza inútil hasta echarla un grano , operacion prolixa , y dificil de hacer en una batería. La 2.^a. tiene aun mayores contras : jamás se consolida bien el bronce caliente con el cobre frio , y siempre , por la union , hay en aquel varias ampollitas ó porosidades: y qualquiera 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 explica sobre este particular el Señor Cudray en su *Artillería Nueva*.

378. „Las experiencias 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 introducían en los moldes en el lugar donde se habia de abrir el fogon , y que hallandose despues de la fundicion , fixos en el cuerpo de las

„piezas , proporcionaban se pudiese abrir el fogon en
 „una materia mas resistente, para esta especie de es-
 „fuerzo, que el bronce.

379 „Pero se habia observado por el uso , que
 „estos granos se torcían , 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 parage, y que
 „no puede tener sinó una débil resistencia.

380. Habiase , pues , propuesto reemplazar estos
 „granos por otros de la misma materia puestos en
 „frio , esta proposicion hecha mucho tiempo habia,
 „despues de verificarse por pruebas executadas con
 „cañones, habia sido adoptada para ellos.

381. „Por las mismas razones se debia presumir
 „debiera practicarse lo mismo con los morteros.
 „Sin embargo esta congetura se ha hallado desmen-
 „tida por la experiencia, consultada siempre en las
 „pruebas de Strasbourg , aun quando parecia que
 „este razonamiento presentaba las inducciones mas
 „ciertas. Despues de estas experiencias se ha deci-
 „dido , que á los morteros se le pondrian los gra-
 „nos al fundirlos::: Siendo fundidos con macho los

„morteros, la masa de metal es menos considera-
„ble que en los cañones, que se continúan fun-
„diendo en sólido: de donde se sigue, que sufrien-
„do los granos menos grados de calor, y sufrien-
„dolo menos tiempo, están menos expuestos á fun-
„dirse.

382. Parece, pues, lo mas conveniente, poner á las piezas granos en frio: éstos pueden ser de cobre fundido, de cobre batido, ó de hierro forjado. Los de cobre fundido son los menos resistentes, y tienen además 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, singularmente si este metal no es del todo nervioso, como sucede por lo comun; y como además sea el cobre mas análogo al bronce, y no esté tan expuesto á ser atacado por el orin; 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.

383. Asimismo, se objeta á los cañones de campaña del nuevo método la posicion de sus muñones, y los topes ó contra-muñones, que los Franceses llaman *embases*. En el método antiguo se situaba el exe de los muñones medio calibre mas baxo que el

de la pieza; y en el actual está el mismo exe solo dos ó tres lineas mas baxo; y además, se refuerzan los muñones por la parte contigua á la pieza con los contra-muñones, que forman dos superficies planas, por quienes el cañon queda ajustado entre las gualderas, con cuyo arbitrio no pierde su justa posicion entre ellas, ni las maltrata con balances.

384. Para hacerse cargo de las ventajas ó defectos, que desde luego presenta esta nueva colocacion de los muñones, es necesario tener presente: 1º. Que si el exe de los muñones estuviese situado á la misma altura que el del cañon: de modo, que lo cortase, quando el cañon reculase en direccion de su exe, no oprimiría la telera de descanso, ni tampoco cabecearía, por estar el punto de apoyo en la misma direccion ó plano. 2º. Que si el exe 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 elevaría, con tanta mas fuerza, quanto mayor distancia hubiese entre los dos exes; pues el cañon vendría á formar un verdadero péndulo. 3º. Que si el expresado exe está mas baxo que el de la pieza, la culata oprimirá ó chocará con mas fuerza la solera ó cuñas, quanto mayor distancia haya entre los exes; y despues se elevará, por la reaccion de la misma

fuerza: de modo, 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 exerce contra la pieza procurandola encorvar, y que de consiguiente es menor el retroceso; y de aqui toman principio los Apologistas de uno y otro método para defender en parte las dos diferentes situaciones de los muñones. Los que quieren que su exe esté medio calibre mas baxo, alegan, que así retrocede menos la pieza: y los que solo dos ó tres lineas mas baxo, que de este modo sufre menos el cañon, y no está expuesto á encorvarse, procurando unirse la caña con la culata. Estos añaden, que la única razon de haberse situado el exe de los muñones medio calibre mas baxo que el de la pieza, es para poder elevar mas las rodilleras, y cubrir así mejor las cureñas; razon que no tiene lugar respecto á los cañones de campaña, que se sirven sin parapetos; pero á esto se dice: que estando el cañon mas baxo será menor su alcance.

385. Otro de los inconvenientes, que se exponen contra la nueva colocacion de los muñones es, que la parte débil que resulta en el metal en el parage 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 contra-muñones. Es certisimo que el metal es menos resistente en la immediacion de los muñones , de las asas , ú otras partes salientes , que impiden que se condense y reúna alli durante la fundiccion. Además , á proporcion que se condensa el bronce arroja á el estaño superabundante hácia el centro ; y como en los muñones actuales entra mas metal , por razon de los contra-muñones , se aumenta este inconveniente con ellos.

386. Al defecto que se atribuye por la reunion del estaño de los muñones , satisfacen plenamente los Apologistas del nuevo sistéma con decir : que estando el exe de los muñones quasi en el mismo plano que el de la pieza , se reunirá el estaño en el centro de ésta , y lo extraerá la barrena ; pero que si estuviesen colocados mas baxos , quedaría este defecto en el grueso de metales.

387. En fin esta cuestión , como las demás de esta especie , está aun indecisa , y tiene fuertes razones en pró 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 supéren los inconvenientes que envuelva esta situacion de los muñones.

388. 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 fogon , y son : 1.º la dificultad de arreglar con ellas los tiros de rebote : 2.º la menor impulsión de la bala , respecto á que la inflamación de la pólvora contenida en dichas recámaras , en cantidad de tres onzas, la pondría en movimiento antes de inflamarse la carga : 3.º el inconveniente de que no pudiendose limpiar retuviesen fuégo. Mas sus defensores dicen , que las expresadas recámaras aceleran la inflamación de la pólvora , y resguardan ó conservan los fogones : esta ventaja es mas cierta , porque durarán mas mientras mayores sean.

389. Aun hay otros muchos puntos de contextacion , entre los defensores de los dos sistémas, sobre todas las demás variaciones que se han hecho en las piezas , sus cureñas ó afustes , y efectos pertenecientes á su servicio. Pero para no hacer

mas difuso este Artículo , daremos noticia de ellos en otros varios con cuyo objeto tengan alguna relacion : en el IV.º expondremos los principales racionios de uno y otro partido acerca de las variaciones hechas , ó proyectadas en las cureñas , afustes , y efectos : en el IX.º se explicará la construccion de los cartuchos de balas de hierro batido : en el X.º se dará noticia de la *alza* : instrumento inventado para apuntar con exactitud los cañones y obuces fuera del alcance de punto en blanco ; pero que no obstante esta utilidad , se ha impugnado con viveza : en fin , en el XI.º se tratará del punto mas esencial de todas las diferencias que hay entre la Artillería antigua , y la moderna , que es ser las piezas de campaña de ésta mas cortas , y tener menos espesores : de cuyas dos circunstancias inferen sus adversarios , que tendrán mas corto é incierto alcance ; que serán menos resistentes ; y que sus retrocesos serán excesivos.

390. De ningun modo nos persuadimos que las nociones dadas en este Artículo sean suficientes para formar un Oficial Director de una Fundicion : para esto son indispensables muchos conocimientos de Chimia y Metalúrgia , y además , una grande experiencia acompañada de un cierto ta-

lento de meditacion y combinacion , que no todos poseen. Nuestro objeto es dár sobre este importante ramo las idéas suficientes para que los Jóvenes tomen una tintura de lo que es una fundicion ; del método con que sé fabrican las pesadas armas que han de manejar y servir ; y de los principios por quienes se debe apreciar su calidad, y mejorar su construccion. Creeremos haber conseguido mucho , si al mismo tiempo les inspiramos el que discurran en este , y otros puntos de nuestra facultad , sin preocupacion , parcialidad , ni acritud ; sinó desconfiando sinceramente de las apariencias , y dando solo un entero asenso á lo que manifiesten exâctas , repetidas , y combinadas experiencias : que es lo que conviene al Servicio del Rey , al honor del Cuerpo , y á la propia reputacion de cada Particular.



ARTICULO III.

Del Hierro, y de la fundicion y fábrica de las piezas y municiones compuestas de él.

I. **E**L hierro es el metal mas útil y de mayor uso en la sociedad, tanto en su parte civil, como en la militar : en esta , es una materia preciosa , que con ninguna otra puede suplirse sinó imperfectamente : de él se fabrican las armas de fuego , punta, y corte , los instrumentos de zapadores , minadores, gastadores , y toda clase de obreros, los proyectiles de las piezas de Artillería , muchas máquinas de ella , fortalece y ensambla las demás piezas de éstas, las de los carruages , cureñas , afustes , &c. Siendo pues su uso tan esencial y extenso en el servicio de la Artillería , nos es indispensable , para no estar atenedos al dictamen de Artesanos ignorantes y preocupados de sus antiguas prácticas , conocer este útil metal , y saber apreciar su calidad.

2. Se puede mirar el hierro baxo de quatro diferentes puntos de vista : como colado y sin purificar ; como régulo , es decir , como afinado y sepa-

rado por la mayor parte de las sustancias heterogeneas ; como batido ó forjado ; enfín , como acero. De qualquiera de estos modos que se considére , es de un uso importante en la Artillería , y por lo tanto se necesita saber apreciar su calidad respectiva.

3. El hierro colado es el material de que se fabrican las piezas de Artillería para el uso de la Real Armada , y para el de las Plazas , en falta de las de bronce ; tambien se fabrican de él todas las municiones de la Artillería: así nos parece indispensable exponer los medios de apreciar las minas de hierro; de preparar la mena , ó las venas de ella , segun su especie ; y de extraer el hierro con las precauciones necesarias para que sea de buena calidad : tambien se expresarán las señales ó pronósticos por quienes se puede conocer el estado del horno en que se haga la fundicion , y la bondad de ésta : y éste será el asunto del Numero I^o. de este Artículo.

4. La fundicion de las piezas de Artillería , hechas de hierro colado , debería ser uno de los puntos principales , no solo de este Artículo , sinó de todo el Tratado; mas como por últimas Reales Resoluciones ha pasado la inspeccion y direccion de estas Fábricas á la Real Armada , para cuyo servicio son por lo general las piezas en ellas fundidas : solo toca-

rémolos este punto muy superficialmente en el Número II^o: en el que nos extenderémos sobre el método actual de fundir las municiones , y sobre los medios de perfeccionarlas.

5. Las piezas de Artillería de hierro colado, que son las únicas de este metal que hasta ahora se han usado, tienen entre otros defectos el muy notable, y funesto de reventarse astillando ; y no ser facil de consiguiente conocer quanta será su duracion ó servicio: por cuya razon no se puede dotar de ellas un trén de batir , ni de campaña ; ni tampoco deben componer el número total de dotacion de las piezas de una Plaza para su defensa. Mas como este defecto no sea esencial y privativo del hierro, sinó en quanto está impuro y cargado de azufres como el colado, no se deben desechar por él , para los fines prescriptos , las piezas de hierro en quienes por haberse purificado este metal , esté exento del expresado accidente ; pues , por el contrario , estas piezas serían incomparablemente mejores que las de bronce. Así ha sido , aunque sin éxito , el objeto de muchos Sábios , hallar el método de poder soldar y forjar gruesas masas de hierro batido para fabricar cañones de Artillería , semejantes á los de fusil ; ó de reunir solidamente muchas piezas separadas para

que formen una de Artillería. Ultimamente el Señor Grignon , que á una ciencia nada comun en las materias físicas , reúne una experiencia de muchos años en la Metalúrgia , singularmente en la parte concerniente al hierro , ha publicado dos Memorias sobre el método de perfeccionar las piezas de Artillería , construyendolas de régulo de hierro , ó de hierro forjado : no nos atrevemos á decir afirmativamente que este clásico Autor haya conseguido su intento : á la experiencia sola toca decidir en esta materia ; pero sí , que sus idéas son nuevas , sólidas , bien combinadas , y que de ellas , parece , que efectuadas podrían resultar las grandes ventajas de tener una Artillería mucho mas durable , menos costosa , y mas ligera. Por esto nos hemos creído obligados á dár noticia individual del contenido de las expresadas Memorias : lo que executaremos extracandolas en los Números IIIº y IVº de este Artículo.

6. Aunque en este ultimo extracto se darán varios conocimientos acerca del hierro batido : como estos serán referentes á la fábrica de cañones , creemos preciso dár noticias mas individuales de él , respecto al extendido é importante uso que tiene en la Artillería ; y este será el objeto del Número Vº

7. Finalmente en el Número VIº , y último de

este Artículo se tratará del hierro, considerado en su quarto punto de vista; esto es, como acero, respecto á su importancia en el ramo militar: se manifestarán quáles sean sus diferencias con relacion al hierro; cómo se obtenga y fabríque; sus clases, reconocimiento y temple.

Número I.

De las minas de hierro, su preparacion, fusion, y conocimiento del hierro colado.

8. **S**I el hierro es el metal mas necesario, y de mas extendido uso, tambien es el mas comun y abundante: se halla en el fondo de los abismos de la tierra, y en todos los grados superiores hasta la superficie; acompaña las minas de todos los metales, y semimetales; les sirve de basa y cubierta, y se une á ellas; penetra toda especie de piedras, tierras, y arenas; sigue el curso de las aguas; circúla con el xugo de las plantas, y con la sangre de los animales; en fin, se muestra en todas partes.

9. El hierro no puede estar tan generalmente extendido, sin dexarse de mostrar baxo formas muy diferentes, y ligado á materias que alteran su com-

posicion. Estas variedades son producidas por los diversos accidentes que han presidido su generacion, ó que lo han acompañado en su propagacion ; ó sea por las sustancias que le han servido de matrices para recibirle , y dexar obrar en ellas las digestiones , y transmutaciones necesarias á la perfeccion de su mina.

10. En efecto , la mina de hierro es la que mas varía en su forma y calidad , lo que causa principalmente la notable diferencia que se encuentra de unos hierros á otros ; pero todos pueden reducirse á un mismo estado por operaciones proporcionadas para separar las diversas sustancias con que estén mezclados : así se puede considerar al hierro como uno mismo en especie en todo el mundo, respecto á que de todas sus minas exceptuadas las de roca impregnadas de cobre , se puede obtener hierro de buena calidad, segun la opinion del Conde de Buffon.

VII. Los Autores , que tratan de las minas de hierro , traen por lo comun una prolixa é inutil division y nomenclatura de ellas , sin exponer los varios tratamientos y preparaciones que exigen para que sus hierros salgan de buena calidad. Para evitar esta confusa exposicion, reduciremos todas las minas á dos especies : á la una llamaremos *mina de roca* ; y

á la otra *mina de granos sueltos* ó *de perdigones*. Las de roca son las que se encuentran en matrices sólidas, compactas, y que no pueden extraerse sinó á fuerza de cuñas, almaynas, barras, y aun algunas con pólvora; por lo que se podrian llamar *pedras de hierro*. Esta especie de mina se halla en nuestra Peninsula en los Pirinéos, Vizcaya, Guipúzcoa, Encartaciones, inmediaciones de Ronda, y en casi todas las montañas elevadas: igualmente se halla frecüentemente en toda Europa, singularmente en las montañas que están hácia el Polo. La mayor parte de estas minas son de color de hierro; pero las hay tambien roxas, amarillas, blancas, cenicientas, verdosas, y azuladas; mas de qualquier color que sean se ponen obscuras con una ligera calcinacion. El imán atrae quasi todas las minas de roca; y observandose el mismo fenómeno con toda materia ferruginosa que ha sufrido la acción del fuego, puede creerse que esta mina, siendo magnética, debe su origen al elemento del fuego. Regularmente las minas de roca son de mucha extension, y muy profundas: sus lechos son verticales, (al contrario que los de las demás piedras), de muchos pies de espesor, y á veces de algunas toesas.

12. La mina de perdigones, parece formada por

el agua que ha acumulado las partículas de hierro que los vegetales, y animales dexan en las tierras, descomponiendose sus sustancias: ó las que lame y quita con su corriente de las minas de roca. Se encuentra, al contrario que ésta, en granos redondos, mas ó menos pequeños, y en planchitas de figuras irregulares; pero nunca atraibles por el imán, si antes no se exponen á la accion del fuego, ó por mejor decir á la del ayre por medio del fuego; pues quemando esta mina en un vaso cerrado, tampoco la atrae el imán.

13. El Señor Grignon se persuade que todas las minas de hierro tienen su origen de la disolucion de las *piritas marciales*: el ácido superabundante y el flogisto desamparan la otra parte del ácido, la materia ferruginosa, y la tierra vitrificable que habian entrado en la composicion de la pirita, y estas tres sustancias corren á fixarse en los cuerpos que encuentran. Si estos son de una composicion porosa y ligera los penetra la disolucion, se une íntimamente con ellos, y no forman mas que un cuerpo, que es lo que se llama mina de roca. Si el principio lapidario de ella es calizo se obtendrá seguramente un buen hierro. Si al contrario la basa de estas minas es vitrificable, el hierro que proceda de ellas

será quebradizo , á causa de la abundancia del principio sulfúreo. En fin , si la matriz de esta mina es refractaria , no solamente será quebradizo el hierro que resulte ; pero apenas lo podrá morder la lima.

14. Si el depósito ferruginoso encuentra con cuerpos duros y compactos se aplica al rededor , se endurece , y seca ; y como al consolidarse las partes se reunan , y hayan principiado á tomar consistencia por la superficie exterior ; necesariamente , retirandose del centro á la circunferencia , debe quedar el cuerpo duro , que rodéan , en un espacio mayor que el que ocupa ; y así se forman las minas de granos sueltos , ó de perdigones.

15. Estas son de tres especies principales. Las primeras son muy redondas y pequeñas : por lo ordinario les sirven de basa granos de arena , y se encuentran acompañadas de arena obscura ; de tierra suave , grisá , prieta , amarilla , ó roxa ; ó en fin solas. Estas últimas son las mas abundantes : las segundas dán mejor hierro : y las primeras son las menos ricas , y su hierro quebradizo.

16. La segunda especie de estas minas son las que tienen por basa greda , estando las partes de ésta penetradas y envueltas del depósito ferruginoso : estas minas son un poco mas gruesas que las pre-

cedentes ; pero chatas , angulosas , y brillantes: están mezcladas confusamente con greda oscura, ó roxa , y producen tanto hierro como las de la especie anterior , y de mejor calidad.

17. La tercera division comprehende las minas que tienen por basa tierra suave , las quales son de una figura redonda de la magnitud de guisantes: estas minas producen un hierro docil , correoso , y facil de trabajar. Se debe advertir , que en todas estas minas se suelen encontrar algunos granos tan grandes como guijarros.

18. Además de estas especies de minas hay otras muchas , ágrías , pobres , y refractarias , que no merecen ser cultiven ; provenidas , segun el citado Autor , de que el depósito ferruginoso ha encontrado con cuerpos cuyas moléculas muy unidas no dexan ningun acceso entre ellas ; pero que están llenos de cavidades en donde se introduce , formando un todo compuesto de partes heterogéneas.

19. Las minas de roca , y singularmente las sulfúreas y arsenicales , necesitan por primera preparacion calcinarse , quemarse , ó ranglarse como se dice en nuestras ferrerías. Este fuego preparatorio las abre , disipa los azufres que no están ligados con el hierro en su mina , desata las sales vitriólicas , y faci-

lita la separacion de todos los cuerpos heterogéneos y superabundantes quando se laven. En Suecia se fábrica muy buen hierro de minas ágrias y refractarias, quemandolas.

20. Esta operacion se executa en nuestras ferre-
rias poniendo un lecho de carbon de medio pie de
alto sobre el terreno, encima otro de mena ó vena
de un pie de alto; y así alternativamente lechos de
carbon y mena, hasta formar una especie de para-
boloide, cubierto exteriormente de carbon; á quien
se le dá fuego, y arde por espacio de quatro ó cinco
dias. Tambien se suelen ranguar las minas colocan-
dolas en igual disposicion en unos hornos semejantes
á los de cal: práctica mas ventajosa, porque con me-
nos carbon se calcinará la mina. habiles

21. Segun Schlutter, es preferible el uso de que-
mar la mina con leña; porque el carbon no hace
efecto mas que sobre la parte del mineral contigua á
él, y así es preciso poner alternativamente lechos de
carbon y de mineral; quando usando de leña, basta
poner un lecho por basa ó pie, el qual incendiado
atraviesa con su llama todo el mineral, y lo pone
roxo en toda su altura. La madera mas aproposito,
segun este Autor, es la de pino, y en su defecto la
de encina, roble, ó haya; pero siempre muy seca.

22. Tanto las venas que se hayan preparado quemandolas , como las que no necesiten de esta operacion , es conveniente romperlas , desmenuzarlas , y lavarlas. Lo primero se executa en un molino semejante á los de pólvora , llamado *bocard* , del qual dimos noticia en el Artículo anterior. El Señor Grignon ha inventado uno muy ingenioso , donde el mineral se rompe , agita , se separan por decantacion del agua las partes térreas, y aun se criba. Nosotros no podemos entrar en el por menor de él , basta expresar , que esta preparacion lejos de ser dispendiosa, origina menor gasto ; porque no se consume una gran cantidad de carbon en fundir vanamente materias extrañas al hierro , saliendo éste , además , de mala calidad.

23. Las minas de perdigones suelen estar mezcladas con granos de arena ó piedra vitrificable sumamente duros ; para separarlos , en parte , suele ser preciso usar de unas cribas compuestas de barritas de hierro , que dén paso al mineral , ó á los granos heterogéneos , segun la magnitud de éstos.

24. En nuestras ferrerías , despues de ranguar la mina de roca , se rompe en pedazos pequeños en una máquina de agua , ó á fuerza de brazos , y no suelen lavarse : ésta operacion se executa con las de perdi-

gonas , poniendolas en unos pilones mas largos que anchos , y poco profundos , por donde pasa agua corriente.

25. Mas no se puede negar que el lavar los minerales con la mayor prolixidad ocasiona un producto considerable , y que el hierro sea de buena calidad. Para esto contribuye tambien en gran manera la acertada mezcla de los minerales ; los argillosos se deben mezclar con los areniscos ; y los que contienen partes calizas deben concurrir á la perfeccion de ellos ; tanto para facilitar su fusion , como la separacion de sus partes heterogéneas. Las minas de roca mezcladas con las de perdigones , las sostienen , é impiden que éstas se caygan por entre los carbones , precipitandose al fondo del horno.

26. Para mezclar los minerales se debe tener cuidado de acopiarlos , y prepararlos separadamente , á fin de mezclarlos despues en las proporciones que exijan , segun los conocimientos que se hayan adquirido de sus calidades. Si los minerales, aunque de diferente calidad , son de un igual volúmen , no necesitan lavarse separadamente , y se pueden mezclar quando sufran esta operacion.

27. La reduccion de los minerales de hierro es la operacion que exíge el fuego mas activo , vehe-

mente , y considerable ; pues sus partículas no se desunen sinó por la accion de un semejante fuego. Tampoco adquieren las propiedades metálicas , sinó por la fecundacion del flogisto del carbon , y éste no produce efecto , sinó estando aplicado inmediatamente : así es necesario , que en los hornos de fundicion , esté el mineral mezclado con el carbon para que reciba su flogisto á medida que se aparte de él.

28. Para que el fuego sea vivo , es necesario aumentar el paso del ayre por fuelles , barquines , trompas , ó ventiladores ; ó por la construccion particular del horno , (como se dixo en el Número III^o. del Artículo anterior) ; pero esta especie de horno , llamado de reverbero , no puede tener uso en la reduccion de las minas de hierro , (porque es necesario que las tóque el carbon) , á menos que no se combine el mineral con carbon de madera ; mas siempre será ventajoso el horno de fuelles , sean éstos de la especie que se quiera.

29. Los materiales de que se fabriquen los hornos deben ser de los que se aproximen mas al estado de vitrificacion , como la piedra de fuego , la pizarra , y otras materias refractarias. Y su figura mas ventajosa , parece , debe ser la circular ; pero en la práctica se halla mas conveniente la elíptica , por-

que facilita se gobierne , y trabaje mas comodamente en el horno.

30. El uso mas comun en la construccion de los hornos , es fabricarlos de modo que la cavidad que dexen interiormente , tenga la figura de un obelisco , cuya basa sea un rectángulo , de quienes los lados de la tobera y *contraviento* tengan cinco pies ; y los laterales del *tin* y *recosten* quatro y medio ; mas esta forma angular es muy defectuosa , porque no se distribuyen con igualdad los lechos de carbon y de mineral : asimismo , por los ángulos se forman quatro torrentes de ayre , por donde se disipa el fuego , y hace caer al mineral próximo , aun crudo , á sobrecargar una cantidad de carbon que no puede reducir esta porción superabundante de mineral.

31. Es muy ventajoso hacer los hornos bastante elevados , porque los declivios son mas insensibles ; las materias descienden mas lentamente , y mejor digeridas ; y se puede dár mayor capacidad á los hogares , aunque se hubiesen de aumentar los fuelles en magnitud , ó en número , para subministrar la cantidad de ayre necesaria. Así convendría que su altura fuese de quatro toesas.

32. Estos hornos , como los de reverbero , deben estar sobre una boveda y precavidos de toda

humedad: sobre la boveda está el crisól ó caldera, que se debe construir de argillas y ladrillos hechos de ella, ó de piedra de fuego; su fondo ha de ser de arenas calizas, ó conchas molidas, de las muchas que se encuentran en la tierra, provenientes de inundaciones: sus dimensiones, en un horno de 18 pies de alto, son 15 pulgadas desde la tobera al contraviento, 55 del *tin* al *recosten*, y 18 de alto: su longitud se aumenta hácia el lado derecho de la tobera: esto es, hácia el *tin*, (que lo componen unos barrotes de hierro colado que atraviesan el crisól, y sobre quienes se fabrica este costado del horno), y se termina por una plancha de hierro colado llamada *dama*, situada con una inclinacion de 60 grados, por la qual caen las escorias. Sobre el crisól está la tobera frente del exe del cuerpo del horno: este se compone de dos conos elípticos truncados, y unidos por sus basas: los exes conjugados de los dos por esta parte, llamada *cieles*, son de 6, y 5 pies: el cono superior tiene 12 pies de alto, y su basa menor, que es la boca del horno, tiene 30 pulgadas de mayor diámetro, y 25 de menor.

33. El cono inferior tiene su basa menor en forma de un rectángulo, cuyos lados menores, de 15 pulgadas de largo, son circulares, y los otros de

23 pulgadas, rectilíneos: la altura de este cono es de $4\frac{1}{2}$ pies. En uno de sus lados mayores se sitúa la tobera sobre una plancha de hierro fundido, colocada horizontalmente: su boca debe ser de 3 pulgadas de alto, y quatro de ancho, y está dirigida al eje de los conos. La tobera se abre también en una piedra, llamada *capilla*, sin guarnecerla de una tal plancha de hierro.

34. A un lado de la dama, regularmente al del contraviento, hay un espacio de quatro pulgadas de ancho entre ella y el barrote, ó prisma de hierro colado, que se llena de argilla amasada con arena, para que taladrando después esta especie de tapon con la *sangradera* pueda salir la fundición.

35. La boca superior del horno debe estar cubierta de una plancha arqueada de hierro colado; y aun mejor de una chimenea de siete pies de alto, cerrada por todas partes menos por el lado del recosten. Para la mas completa inteligencia de la construcción de los hornos del hierro, vease el Tomo de Laminas, donde se hallarán las correspondientes á este Artículo.

36. Después de construído, ó reparado un horno, se debe dexar secar algun tiempo, antes de llenarlo de carbon: algunos suelen encender dentro un

fuego ligero de llama para enxugarlo ; pero esta práctica es perjudicial en las obras de arena. Seco el horno , se llenará de carbon , cerrará la tobera , y por la abertura por donde ha de salir la fundicion , se introducirá una palada de carbon encendido : el fuego se vá extendiendo insensiblemente hasta ganar la boca superior : en lo que tarda mas ó menos segun la calidad del carbon , sequedad del horno , y estado de la atmósfera. Desde que el fuego aparece por la boca superior , se principian á dár *parrillas* ; esto es , á introducir por entre la dama , y el tin , unas palancas de hierro colado , que suspendan el carbon algun tiempo , y dén paso al ayre , á fin de avivar el calor en la caldera , y disponerla á recibir el baño , y separar las materias vitrificadas que se desprendan del cuerpo del horno : esta operacion conviene repetirla con alguna freqüencia. Luego que el carbon haya baxado el espacio de una carga , se echará suficiente cantidad de él para llenar el horno ; y así sucesivamente por dia y medio , despues de manifestarse el fuego por la boca , respecto á que este tiempo es el que la experiencia ha manifestado suficiente para preparar el horno á recibir el mineral.

37. Pasado este tiempo , y que el horno tenga

vacío el espacio de una carga , que será quando el carbon haya baxado tres pies , se cargará por la primera vez de mineral , con las precauciones que despues diremos , y sucesivamente se irán echando cargas , conforme haya lugar para ellas. Quando se conozca que el mineral de la carga primera ha llegado á la tobera , porque se vean chispear algunos globos ó gotas de él en la caldera , se darán las ultimas parrillas , limpiará la caldera , se pondrá en su fondo una cama de cisco para recibir el baño , cerrará la abertura de ella , destapará la tobera , y principiará á andar los fuelles.

38. No todo carbon es oportuno para los hornos de hierro : el reciente es contrario al producto del horno , y al tiempo que debe tardar la fusion del mineral : el muy humedo , por haber permanecido mucho tiempo en algun subterraneo , no es tampoco adecuado : el muy menudo se une y apelotona con el mineral , é impide la circulacion del ayre: el que tenga muchos tizos , ó que se haya requemado tampoco es conveniente , porque en grueso volumen contiene poca sustancia para el fuego.

39. La carga de un horno debe componerse de una determinada cantidad de materiales , que deben obrar , y sufrir los efectos de la digestion , y que

se introducen en el horno en intervalos iguales de tiempo , á proporcion que se ván consumiendo. El carbon , que contiene el principio activo , es la basa; su volúmen debe ser invariable. El mineral , que es el principio pasivo de la carga , se proporciona segun su carácter ; los refractarios deben entrar en menor cantidad , y los fundibles se deben emplear con mas abundancia : los fundentes , (por quienes no se debe entender un cuerpo particular , sinó todo el que tiene por basa una sustancia caliza , ó absorbente) , deben entrar con proporcion á la cantidad y calidad del mineral. Tambien suele ser conveniente cargar el horno con alguna cantidad de una argilla amarilla , mezclada de tierra animal ó vegetal muy atenuada , y conmovida por las aguas : su uso es conservar las paredes del horno contra la grande impresion del fuego , extendiendose por su superficie como un varniz , que impide que el mineral se fixe á ella : tambien sirve de fundente á la sustancia caliza ; refresca la tobera ; y dá una porcion de flogisto.

40. El carbon y el mineral se deben echar por la boca superior del horno en lechos alternados , y lo mismo los fundentes y la argilla ; pero con la precaucion de acumular el carbon hácia el tin , el mine-

ral á la parte opuesta , los fundentes en medio , y la argilla hácia la tobera , y el contraviento.

41. Las cargas se deben suceder unas á otras, y no ser muy fuertes , basta que el horno tenga tres pies vacíos , para poner una nueva carga de los expresados tres ó quatro materiales. El uso de cargar el horno con mayores cantidades tiene los inconvenientes : de que se consume mas carbon ; la mezcla de los materiales es mas difícil de hacer ; su carga ha baxado mucho , lo que ocasiona una pérdida considerable de calor ; los materiales se precipitan desde luego en el cono inferior ú hogar , y de consiguiente llegan crudos ; y las paredes se queman mas prontamente.

42. Los fuelles deben estar colocados horizontalmente , y de tal modo dispuestos , que la cantidad ó golpe de viento sea siempre igual , y sin interrupcion : para conseguirlo sería conveniente que hubiese tres fuelles en lugar de dos , y que de todos saliese el ayre por un solo cañon.

43. Se debe exáminar freqüentemente , y con mucho cuidado la tobera , que ha de estar siempre brillante , y sin chispear : es necesario quitar de delante algunas escorias, y parte de la argilla, que estorvan la accion del viento : tambien se debe cuidar de

mantenerla siempre de la misma magnitud, reparandola con argilla.

44. Se puede estar cierto de que un horno está en buen estado, quando sus funciones son periódicas y sencillas; es decir, quando sus cargas se consumen en tiempos iguales, que su producto es á corta diferencia el mismo, y que las fusiones se repiten cada doce horas. Tambien se conoce que un horno exerce bien sus funciones, quando las escorias corren pausadamente hasta el pie de la dama, y son de un color verdoso con algunas vetas ligeras blanquecinas; ó de un color de lino que tira á amarillo. Quando la impresion del viento de los fuelles ocasiona un movimiento de undulacion en las escorias, lo que se percibe desde fuera por una especie de refluxo pausado; la llama que se descubre por la boca superior y por la inferior es viva, la de abaxo blanca con algunos rayos amarillos roxos, y la de arriba corta, azul, mezclada de blanco, y rayos roxos brillantes; los bordos de la boca superior y su interior están blancos; y en lo interior del horno se oye un ruido sordo continuado: todas estas señales reunidas, y la de espesarse las escorias, y ser mas obscuras, prueban que se ha vitrificado un poco de hierro, y que se debe aumentar la dosis del mineral.

45. Quando la llama que sale por la boca superior del horno es de un amarillo apagado, mezclado de un roxo obscuro, y está acompañada de humo; la boca tiene un color livido renegrido; las cargas no descienden igualmente; la tobera chispéa, está demasiado ardiente, se obscurece, porque se le pegan las escorias; la llama de abaxo es obscura y pálida, mezclada de humo; las escorias son muy morenas, de un verde obscuro vetado, y corren muy abundantemente, formando bolas de donde salen chispas; y en el horno no se percibe ningun ruido: se puede inferir que el horno está, ó vá á estar en muy mal estado.

46. Quando las escorias son vidriosas, es decir, que están como pulidas, reflectando la luz aun roxas, y su masa se mantiene bastante caliente interiormente: se debe inferir que el horno principia á estar sobrecargado de mineral; y que el hierro comienza á mudar de calidad; y es preciso disminuir en cada carga la dosis del mineral, á menos de no valerse de carbon mejor acondicionado.

47. El carbon reciente está expuesto á producir esta especie de escorias: accidente que siempre se debe imputar á defecto del carbon. Quando las escorias corren con mucha abundancia, porque es-

tán muy fluidas, es señal que el mineral no se ha digerido bien : sospecha que se confirma quando el color de ellas es negro : lo que proviene de estar el carbon muy humedo, ó ser de mala especie. En este caso entra la mena en el baño sin haber sufrido el fuego necesario para dividirla, una parte del mineral queda imperfectamente *metalizado*, y la otra, simplemente fundida, se une á las escorias haciendolas mudar de color. Es, pues, preciso en este caso disminuir la cantidad de mineral.

48. El color de las escorias, quando está el horno en buen estado, y exerce bien sus funciones; es decir, su color natural, varía segun la naturaleza de las materias que están mezcladas con el mineral. Hay minas de quienes el color de las escorias es azul, en otras verde, y aun tambien las hay que las producen negras.

49. El carbon muy grueso dexa entre sí intersticios considerables, por donde se precipita el mineral, estando apenas roxo : la rarefaccion que causa hace levantar las escorias, que entran por la tobera, se endurecen, interceptan el viento, y aun queman los fuelles : el baño se espesa, y pega á los útiles. En este caso crítico es necesario cercenar una quarta parte del mineral; vaciar lo mas exâc-

tamenté que se pueda el fondo de la caldera , quando se funda ; acelerar el movimiento de los fuelles ; y hacer romper los carbones gruesos , ó usar de carbon mas menudo.

50. La humedad del mineral , con que , al salir del lavadero , se carga un horno ; la que una gotera ó filtracion de las lluvias introduce en él ; ó la que resulta de las grandes avenidas , disminuyen considerablemente el calor : el mineral se apelo-tona y pega á las paredes , el baño se fixa , las escorias no pueden salir ; de modo , que suele ser indispensable cerrar el horno. Si no se llega á este caso extremo se podrá restablecer , redoblando la accion de los fuelles , limpiando continuamente la tobera , empleando la mejor calidad de carbon , disminuyendo la carga del mineral , y elevando á fuerza de trabajo las masas de metal que se hayan pegado , sin atormentar demasiado el horno.

51. Quando se quiera apagar un horno , es necesario hacerlo con varias precauciones : el mejor método es , echarle tantas cargas de carbon solo , llamadas *cargas falsas* , quantas se sabe puede contener ; andar los fuelles hasta que se note que no cae mas mineral ; vaciar el metal que haya en la caldera ; limpiar ésta ; y cerrar el horno exáctamente.

52. Exponer por menor todos los accidentes, que pueden alterar la calidad del metal procedente de la primera fusion, y los medios de corregirlos, sería un asunto extremadamente difuso y prolixo: además, que solo una experiencia continuada y reflexiva puede percibir las alteraciones del horno, y del metal, por la llama y ruido del horno, y por el color y consistencia de las escorias; pues no es facil sin ella conocer ni explicar las mutaciones insensibles, y poco fixas de los colores medios y compuestos de la llama, y las escorias, por quienes se percibe la buena digestion del mineral, y mejor estado del horno: hemos indicado las principales señales, su explicacion requiere práctica; pero para poder tener los principios suficientes sobre estas materias, es indispensable estudiar las Obras de los Señores Conde de Buffon, Grignon, Reamour, y Bochu.

53. El producto de esta primera fundicion, no es un metal, pues le falta ser correoso; por lo tanto no se le puede llamar con propiedad hierro fundido ó colado; sinó que debería llamarse piedra, ó *matta* de hierro, igualmente que al cobre procedente de la primera fusion, (Numero Iº. Artículo IIº). De qualquier modo que sea, esta primera especie de hierro sale del horno baxo diferentes grados de pureza, con-

sistencia, color, y limpieza: y comunmente se divide en dos especies distintas, llamadas *fundicion blanca* y *grisa*: cada una de éstas se subdivide en otras diferentes en color, y calidad.

54. En general, el hierro colado no es otra cosa que mineral fundido, con retencion de una parte de los azufres, y otras sustancias que contenía, y que se ha cargado abundantemente; en la fusion, del principio sulfúreo volátil del carbon: de modo, que el hierro colado se diferencia otro tanto del hierro puro, como el antimonio se distingue de su régulo.

55. La fundicion blanca es la peor, porque está cargada de materias heterogéneas, siendo varias las causas que contribuyen á ello. 1.^a Quando se sobrecarga un horno de mineral, relativamente al calor que pueda tener; sea que este defecto de calor proceda de una construccion viciosa, de la debilidad de los fuelles, de la mala especie del carbon, por haberse pasado al hacerlo, ó haberse humedecido en los almacenes: todos estos accidentes se oponen á la exácta separacion de las materias extrañas. 2.^a Quando el Fundidor no está con el debido cuidado para hacer baxar las cargas suavemente, y que no se precipiten desde luego; porque en este caso hacen una bóveda sobre la tobera, y quando ésta se viene á

quebrantar, las cargas descenden confusamente, y entran en parte en el baño. 3^a. El mismo accidente sucede, quando el cuerpo del horno forma ángulos, en donde se acumulan las materias, hasta formar masas gruesas, que al fin se precipitan en el baño. 4^a. Un semejante inconveniente resulta de la antiqüedad del horno, que se habrá ensanchado demasiado con el uso, y no podrá sostener el equilibrio de la coluna de las materias de que se carga. Todos estos accidentes son causa de que la fundicion sea mas ó menos blanca: ésta se puede subdividir en tres especies.

56. La primera, que proviene de los accidentes violentos del horno, sale turbada interiormente, por el esfuerzo que hacen las materias extrañas para salir, y formando ampollas de quienes saltan chispas; es pesada, quebradiza, obscura por fuera, y alguna vez tirando á roxa, blanca por dentro, sin brillo ni coordinacion, y de un sonido áspero, y duro. Esta fundicion, á quien con particularidad se le puede dar el nombre de *matta de hierro*, no es útil para ninguna obra, y en las fraguas, á costa de mucho trabajo, produce un malísimo hierro.

57. La segunda especie de fundicion blanca procede de algunos ligeros accidentes, ó de que las

proporciones de la mina y el carbon no son justas. Esta, á causa de la gran cantidad de partes metálicas extrañas y sulfúreas que contiene, ataca y corroe la caldera que la recibe; sale muy ardiente del horno, y con ímpetu; hierve, arroja muchas chispas; se fixa prontamente; es desigual por la superficie, se cubre de una corteza dura, negra, y quebradiza, que se separa por escamas. Interiormente es muy blanca, dispuesta mas ó menos regularmente en rayos ó agujas como el antimonio, ó como todas las sustancias metálicas unidas íntimamente á mucho azufre; su sonido es claro, y como de plata; al enfriarse se rompe con estrépito, quando su volumen no es proporcionado á su espesor; es pesada, dura, y quebradiza; la lima no la muerde; se funde con facilidad; y el hierro que produce en las fraguas es de mala calidad.

58. La tercera especie de fundicion blanca es la que ha recibido un grado de depuracion superior á la precedente, así es mas perfecta, y aunque contiene materias sulfúreas, y heterogéneas, participa de la fundicion grisá: lo que se percibe por partes de esta última, mas ó menos extendidas en sus masas, y que forman pintas estrelladas grisás, que se asemejan á las de la trucha.

59. Esta fundicion sale del horno mas fluída y tranquilamente que la anterior: no obstante, arroja chispas brillantes, que manifiestan su calidad é imperfeccion: el hierro colado que resulta es muy apropiado para los ayunques de las fraguas, y para toda especie de obra en quien el volumen contribuye á su solidéz: el hierro procedente de ella es mucho mejor que el de los anteriores.

60. A esta especie de fundicion se puede reducir la que siendo grisá por naturaleza, se hace dura, blanca, y quebradiza por haberla recibido un molde frio, humedo, y compacto en quien se fixa precipitadamente.

61. La fundicion grisá se obtiene por una justa proporcion del mineral, fundentes, correctivos, y calor, de donde resulta la separacion de las materias heterogéneas que se vitrifican, y una fusion exácta de las partes metálicas. Esta fundicion es la que produce el mejor hierro, que se podrá obtener de la peor mina, si se procura que su fundicion sea grisá.

62. Hay por lo general dos especies de fundiciones grisás, la una de un gris ceniciento, y la otra mucho mas obscura, tirando mas ó menos á negra. La primera es la que tiene toda su perfeccion, considerandola como hierro colado; sale del horno tan

fluída como el agua procurando su nivél ; aparece tranquila , y tiene un color amarillo dorado ; hace flujo y refluxo , vertida en un molde horizontal : exá-la algunos vapores blancos , que amarillean ; toma toda suerte de impresiones , y se puede cincelar con delicadeza ; se disminuye considerablemente de volumen al enfriarse , y se cubre su superficie exterior de una película de escorias muy ligera ; su color exterior es de un gris apizarrado , brillante quando tosca , y de plata quando pulida ; el herrumbre la ataca difícilmente por su superficie , y muy pronto por dentro ; rota , manifiesta un color gris ceniciento vivo , si está en su grado de perfeccion , y no ha recibido una especie de temple por un enfriamiento súbito , sinó que al contrario se le ha facilitado la evaporacion de los azufres superabundantes , rarificados por el calor ; entonces se dexa limar , se rompe difícilmente , tiene alguna elasticidad , y el martillo hace impresion en ella , comprimiendo sus *moléculas*. La forma y coordinacion de sus partes interiores dependen de las circunstancias , que hayan precipitado , suspendido , ó prolongado su enfriamiento ; quando alguna causa ha perturbado el órden , su coordinacion es confusa , y su grano como el del acero , mas ó menos grueso y redondo ; pero un enfriamiento muy lento

procura á sus *moléculas* una coordinacion simétrica.

63. Quando un horno se carga con poco mineral, ó que su grado de calor se ha aumentado por un fuego muy vehemente, ó por un carbon muy fuerte, ó enfin, porque el baño ha estado mucho tiempo en la caldera, la fundicion es de un gris obscuro frecuentemente renegrido, que es la segunda especie de fundicion gris. Esta sale del horno muy pausadamente, porque su mucha concentracion sirve de obstáculo á su fluidéz; su color es triste; se cubre de arrugas formadas por los pliegues de una película, compuesta de su propia sustancia, que pierde inmediatamente su fluidéz en la superficie, y de quien el movimiento del ayre excitado por el calor envuelve algunas partículas que voltegean, y brillan en la atmosfera; su textura es rala, lo que la hace menos pesada; es docil á la lima, y se puede cortar, pero se desgrana mas facilmente que la otra especie anterior; sufre un esfuerzo violento antes de romperse; es muy dura al fuego; pero dá un hierro nervioso y consistente.

64. Esta fundicion ocasiona una falta de producto considerable en un horno: las piezas fundidas de ella salen raramente bien acabadas, singularmente siendo pequeñas, porque el polvo ó limaduras,

(que suele llamarse *kis* en nuestras herrerías), la impide tomar las impresiones de los moldes, y de que la fundicion se reuna perfectamente; de modo, que las piezas aparecen como corroídas de herrumbre, y surcadas, y aun penetradas enteramente de huecos llenos de *kis*.

65. Quando un Fundidor inteligente nota, por el color y consistencia de las escorias, ó por el *kis* que se pega á sus útiles quando remueve el baño, que éste se ha quemado en parte, introduce en la caldera, una hora antes de vaciarla, algunos pedazos de fundicion blanca, mas ó menos, segun la necesidad, ó un poco de plomo: este último medio es aun mas oportuno. En uno y otro caso el *kis*, que es hierro calcinado, se vivifica, y las obras que se hagan de la fundicion salen de buena calidad, porque los medios empleados vuelven al baño su flogisto y azufre.

66. Con las ideas expuestas en este Numero, se tendrán suficientes nociones para apreciar y distinguir la calidad del hierro colado que resulta de la fusion de las menas de hierro, y para saber proporcionar las fundiciones de Artillería, y de sus municiones, que es el objeto del Número siguiente.

Numero II.

De las fundiciones de hierro colado para piezas de Artillería, y Municiones.

67. **C**omo los hornos en que se funde el mineral no pueden tener mas que una determinada capacidad , ni tampoco sus calderas , porque haciendolas muy grandes se enfriaría el baño : es indispensable construir dos hornos inmediatos para fundir los calibres mayores de Artillería ; y situar la fosa de modo , que vengan á concurrir al conducto por donde se llena el molde , las canales por quienes se vacien las calderas. Es evidente que se debe procurar , que los dos hornos que contribuyen á la fábrica del cañon , se gobiernen de un mismo modo , y con los propios materiales , haciendo que sus calderas vengan á llenarse en iguales tiempos.

68. El mayor cuidado que se debe tener en la fundicion de los cañones de hierro colado , es que sea grisa cenicienta : por esta razon hemos procurado circunstanciar lo mas que hemos podido , (y valiendonos del Sr. Grignon , tal vez , el Autor mas clásico en esta materia) , las señales por quienes se puede obtener , y conocer esta fundicion.

69. Los moldes para recibirla deben ser semejantes en un todo á los descritos en el Artículo anterior para la fundicion del bronce ; aunque tambien se suelen hacer de arena , como actualmente se practica : se debe procurar que la fosa esté muy seca , y los moldes estén bien recocidos , para que el baño se condense pausadamente , y exale los azufres superabundantes.

70. La principal diferencia entre el método de colar las piezas de bronce , ó hierro fundido está , en que quando se vácia éste , descende el baño por un conducto , y principia á llenar los moldes por la parte inferior. Esta práctica puede tener el inconveniente de que el metal mas impuro , y menos recocado forme el primer cuerpo del cañon , que es la parte que debe tener mas resistencia.

71. Para las piezas de hierro colado se ha adoptado tambien la máquina de barrenar y torneear , que para las de bronce. Respecto á aquellas , parece , que no puede tener ninguno de los inconvenientes que se le atribuyen respecto á éstas ; pues siempre el hierro colado tiene demasiada dureza : y la mayor que se nota en su superficie , lejos de ser ventajosa , es por el contrario perjudicial , siendo esta parte muy quebradiza por razon del temple que tiene : así se creyó

se ganaría mucho, despojando los cañones de esta costra, y fundiendolos en sólido.

72. No obstante, habiendose notado que los cañones fundidos en sólido eran menos consistentes, se ha estado perplexo sobre el método de fundirlos, usando de uno y otro, sin haberse aclarado suficientemente esta materia, de que volveremos á tratar al fin de este Número.

73. Una semejante indeliberacion ha habido respecto á las pruebas de estos cañones, usando de una, ú otra, ó de las dos expuestas en el Núm. IV.º del Artículo anterior para los cañones de bronce. En ellas verificó un habil Oficial de nuestro Cuerpo, que era facil conocer quando un cañon iba á reventarse algunos disparos antes de ejecutarlo: sus observaciones y aun experiencias fueron constantes, y parece que por ellas está suficientemente comprobado su importante descubrimiento, que creemos publicará.

74. No entramos en el por menor de esta fundicion de las piezas de Artilleria, por las razones expuestas en la introduccion de este Artículo: así pasamos á tratar de la fundicion de las municiones.

75. Estas, sean sólidas como las balas, ó huecas como las bombas y granadas, conviene que no

sean quebradizas, amelonadas ó atixeradas, ni de notable diferencia en los diámetros de las de un mismo calibre: del 1.º de estos defectos se sigue, que maltratan las piezas rompiendose dentro de ellas; que sus tiros son inútiles en este caso; de poco efecto el golpe de la bala contra cuerpos muy duros; y que las bombas se romperán al caer, antes de reventarse: del 2.º defecto resulta, que las direcciones son erróneas, por no convenir los centros de figura y gravedad; y que es necesario dár mucho viento á las piezas, para que no se atraque la bala ó bomba al entrar, lo que atrae el inconveniente de acortar los alcances: enfín, el tercer defecto ocasiona, que no se puede tener acierto en las punterías, porque cada proyectil será diferente en volúmen, y peso; que los menores golpean y maltratan las piezas; y que es preciso que los vientos sean considerables.

76. Para precaver el primer defecto de las municiones se debe procurar, que el hierro colado de que se fabriquen sea de la mejor calidad; á cuyo fin hemos dado principalmente las anteriores nociones: resta añadir, que aunque vulgarmente se cree que el hierro refundido es de malísima especie, esta es una preocupacion, como se manifestará en el Número siguiente; y como lo confirma la constante ex-

pariencia que ha habido en la fábrica de la Cabada, en donde se han fundido excelentes municiones, (en hornos de reverbero, y con hornaguera), de los pedazos de los cañones reventados en las pruebas.

77. Para obviar los otros dos inconvenientes, es indispensable tener especial cuidado en la moldearía, y reconocimiento de las municiones: puntos de que vamos á tratar.

78. Al presente se funden todas las municiones en moldes hechos de arena arcillosa, ó tierra arenisca: la una, ó la otra deben ser de tal calidad, que solo contengan la parte térrea, ó gredosa indispensable para dar la precisa consistencia á los moldes, sin tener que humedecerlos demasiado, como sería necesario en caso de ser de sola arena. Como no en todas partes se encuentra una semejante tierra, ó arena, se hace preciso mezclar alguna vez arena pura á la tierra arenisca en la dosis precisa para que se consiga el efecto expresado. Las tierras se queman antes para polvorizarlas mejor, cuidando de que el fuego no sea fuerte para que no se desustancien.

79. Los moldes de las balas se hacen en caxas de madera, hierro forjado, y aun mejor colado, con modelos de bronce, que son unas semiesféras de igual diámetro que las balas: se ponen dos de plano, ó por

su seccion, sobre el fondo de una caja, y se llena ésta de la pasta, ó arena de que se hace el molde, batiendo la fuertemente, y con particularidad á los costados de las dos semiesféras, que suelen distar entre sí tres pulgadas. Llena que esté la caja de pasta, y cubiertas las semiesféras, se tapa con su correspondiente cubierta, y se vuelve en sentido contrario: se quita entonces la tabla, ó plancha, que hacía antes el fondo de la caja, y quedan descubiertas las basas de las semiesféras. Sobre estas se acomodan, y ajustan con espigas otras dos semiesferas iguales; y sobre la caja un marco igual al de ella, que se rellena igualmente de la misma pasta ó masa, despues de haber polvoreado de carbon molido la pasta de la primer caja, para que se pueda separar con limpieza la de la segunda, en estando llena. Entonces se cubre con una tapa, se separa de la inferior, y se extraen con cuidado las quatro semiesféras.

80. Al tiempo de moldear las segundas semiesféras, se moldea tambien el bebedero: este se reduce á un cilindro de nueve lineas de diámetro ensanchado por su boca exterior, y que por el otro extremo vá á dár al centro de un elipsóide, unido á las dos esferas del molde por su exe mayor: así, esta pieza forma la canal por donde se llenan los dos moldes. Para que el ayre no impida que estos se llenen, se moldéa tambien en

cada molde un respiradero pequeño, en forma de un embudo, que viene á caer en lo mas alto.

81. Enfn, extraídas las semiesféras, los respiraderos, y bebedero, se unen fuertemente las dos caxas, y quedan hechos los moldes de dos balas. Quando estas son de un calibre crecido convendria hacer cada molde separado, pues entrando cantidad de hierro en ellas, se tarda en llenar el molde, se enfria el metal que ha caido primero, y no se une exácta, é íntimamente todo el que compone cada bala. La metralla se funde en unas semejantes caxas, con la diferencia, de hacerse en cada una 10, 16, ó 20 moldes.

82. Los de las bombas exigen mayor prolixidad: hasta pocos años há se hacian estas excéntricas: de modo, que las esferas exterior é interior de las superficies de la bomba, se apartaban por su culote, y aproximaban por la boca : así sus espesores eran diferentes en toda ella; lo que solía ocasionar que solo estallasen por la parte debil. Se ha hallado por esto mas oportuno hacerlas concéntricas, y reforzar sus culotes por un plano perpendicular á sus exes, cuya sagita sea mayor, ó menor segun el calibre: con este medio se consigue fortalecer esta parte, que recibe los impulsos inmediatos de la pólvora, y hacerla mas pesada, para que cayendo la bomba sobre ella no se rompa tan facilmente, ni se apague su espoleta.

83. Tambien se construían los moldes de las bombas en solas dos caxas, como los de las balas : de modo, que en cada una habia moldeada una media bomba, suponiendola dividida por un plano en direccion de su exe. Mas esta práctica se ha encontrado defectuosa , porque no uniendose nunca exáctamente los moldes , sacan las bombas por su union cuchillos , rebabas , y siempre un círculo excrecente por el qual no parece que el metal será tan consistente ; así porque los golpes del cortafrio , para quitar estas desigualdades , lo quebrantarán ; como porque siempre resultan algunas porosidades en los parages contiguos á estos resaltos de las piezas de metal fundido : y debiendo ser el culote la parte mas resistente de la bomba, no conviene sea de ningun modo defectuoso. Así mismo , como el círculo excrecente ceñia á la bomba por su largo , no se acomodaba tan bien en el ánima. Por estas razones se ha dispuesto que las bombas se moldeen en tres caxas , con cuyo arbitrio la semibomba en que está el culote queda en la inferior.

84. Para hacer , pues , el molde de una bomba, se coloca en medio de una caxa proporcionada una semiesfera de bronce del calibre de la bomba , y se rellena la caxa de la misma masa que las de los moldes de las balas ; se cubre la caxa , se la dá vuelta,

y destapa : se acomoda sobre la semiesfera otra correspondiente , (que tenga en medio de su parte convexa el sólido que forma la abertura de la boca , y una espiga á continuacion , para introducir la del macho) , y se pone un segundo marco para moldear esta parte del modelo : enfín , se introduce por la espiga un anillo , semejante á la boqueta de la bomba , y sobre el marco otro igual , que se llena de la misma pasta igualmente batida : se cubre despues esta tercer caja , y separadas las tres se extraen los modelos.

85. Las ánimas ó machos de las bombas , llamados *ochetes* , se tornean sobre una espiga de hierro en una mesa semejante á las de los barreros , por medio de una tarraja : estos machos se reducen á unas esferas , de la masa que los moldes , cortadas por un plano , segun el espesor del culote , y que á la parte opuesta de este corte , y al rededor del exe , tienen un sólido igual al hueco de la boca de la bomba. Si los moldes se hacen quasi de arena sola , como suele practicarse , se hará una pasta argillosa para los ochetes , afín que tengan suficiente consistencia.

86. Para situar un ochete en su correspondiente molde , se unen las caxas en quienes están moldeados el hemisferio superior de la bomba , y su boca;

se introduce la espiga del macho por el hueco de la boca , y espiga , de que dimos noticia ; y se acomodan las dos caxas sobre la tercera en que está moldeado el hemisferio inferior de la bomba. La espiga del ochete tiene una abertura por donde se introduce una chaveta , con cuyo medio queda situado concéntricamente al molde.

87. En la segunda y tercer caxa se habrá moldeado un bebedero , que vendrá á dár en la union de los dos hemisferios. Sería util poner dos bebederos en los moldes de las bombas de 12 pulgadas, para que se llenasen mas prontamente. En fin , en el Tomo de Laminas , se darán las figuras y explicaciones necesarias para la mas completa inteligencia de este asunto.

88. Antes de usar los moldes , es preciso secar la masa que los forma ; de lo contrario el baño se enfria inmediatamente , y se reconcentran los azufres superabundantes : afín de darles salida , sería conveniente hacer los moldes de una masa compuesta quasi enteramente de arena , y que estuviesen bien calientes. En las bombas se hacen mas indispensables estas precauciones , y otras que sugiera la experiencia , porque de lo contrario están expuestas á romperse al salir del mortero , ó al caer ; singu-

lamente si chocan contra algun cuerpo duro.

89. Dispuestos los moldes , y llena la caldera del horno , se ván rellenando aquellos con cucharas de hierro revestidas de argilla amasada : en esta ocasion se debe cuidar no haya confusion , y que se llene cada molde lo mas prontamente que sea posible.

90. Despues de frios los moldes y el hierro , circunstancia que es importante observar , se deshacen aquellos , limpian las municiones de los barros , y se les quitan los bebederos y respiraderos , dando verticalmente sobre ellos tres ó mas golpes fuertes , y despues uno mediano en sentido contrario : los ochetes de las bombas se extraen sacando primero la espiga ó exe de ellos , y removiendo la greda ó barro con unos hierros curvos: enfín , así las balas como las bombas se igualan y limpian de las rebabas que saquen con cortafrios.

91. Las balas se reconocen con dos vitolas , la una del diámetro que ellas deben tener , y la otra, seis , nueve , ó doce puntos mayor , segun la gracia que quiera hacerse : por la primera no deben pasar, y sí por la segunda , y las bombas se reconocen con compases curvos.

92. Las dimensiones que deben tener , segun las últimas órdenes superiores, las municiones de los ca-

libres de Ordenanza, se expresan en la Tabla siguiente; é igualmente sus pesos medios, ó mas comunes.

T A B L A

De las dimensiones y pesos de las municiones de los calibres de Ordenanza.

	Bombas de á 12. pulg. <i>Pulg. lin. punt.</i>	Bombas de á 9. pulg. <i>Pulg. lin. punt.</i>	Granad. de á 6. pulg. <i>Pulg. lin. punt.</i>	Granadas de mano. <i>Pulg. lin. punt.</i>
<i>Diámetro exterior</i>	11.10.0.	8.10.0.	6. 0.0.	2.8. 8. ⁴ / ₇
<i>Espesor de metales</i>	1. 6.0.	1. 2.0.	0.11.0.	0.4. 6.
<i>Id. por el culote</i>	2. 2.0.	1. 7.0.	1. 2.0.	0.4. 6.
<i>Abertura de la boca</i>	1. 4.0.	1. 1.0.	0.10.0.	0.6.10. ² / ₇
<i>Id. inferior de la misma</i>	1. 3.0.	1. 0.0.	0. 9.6.	0.5. 5. ¹ / ₇
<i>Peso. Libras.</i>	157	66	22	2
<i>Balas. de á 24</i>	<i>De á 16</i>	<i>De á 12</i>	<i>De á 8</i>	<i>De á 4</i>
<i>Diám.</i> 5.5.5. ¹ / ₇	4.9.1. ⁵ / ₇	4.3.10. ⁷ / ₇	3.9.3. ³ / ₇	3.0.0.
<i>pes.lib.</i> .25. ¹ / ₂	17.	13.	9.	4. ¹ / ₂

93. Estas municiones tienen, por lo comun, dos líneas menos de diámetro que las respectivas piezas para que sirven. Es innegable que si se fabrican y re-

ciben sin exactitud ; de modo , que sus diámetros sean muy diferentes , que algunas estén amelonadas, y que en todas haya una excrecencia , mas ó menos considerable , por uno de sus círculos máximos ; esto es, por el contiguo á la union del molde : entonces es indispensable dár á las municiones el expresado viento, y aun así acontece que alguna bala se queda atracada , ó atorada en el cañon. Mas esta práctica tiene en contra gravisimos inconvenientes : 1^o. una gran parte del fluído producido por la pólvora se disipa por el viento del proyectil , á lo que ayuda la figura esférica de éste , y de consiguiente no contribuye á su mayor velocidad : 2^o. como las balas están sentadas sobre la superficie inferior de la recámara de un cañon , el fluído 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 ésta 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 alli la inferior : de modo , que estos asientos y golpes se ván aumentando continuamente hasta inutilizar la pieza : 3^o. aunque en los morteros se suele precaver

este inconveniente por medio de estaquillas, que aseguran la posicion de la bomba; no obstante, al menor descuido en su debida colocacion, ó deformidad de la bomba, hace ésta asiento, choca al mortero mas arriba de las asas, las bombas se rompen, y la pieza queda inutil: 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 puede atribuir las grandes diferencias que se encuentran entre los alcances de dos balas iguales, é igualmente arrojadas.

94. Para precaver estos inconvenientes de tanta entidad, se ha pensado, y aun executado ultimamente, disminuir los vientos de las municiones, fijandolos á sola una linea; pero esta idea, como todas las modernas, ha sido impugnada por todos los Oficiales afectos á los métodos antiguos. Sus principales objeciones se reducen á decir: 1.º que no se podrán tirar balas roxas, porque aumentandose 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 ha-

brán 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 enfín , 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.

95. Mas á la verdad , todos estos inconvenientes parecen mas especiosos que sólidos. En primer lugar , la experiencia ha manifestado que enroxeciendo una bala de á 12 , hasta tomar el roxo color de cereza , (grado mas fuerte de calor , que el que se acostumbra dár á las balas) , solo se dilata 9 puntos ; de consiguiente podrá entrar en el cañon , aun quando su viento sea de sola una linea : además este es un uso accidental de las balas , y por él no se deben sacrificar las grandes ventajas del ordinario y comun.

96. En segundo lugar : es positivo que fabricandose las municiones, como nosotros al presente, sería necesario desechar el mayor número, para que todas las admitidas fueran de un mismo calibre , á pocos puntos de diferencia ; pero es facil remediar este in-

conveniente batiendo las balas, como despues se dirá. Se objetará que este método ocasiona un exceso de gasto considerable; ¿pero en la Guerra hay gastos excesivos quando atraen grandes y conocidas ventajas?

97. 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 así con las expuestas 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 es de muchas lineas.

98. Enfin , se ha hecho la experiencia , que ceñida una bala , de solo una linea de viento , de seis gruesos de hoja de lata , entraba sin dificultad en su respectivo cañon ; de consiguiente no es temible se resista faxada con una sola por gruesa que sea.

99. Para que las balas sean mas compactas, tersas, é iguales las de un mismo calibre , despues de fundidas y limpias , se introducen en un horno de reverbero , cuya caldera ó crisól esté algo inclinado , y

se enroxecen en él , hasta que adquieran el color de cereza ; entonces se extraen y baten en un martinete proporcionado , cuya maza es cóncava , y tambien el ayunque. Con este método se reúne el hierro, viene á quedar quasi forjado por la superficie , y las balas de un diámetro igual á muy corta diferencia, tersas , pesadas , y resistentes al herrumbre. Las bombas y granadas no se pueden exponer á la accion del martinete , pero se enroxecen , aunque algo menos que las balas , para quitarles mas facilmente las rebabas y desigualdades. Es evidente que para adoptar este método de perfeccionar las municiones , es necesario fundirlas algo mayores.

100. Esta maceracion de las municiones en hornos de reverbero , establecida en Francia , ha sido muy criticada por los Apologistas de las prácticas antiguas, valiendose de la autoridad del célebre Conde de Buffon , quien dice : que dando caldas al hierro se desustancia , pierde de su peso , y hace quebradizo. Mas este ilustre Físico habla de las caldas , que hacen tomar al hierro el roxo blanco , (que no puede adquirir el hierro colado , porque se funde antes) ; y no de las que le hacen adquirir solo el roxo color de cereza ; pues éstas lejos de deteriorarle , lo mejoran y perfeccionan , como se dirá en el Número V.

101. Para cerciorarse de que las balas tienen un calibre justo , y que no podrán atorarse en el cañon, no es suficiente prueba la de pasarlas por la vitola: con ésta se reconocen por uno , dos , ó muchos círculos máximos ; mas no por todos : y basta que por uno sean muy grandes, para que no rueden en la pieza. Afín de precaver este inconveniente , (despues de reconocidas las balas con la vitola mas estrecha, para que no sean chicas) , se harán rodar por unos cilindros huecos , de bronce ó hierro , que tengan seis ó mas puntos menos de diámetro que el cañon para quien deban servir. Este reconocimiento es el mas exácto , y el mas análogo al uso de los efectos sobre que se exerce. En falta de estos cilindros , se podrá hacer este reconocimiento en unas semiesferas cóncavas , cuyos diámetros sean algunos puntos menores que los calibres de los cañones , y mover las balas en ellas en todos sentidos ; pero este medio no es tan exácto.

102. Nuestras bombas tienen boquetas , por las cuales se aseguran con las mordazas para su manejo; pero como las boquetas suelen romperse al recalcar las espoletas , ó al manejar las bombas , quedan éstas inútiles : tambien hay el inconveniente de que las mordazas suelen no oprimirlas bien , ó afloxarse , y

la bomba se desprende , lo que es muy expuesto á una desgracia , particularmente si acontece al introducir la bomba en el mortero , cargandolo á un solo fuego. Por estas razones serían ventajosas las asas; pero las que sobresalen demasiado se rompen con facilidad : mejores son unas asas muy anchas y aplanadas , por quienes solo puedan entrar unas argollas de hierro batido de quatro lineas de grueso , las que formarían unas asas sólidas. Los Ingleses ponen las asas á sus bombas y granadas , con unas barritas de hierro batido , que forman un arco en medio , y por los extremos penetran en el macizo del metal: estas asas deben colocarse en los moldes antes de fundir la bomba. Este método último nos parecería preferible á no tener el inconveniente de que el metal quedará defectuoso en los parages donde tóque al hierro batido de las asas. *Veanse las Laminas pertenecientes á este punto.*

103. Antiguamente se disparaban nuestras granadas reales con morteros del mismo calibre , en cuyo caso era conveniente que tuviesen culotes; pero al presente , que solo se arrojan , (y con muchas mas ventajas) , con obuces , procurando que reboten , no deben tener culotes ; porque estos son contrarios á la buena direccion de ellas en los rebo-

tes , y á que se revienten en gran número de cascos.

104. Los refuerzos, ó espesores de nuestras bombas y granadas son tan grandes , y aun mayores que los de iguales municiones de otras Potencias , y nuestro hierro , lejos de ser de peor calidad , es aun mejor que ninguno otro ; pero sin embargo se ha hallado en la práctica , que no suelen resistir toda la carga de los morteros de plancha , ni tampoco el choque , al caer , contra cuerpos duros : lo que manifiesta cuánto cuidado y vigilancia es necesario tener para que los hornos en que se funden estén en buen estado , y que sus fundiciones sean grisas cenicientas , y nunca muy oscuras ; pues aqui se ha experimentado ser las bombas de esta especie las peores: é igualmente se ha observado en la Cabada , que los cañones en quienes se habia pasado el baño , y que abundaban de *kis* eran los que reventaban mas frecuentemente.

105. Tanto las bombas, como los cañones, y demás piezas de hierro colado, segun la opinion de los Autores mas clásicos y experimentados , para que sean de la mejor calidad posible , se han de fabricar de la fundicion grisa cenicienta, ó clara, de que se dió noticia en el §. 62 de este Artículo. Pero para faci-

litar la operacion de cortar las rebabas á las municiones ; ó para no haber de tener tanta vigilancia en el cuidado del horno, se suele sobrecargar éste de carbon , y la fundicion sale grisá obscura , y de consiguiente docil al cincél , y cortafrio.

106. Tambien pueden salir defectuosas las municiones por ser los moldes demasiados compactos y arcillosos, ó por estár muy humedecidos: pues una y otra circunstancia se oponen á la exalacion de los azufres superabundantes , y á la mejor compactacion de las partes metálicas. El Señor Grignon observa, que unos semejantes moldes vuelven blanca la fundicion que por su naturaleza debia ser grisá clara.

107. La exalacion de los azufres, dice este Autor, es tan considerable en el hierro colado líquido , que quando en una misma fosa se entierran muchos moldes , todos sin comunicacion , y aun separados por un espacio de diez ó doce pulgadas macizado de arena , lleno un solo molde se penetran los inmediatos de exalaciones y vapores sulfureos , y se rareface el ayre en ellos en tanto grado , que si se aproxima una luz á uno de sus respiraderos , se inflama el ayre con fulminacion, y sale llama de él continuamente. Así, siempre que el hierro se cuele en una materia porosa, que permita la disipacion de los azufres super-

abundantes , se vén los moldes rodeados de una atmósfera inflamada , de color azul , y que dura mucho tiempo despues de haberse fixado el metal.

108. Al contrario, quando la fundicion se introduce en moldes cuya sustancia muy compacta, demasiado fria, ó humeda se opone á la exalacion del principio sulfúreo , se consolida prontamente , se vuelve blanca aunque de naturaleza sea gris clara; y el hierro resulta agrio, con grietas , y escarabajos interiores. Por esta razon el experimentado y sabio Oficial, Director de nuestras Fábricas de municiones las hace moldear todas en tierra la mas arenisca que se puede para que se trabe lo preciso sin necesidad de mucha agua.

109. El único defecto, pues, de algunas de nuestras bombas, es tener su hierro un color gris obscuro, sea por las razones arriba expuestas (§. 105) ; ó por huir de que no sean de una fundicion blanca y vidriosa , que es el extremo opuesto ; ó por ser extremamente prolixo y difícil, gobernar los hornos de modo que siempre estén en su punto de perfeccion, para que sus fundiciones sean grises claras. Para remediar este defecto se ha intentado aumentar los espesores de estas bombas ; pero solo se consigue hacer mas caro su transporte, disminuir sus alcances,

y la capacidad de sus ánimas, en las que no cabiendo tanta polvora , no las puede ésta hacer estallar con la violencia que suele ser conveniente. El mejor medio de corregirlo , parece , es no hacer bombas , de 12 pulgadas particularmente, sinó de las fundiciones de cuya buena calidad se esté seguro.

110. La falta de esta atencion, ó la gran dificultad de conseguir que los hornos se mantengan en su grado de perfeccion , para que las fundiciones fuesen grisas claras, pueden, tal vez , ser las únicas causas de que nuestros cañones modernos hayan sido todos de mala calidad. A la verdad mientras las Fabricas de ellos corrieron por nuestro Cuerpo , se probó fundirlos en hueco , en sólido , en arena , en argilla ; se combinaron y prepararon de diversos modos las distintas menas de que se abastecian, &c. Mas no obstante, apenas resultaron algunos pocos cañones de seguro servicio : lo que solo puede atribuirse á que eran quasi generalmente de un hierro gris obscuro; pues se observaba, que quanto mas *kis* tenian, tanto mas prontamente reventaban estallando.

111. Se podria congeturar que el hierro colado no es proposito para fabricar cañones por ser naturalmente frangible. A esta opinion, que no carece de fundamentos, se objetará la acreditada resis-

cia de los cañones antiguos de Villacastél, de los de Carón en Escocia, &c. Pero se podrá responder: 1.º que las pruebas eran entonces mucho menores, y que, tal vez, basta que un cuerpo tenga la resistencia precisa para sufrir, sin quebrantarse, la fuerza mayor que ha de obrar contra él, para que despues no se venza con la repetición de otras fuerzas menores; mas si la primera y mayor fuerza es superior á su resistencia, quedará tan maltratado, que despues se destruirá con otra mucho menor: *Vease el Num. IV. del Artíc. anterior.* 2.º. Que la fuerza de la pólvora actual es mucho mayor que la de aquellos tiempos, en quienes los Asentistas disputaban sobre si los alcances del morterete, para que la pólvora fuera de recibo, habian de ser de 50, ó 55 toesas; mientras que al presente pasan por lo general de 100 toesas. 3.º. Que la Fábrica de Carón ha perdido su credito en Inglaterra; y que en todas las Potencias de Europa se experimenta la misma falta de resistencia en los cañones de hierro colado.

112: Es verdad, que en las famosas pruebas hechas en la Cabada en 1772, en que estallaron tantos cañones distintamente fundidos, resistieron á todas ellas quatro de los fabricados en sólido. De este hecho se infiere: que el fundir los cañones de hierro

en sólido no es una circunstancia que se opone á su mayor solidéz; y que de hierro colado se pueden fabricar cañones de una resistencia á toda prueba, respecto á que los expresados quatro cañones, despues de haber resistido la primera prueba ordinaria, dispararon 200 tiros con celeridad, y sufrieron despues la prueba de fosa. No obstante, á esta ultima conseqüencia se puede responder: que el que salgan algunos cañones de esta especie, puede ser efecto de la casualidad, y no del Arte, por no haber descubierto éste todas las circunstancias precisas para que observadas salgan las fundiciones, por lo general, con la perfeccion que para ello se requiere.

Número III.

Extracto de una Memoria del Señor Grignon sobre la fundicion de cañones de hierro colado purificado, ó de régulo de hierro.

113. **L**A Artillería ha llegado á ser, despues de la invencion de la pólvora, la parte más esencial del Arte de la Guerra: al presente se la puede considerar dividida en dos ramos: el uno es el arte de fabricar las bocas de fuego, que es nues-

tro objeto; y el otro el de dirigir sus efectos. Las piezas se hacen de cobre, laton, bronce, hierro colado, ó forjado, ó de uno y otro: el cobre es un metal blando y docil, que no puede por sí solo resistir los esfuerzos de la pólvora, y proyectiles: este inconveniente se procura remediar componiendo una liga de diferentes metales, como cobre, zinc, y estaño; pero este metal mezclado con el cobre, cede facilmente á la impresion de un calor vivo, se destruye, y degrada los otros con quienes está ligado; además, les comunica su acrimonia, así á causa de la parte arsenicál con que está mezclado, como porque desune sus *moléculas*, interponiendose entre ellas sin hacer una íntima union á causa de su poca afinidad. Estas consideraciones han hecho suprimir el estaño en algunas fundiciones, y se funden las piezas con laton. Esta liga, en proporciones diferentes, parecia ser la mas sólida y propia para la fábrica de cañones, porque hasta entonces no se habia conocido el arte de fabricarlos de hierro forjado, metal que reúne todas las propiedades necesarias para su seguridad y servicio.

114. La escaséz del cobre, y su alto precio han hecho recurrir al hierro colado para fabricar piezas de Artillería, singularmente las destinadas al servi-

cio de Marina ; mas se tiene tan poca precaucion en la eleccion de las minas , y en el arte de fundirlas, para destruir, en quanto sea posible , la calidad ágría y frangible del semimetal que resulta, que las piezas compuestas de él tienen todos los vicios de la materia de que se hacen: así se revientan muy pronto , y matan ó mutilan los hombres destinados á su servicio. Voy á individuar los defectos de estas piezas , y despues á proponer los medios de corregirlos.

115. Para expresar las cosas por los nombres que le son propios , y no confundirlas, llamaré *matta de hierro* la fundicion blanca ; *hierro colado* la grisa; *régulo de hierro* la fundicion grisa purificada; enfín, *hierro* al forjado.

116. Todas las minas pueden producir hierro de buena calidad ; pero esto no será por un primer trabajo ordinario : sinó que es necesario preparar los minerales , combinarlos despues de estudiar su caracter,añadir fundentes y correctivos, y afinarlos una ó muchas veces , segun sean mas ó menos impuros, y con relacion á la calidad del carbon.

117. La fundicion de hierro producida de una misma mina , y con iguales procedimientos, no es jamás de la misma calidad en toda la temporada que arde un horno ; sinó que varía de blanca á negra , y

de ágría á dócil, por todos los grados intermedios, segun la justa proporcion del grado de calor con la cantidad del mineral, independientemente de los accidentes del trabajo, provenientes de circunstancias imprevistas, que no todas veces se pueden remediar. Tampoco es de una propia calidad el total de una fundicion de algunos millares de libras, porque como se dixo en el Número anterior, el mineral se funde por una continuidad de accion durante doce ó mas horas, y el baño recibe sucesivamente la fundicion, á medida que cae baxo la tobera: de modo, que quando se taladra la caldera para fundir, la parte que ocupa el fondo, ha estado en ella todo el tiempo de la fundicion, en lugar que la que ocupa la superficie acaba de caer, y lejos de haberse podido purificar de sus partes heterogéneas, se ha cargado de las desprendidas de la que ocupa el fondo del baño: así la parte superior de éste es solo *matta* de hierro, porque no ha tenido tiempo de purificarse. En los grandes ayunques de las ferrerías se observa, que por su parte inferior son mas suaves y tiernos.

118. Un horno de fundicion, construido baxo las dimensiones ordinarias, no contiene, á lo mas, sinó veinte y seis quintales: de consiguiente para fundir los calibres mayores es insuficiente un horno

de esta especie , y mas quando gran parte de la masa del baño no puede entrar en el molde , respecto á tener que llenar las canales , conductos , bebederos , y mazarota . Se está , pues , obligado á construir muchos hornos , que fundiendo separadamente , abastezcan en comun la cantidad precisa para un cañon . Por este medio se consigue tener una cantidad suficiente de materia ; pero la de esta especie es físicamente imposible , que sea de la calidad que se exíge ; porque no se ha purificado suficientemente en cada horno ; y porque es imposible , que la procedente de cada uno de los hornos , sea de la misma calidad . De esta mezcla resulta una masa compuesta de partes desemejantes y heterogéneas , que no pueden formar una union íntima .

119. Se ha reconocido que era heterogénea la masa de los cañones , fabricados de las fundiciones de muchos hornos , haciendolos aserrar por trozos : en estos se veían distintamente separadas las columnas formadas por cada especie de fundicion : su ligazon se reducía á la sobreposicion , y engranamiento de sus *moléculas* .

120. Se ha dicho antes , que un horno no puede producir en toda la temporada , que arde , fundiciones de una propia calidad : las venas de un mine-

ral, aunque extraídas de una mina, son frecuentemente de diversa calidad; además, están mas ó menos exáctamente purificadas en los lavaderos; los carbones difieren por su esencia, calidad, y estado; el movimiento de los fuelles es mas ó menos acelerado, por los accidentes de las máquinas; alguna negligencia en la maniobra de los Obreros; la degradacion de las obras; en fin, la situacion de la atmósfera: todas estas causas ocasionan en tiempos diferentes accidentes distintos á cada uno de los hornos, que hacen sus productos desemejantes.

121. Para remediar los inconvenientes anexos á los cañones fundidos por muchos hornos, se han construído en algunas partes hornos de mayores dimensiones que las ordinarias, afín que en sus calderas cupiese bastante materia para fundir un cañon; mas siempre subsiste el inconveniente de que la masa de un baño no es jamás homogénea. Fuera de esto, unos hornos tan grandes consumen mucho, y es muy difícil reglar bien su régimen, y prevenir los accidentes á que están expuestos.

122. Se ha intentado inutilmente aumentar la resistencia del hierro colado, fabricando de hierro el ánima de las piezas, y poniendo al rededor de la camisa de hierro colado, aros ó faxas de hierro,

situadas á este efecto en los moldes ; pero el hierro , y el hierro colado son dos materias que no tienen suficiente afinidad para unirse ; el colado se estrecha , y disminuye de volúmen quando se enfria ; y además tiene la propiedad de poner ágrío al forjado.

123. No entraré en el por menor de las diferentes formas de cañones ; solamente diré , es un abuso , desaprobado por la Física y la experiencia , componerlos de partes diferentes y separadas ; pues es principio incontestable , que la resistencia depende de la unidad del todo , y que quanto mas compuestas y complicadas sean las piezas de Artillería , mas débiles son , y peligrosas de servir. Paso al medio de dár á la fundicion toda la densidad y coherencia posibles , para fabricar bocas de fuego , capaces de sostener los mas violentos esfuerzos : este medio es único , y se reduce á hacerla pasar al estado de régulo.

124. El hierro colado es una sustancia pesada , argentina , sonora , frangible , y que tiene la acrimonia de los semimetales. Esta frangibilidad proviene de las partes heterogéneas que contiene , y que están interpuestas entre las *moléculas* del hierro , de las quales se puede purgar gradualmente por afinos , hasta darle un estado metálico.

125. Hay un medio de reparar y afinar el hierro colado, sin quitarle la propiedad de ser fluído, que es hacerlo pasar al estado de régulo por maceracion. Esta especie de purificacion, de quien las idéas y procedimientos son análogos á los que la Chímia emplea para reducir el antimonio á régulo, y aun mas, á la purificacion de la *matta* de cobre, y cobre negro para reducirlo á roseta: se executa por una segunda fusion, y dexando entonces la fundicion en baño, hasta que no produzca mas escorias negras, que sobrenadando salen del horno por una canal abierta á este fin. El hierro colado pierde en la maceracion, que lo reduce á régulo, su configuracion de granos poco trabados, y la figura de su cristalizacion; toma un color mas blanco y brillante, porque su textura es mas unida; aumenta de gravedad específica en razon de su proximidad al estado de hierro; se resiste menos á la lima y al cincél; tiene un principio de docilidad ó correa; enfin, es muy dificil de refundir. Este régulo de hierro es el que se debe emplear para fabricar cañones de buena calidad: voy á entrar en el por menor de las operaciones necesarias para conseguirlo á poco gasto.

126. Se escogerán las minas de mejor calidad, como son las que tienen un principio calizo, ó de

tierra suave y untuosa; y no se hará uso de las de piritas cuarzosas, refractarias, y areniscas; particularmente quando las sustancias ágrias, que les sirven de basas, no pueden separarse con calcinaciones, lavages, y cribas; mas siempre será conveniente calcinarlas, sean de la calidad que se quiera.

127. Se fundirá el mineral segun el método ordinario, en hornos elípticos, como el descrito en el Número I^o: se tendrá cuidado de mantener la proporcion de él, y del carbon; de modo, que el producto sea una fundicion grisa, muy fluída, y sin *kis*: no se sobrecargará el carbon de mineral, porque la fundicion que resultaría vendría á ser *matta* muy difícil de purificar. La proporcion que hago observar entre la mena y el carbon, es como 4050 á 2484, lo que dá un producto de 1798 libras de fundicion. Esta no se moldeará en *lingotes* ó prismas triangulares; sinó se echará en una gran cuba cónica, por quien pase una corriente de agua, para reducirla á granos gruesos.

128. Se tendrán ardiendo muchos hornos á un tiempo, para obtener la cantidad de fundicion necesaria; ó se acumularán las fundiciones de un horno: se mezclará exáctamente todo el producto, para que resulte una masa de igual calidad: esta se pon-

drá en un horno de maceracion para recibir su grado de perfeccion, ser reducida á régulo, y colada en moldes enterrados en fosas circulares, construidas en frente del horno, y cerca de él.

129. Este será una torre quadrada de veinte pies de diámetro fabricada de piedra gruesa: se harán canales aspiratorias en la mampostería para el paso de los vapores de la mezcla. En el centro se dexará un hueco de ocho pies en quadro, para construir las paredes interiores de la caldera. La torre tendrá diez pies de alto; sobre ella se elevará un muro de dos pies de espesor y cinco de alto; y sobre este muro se armará el techo, dexando en medio una abertura para la chimenea. Por el pecho del horno, ó lado del *tin*, se hará un corte obliquo, que forme una media bóveda de ocho pies de alto, en cuyo centro se dexará una abertura en forma de chimenea, para el paso de los vapores, del humo, y chispas que saldrán por el *tin*: el lado de la tobera estará igualmente cubierto de una bóveda; pero ésta no tendrá chimenea. El interior del horno se compondrá de tres partes; á saber del hogar superior, del hogar principal, y de la caldera. El hogar superior, fabricado de ladrillos refractarios, formará un cono elíptico de cinco pies de altura; su basa tendrá otros cinco desde el *tin* al re-

costen , y quatro y dos pulgadas desde la tobera al contraviento : su vértice estará cortado por una elipse cuyos exes conjugados sean de treinta , y veinte y cinco pulgadas. El hogar principal , construido de ladrillos , piedras , ó arenas refractarias , tendrá tres pies de alto , y la figura de un cono truncado inverso , cuya basa mayor , unida á la del hogar superior , será igual á ella , y la inferior , que descansa sobre la caldera , será igual á la boca superior del horno. La caldera tendrá dos pies de alto , quatro y medio de largo , y veinte y cinco pulgadas de ancho : su prolongacion será por la parte del tin hasta la dama : ésta dexará dos aberturas en los ángulos de la caldera , cerradas por *lingotes* , para dár salida al baño.

130. Toda la mampostería , así del horno , como de las fosas , estará sobre bóvedas , para evitar toda humedad : y se fabricarán dos fosas para que se puedan enfriar las piezas mas largo tiempo.

131. Se tendrá cuidado de calentar el horno , y particularmente la caldera , antes de cargarlo de hierro colado : entonces se proporcionará gradualmente el carbon á razon de un quarto del metal : al principio se inclinará el carbon al lado de la tobera , despues quando se interpole con el metal , éste , y él se echarán al lado del contraviento. Se fundirá la can-

tividad precisa para un cañon ; de modo , que si éste necesita quarenta quintales , se fundan cerca de sesenta , para las mermas , canales , bebederos , y mazarota. Quando despues de echado el metal suficiente para una pieza , baxe el horno el espacio de una carga , se echará ésta de solo carbon y despues para las cargas siguientes se empleará carbon y metal.

132. Mientras que la fundicion esté en baño , se tendrá cuidado de facilitar la salida de las escorias , de que se despojará : se removerá el baño con barras , y especies de escarpas de hierro colado , y no de hierro , de quienes se hará provision , porque se consumen mucho : se podrán suplir estos instrumentos con perchas de madera verde. Los instrumentos para el servicio de la tobera serán tambien de hierro colado : y generalmente no se empleará ningun útil de hierro forjado , porque la menor parte de él , que se incorporase en el régulo , sería capaz de determinar parte de él á pasar al estado de hierro , lo que causaría un embarazo grandisimo , y la pérdida del horno. Esta propiedad del hierro forjado , de hacer pasar el régulo al estado de hierro , es tan sensible y pronta , como el efecto del cuajo en la leche.

133. Quando el baño ocupe la mitad de la caldera , los tres quartos , y toda ella , se introducirá en

él un tubo de madera , fixo á una barra de hierro colado , que contendrá salitre purificado de sal comun , y muy seco : se correrán con este tubo todas las partes del baño , para que ocasione por igual una viva efervecencia por la descomposicion del salitre. Esta operacion privará al baño de parte del principio sulfúreo superabundante , que hace asemejar el hierro colado al acero , y del qual nace en parte su fragilidad : quitará el poco zinc que no se haya sublimado : ocasionará un movimiento intestino en toda la masa del baño , con que éste se librará de las materias heterogéneas mas ligeras , y se reunirán las regulinas : enfín , el fundente , que producirá la *alkalizacion* del nitro , dará mas fluidéz á las escorias , y ayudará su vitrificacion , de la que resultará una separacion mas exâcta. Estoy remoto de adoptar el secreto de los Fundidores de bronce , que introducen en el baño cerca de dos onzas por quintal de un polvo , cuya composicion es el extremo de su ignorancia , y de la inconseqüencia de sus operaciones ; pero las propiedades del salitre en la purificacion de los metales son conocidas de todos los buenos Metalúrgicos ; por lo tanto , recomiendo su uso en la maccion del hierro fundido. La experiencia fixará la dosis , relativamente á la calidad de la fundicion :

ocho onzas por quintal son suficientes para la de buena calidad.

134. Quando la fundicion esté suficientemente macerada , y haya adquirido su estado regulino , lo que se conocerá por la disminucion de las escorias , se destapará el horno por el lado de la dama correspondiente á la fosa , en donde se haya enterrado solidamente el molde del cañon que se vá á fundir : el baño se introducirá en él , primeramente , por dos canales que irán á comunicarse á la basa del molde , á donde está la culata ; y quando se haya llenado el molde hasta los muñones , se destaparán otros dos conductos de menor diámetro , que introducirán, el régulo juntamente con los primeros , en lo restante del molde por los muñones : con este medio se evitará la caída muy precipitada del baño , y la excesiva rarefaccion del ayre , que origina escarabajos , desigualdades , y aun la fulminacion de la pieza ; tambien se conseguirá que la superficie del baño , que entra en el molde , se despoje continuamente de la película que forma el contacto del ayre , accidente que impide se moldeen bien los vivos de la pieza. En fin , ésta se fundirá en sólido , y tendrá una mazarota de un vigesimo de su peso para reemplazar el régulo que absorve el encogimiento de la materia , y para com-

primir las partes metálicas: prescribo que sea cónica la mazarota para que se pueda cortar mas facilmente.

135. Quando el molde esté lleno, se limpiará la salida del baño; se reconocerá la caldera, y quitará quanto pueda estorvar; se tapará el horno con barro, que se fortalecerá con una plancha de hierro colado; y se andarán los fuelles, cuya accion debe estar suspendida durante la fundicion de la pieza.

136. Se dexará ésta en la fosa, hasta que haya precision de extraerla para colocar otro molde: entonces se limpiará de las arenas, ó barros, se cortarán las canales, y mazarota, y se introducirá aun caliente en un horno de reverbero, cuyo laboratorio sea adecuado á este uso, en donde se recocerá con fuego de madera, que la mantendrá solamente roxa por espacio de doce horas: se cesará el fuego, cerrará el horno tapando todos sus respiraderos, y se dexará enfriar la pieza dentro de él: en estandolo se extraerá, y conducirá á la máquina de barrenar, y tornear.

137. Los desperdicios ó despojos de esta fundicion no se mezclarán con el hierro colado de que se hace: solo se podrá introducir alguna parte de ellos en la caldera una hora antes de la fundicion; pero con mucha prudencia, segun dicte el uso, por-

que el régulo se vuelve frecuentemente hierro al refundirlo. Mas útilmente se emplearán estas partes de régulo, en hacer un hierro excelente, propio para los exes de los carruages de Artillería, ó para áncoras, y otras piezas, que exígen un hierro docil, nervioso, y sólido.

138. El régulo de hierro, así preparado, es la materia mas densa, sólida, y adecuada para fundir cañones, morteros, y demás piezas. Las balas que han sufrido un fuego violento para calibrarlas, adquieren un recocado ventajoso, que las hace de un estado medio entre el hierro colado, y el régulo de hierro.

139. Es necesario que el horno de maceracion esté situado en un terreno muy alto; para que se puedan ahondar las fosas sin correr riesgo de que se humedezcan.

140. El arte de fundir las piezas de Artillería con régulo de hierro no se ha puesto aún en práctica, ni ha sido imaginado de nadie; es solo fruto de mis experiencias en los trabajos de las fraguas continuados por veinte y cinco años.

Número IV.

Extracto del Ensayo de una teoría sobre el modo de hacer las piezas de Artillería de hierro forjado, por el Señor Grignon.

141. **D**Esde el origen de la Artillería pírca se inquieren los medios de perfeccionar la composicion de los metales de que se funden las bocas de fuego; mas como el paso de los conocimientos humanos es lento, se necesitan siglos enteros para perfeccionar una operacion, cuya teoría se ha especulado, y se ha percibido ser posible su realidad. El Caballero de Arcy ha expuesto en su *Teoría de Artillería* las idéas mas vastas sobre la necesidad de perfeccionar las armas de fuego: hace vér la posibilidad de disminuir sus masas: responde victoriosamente á todas las objeciones que podría oponer la preocupacion: demuestra todas las ventajas de la Artillería ligera, así para el servicio de tierra, como para el de mar: y hace conocer quan importante sería para el Estado poder fabricar cañones de hierro forjado. Animado del mismo zelo, voy á proponer un medio de efec-

tuar las ideas de este Sábio Autor , y las de todos los Artilleros.

142. Se han expuesto en este , y en el Artículo anterior , los muchos accidentes que concurren á la destruccion de los cañones de Artillería , compuestos de hierro colado ; en quienes para aumentar la resistencia necesaria á los esfuerzos que han de sufrir , se acrecentan en vano sus espesores. El hierro puede recibir del arte un grado de perfeccion , que lo hace superior á los demás metales , y preferente para la fábrica de las piezas de Artillería ; porque sus partes constitutivas son recias , duras , y tienen entre sí una trabazon , capáz de resistir á los mas violentos esfuerzos sin romperse. Mas aunque la esencia del hierro sea la misma en todo el Universo , sin embargo el del comercio varía en calidad. Se sabe que cada país , mina , fábrica , y aun Operario dán hierros que varían de frangible á correoso : lo que procede de las diferentes manipulaciones usadas en las ferrerías , en quienes el mineral no recibe siempre un tratamiento análogo á su carácter.

143. Para emplear con éxito el hierro en la Artillería , basta reunir los medios que deben concurrir á la perfeccion de los cañones , y que consisten principalmente: 1.º en proporcionarse el mejor hierro po-

sible : 2º en aumentar su resistencia por la combinacion de sus partes nerviosas : 3º en soldar exáctamente todas sus partes.

144. Los defectos que se atribuyen al hierro son: acrimonia , pajas , grietas , hendeduras , hendeduras transversales , escarabajos , senos , y herrumbre ú orin. Circunstanciamos estos defectos , afín de conocer las causas.

145. La *acrimonia* es un accidente que turba el orden, disposicion, y textura de las partes de un metal, separadas por un cuerpo interpuesto: respecto al hierro, no es una imperfeccion que le sea propia, sinó que proviene de otras sustancias minerales y metálicas, que estando esparcidas entre sus *moléculas* , rompen la agregacion de sus partes constitutivas. Se indicarán los medios de separar las materias extrañas unidas al mineral.

146. Las *pajas* son unas escamas de hierro , separadas por la mayor parte de las masas , á quienes solo están unidas por pocos puntos : tienen su origen de algunas partes grumosas de hierro colado , las quales se han enfriado exteriormente antes de soldarlas el martillo. Las pajas son defectos accidentales ; indicaré los medios no solo de evitarlas , sinó de repararlas.

§ 147. *Las grietas* son unas aberturas penetrantes y poco dilatadas, que provienen de la interposicion de algun cuerpo, que causa una solucion de continuidad entre las partes musculosas del hierro: este vicio es, respecto al interior de las masas, el mismo que las pajas, respecto á las superficies, y depende de algunas sustancias minerales, térreas, ó pedregosas mezcladas con el carbon por falta de cuidado del Carbonero, ó de los Obreros encargados de los almacenes. Tambien suele consistir este defecto en ser excesiva la cantidad de piedra caliza, ó *castina*; porque la parte de ella, que no se ha podido vitrificar con la ayuda de las escorias, queda interpuesta entre el hierro, é impide la reunion de sus partes interiores. Los hierros nerviosos tienen mas grietas que los agrios, porque estos tienen muchas escorias, que vitrifican las sustancias heterogéneas que pueden mezclarse con el carbon en el horno. Se evitan por la mayor parte las grietas, echando en agua el carbon cargado de piedras, tierra, ó mina, antes de emplearlo en las fraguas; y rociando el fuego con agua de cal, en lugar de servirse de piedra caliza para la separacion de las sustancias cuarzosas y sulfúreas.

§ 148. *Las hendeduras* son unas aberturas mas dilatadas que las grietas, situadas á lo largo de las piezas,

de hierro ; por lo regular proceden de un defecto de fábrica. Quando el ayunque es de una fundicion dócil , y se han forjado en él varias piezas pequeñas, no queda igual su superficie , sinó que forma enmedio un surco : batida despues en él una pieza grande, como en su centro se dá el golpe del martinete en vago , y además , obran contra la misma parte con mucha fuerza los vapores que levanta el agua caída en el surco , (de la que se echa para que se desprendan los mocos ó escorias) , obligan al hierro á abrirse por aquella parte. Así , se evitarán las hendeduras , teniendo cuidado de que esté plana la superficie del ayunque. Un segundo fuego remedia este defecto , mas comun en los hierros nerviosos , que en los frangibles , y agrios que se tronchan antes de henderse.

149. *Las hendeduras transversales* provienen de haberse pasmado algunas partes de hierro por una calda forzada ; ó de algunas porciones de hierro colado que no han sido afinadas , ó mas comunmente de haberse mezclado con el hierro algunas partes de cobre , sea naturalmente por proceder de la mina ; ó accidentalmente por haberse liquidado en parte el cañon de la tobera , y ser de cobre , ó por usarse de hierros viejos , entre quienes vengán mezcladas

algunas piezas de cobre : de qualquier modo que sea este metal se opone á la reunion de las *moléculas* del hierro , y ocasiona una solucion de continuidad. Se evitarán las hendeduras , teniendo cuidado de desechár toda mina que contenga cobre , que este metal nunca se mezcle con el hierro , y no dando jamás caldas violentas.

150. *Los escarabajos* son unos hoyos multiplicados en ciertos parages , que se perciben en la superficie del hierro : mirandolos con una lente, se nota en estos parages una multitud de grumos pequeños sin ligazon. Este accidente , á que particularmente están expuestos los hierros agrios , y sulfúreos , tiene por origen la negligencia de los Bocasdefraguas, ó *Arozás* , que no han tenido cuidado de presentar alternativamente al centro de la fragua las diferentes caras del hierro que caldean. Se conoce quando una pieza de hierro saldrá con escarabajos, al sacarla de la fragua , si se nota , que en algunos parages de ella hay pérdida de sustancia , que brilla y salta con una especie de fulminacion en chispas brillantes.

151. *Los senos* son unos vacíos ó huecos pequeños situados en todas direcciones en lo interior de las piezas gruesas de hierro , que se fabrican por lechos adicionales. Este defecto procede de muchas

causas: de una calda incompleta ó forzada; pues ni una ni otra sueldan bien: de que los Obreros dexan introducir entre los lechos algunas partes de hierro desecadas, ó polvo de carbon: ó de soldar los extremos antes que el centro. Mas abaxo se indicarán los medios de evitar este defecto.

152. *El herrumbre* es el defecto mas general del hierro; pero que no lo ataca sinó por la superficie, quando está expuesto á un agente qualquiera, que disuelve sus partes, y las reduce á cal. Se han buscado, sin mucho éxito, una infinidad de medios para preservar al hierro del herrumbre: los barnices resinosos se descomponen al ayre: los grasos carbonosos, como el que se dá á los alfileres, son mas durables; pero además de desprenderse por escamas, no es facil darlos á las piezas grandes, por la manipulacion necesaria para ello: la cal conserva muy bien al hierro, mas este arbitrio no es aplicable á las piezas de hierro que se han de mover y manejar. Pero hay otros dos medios de preservar al hierro del herrumbre, uno natural, y otro artificial. Para que sus efectos sean mas ciertos, es necesario que el hierro sea puro, y esté terso: el medio artificial se reduce á empabonar el hierro, haciendolo recocer sufficientemente, lo que le dá un barniz azulado, mas

ó menos obscuro: el medio natural es el mismo herumbre fundido, por decirlo así, que se forma lentamente en la superficie del hierro expuesto á la humedad de atmósfera. Este varniz musgo, parecido por su contextura al varniz precioso de los bronce antiguos, es una capa de hematites dura, sobre la qual no tienen accion ni la humedad, ni los ácidos; y aunque su color sea obscuro, tiene cierto agrado por el pulimento de que es capáz. Mas solo lo pueden adquirir los hierros de la mejor calidad: los vitriólicos ó combinados con otras partes metálicas heterogéneas, se descomponen quando están expuestos á la humedad.

153. Para poder llegar á fabricar cañones de hierro de buena calidad, es necesario proceder por diferentes operaciones que deben sucederse, y que se pueden dividir en tres especies principales. La primera es la preparacion de la materia de que se debe componer el cañon: la segunda los medios de soldar y reunir las muchas partes que constituirán un cañon macizo, y en bruto: enfín, la tercera se reducirá á abrir el ánima, y pulirla. Estas tres operaciones se subdividen en otras secundarias, cuyo por menor se verá en el analisis que vamos á hacer.

154. Aunque se pueda obtener buen hierro de

toda mina , siempre será conveniente buscar los minerales mas puros y francos. Es raro que un mineral dexede de estar mezclado con alguna tierra extraña, que no sea metálica , ó que no la contenga interiormente : es necesario despojarlo de ella , lavandolo; y romperlo en pedazos , de quienes el mayor no exceda de una pulgada cúbica.

○ 155. La quema es una preparacion ventajosa á los minerales mas puros , é indispensable para todos los que contienen principios volátiles extraños. Es menester pues someter á ella todo mineral de hierro destinado á la fábrica de los cañones, sea antes, ó despues de haberlo roto , y lavado : los que contienen una tierra argillosa , capáz de endurecerse al fuego, deben ser lavados antes de quemarlos.

○ 156. Si hay minerales de roca de una calidad dulce , no será necesario, despues de preparados, valerse de hornos para reducirlos á hierro colado; sinó bastará fabricar el hierro inmediatamente del mineral en una fragua apropiada para esta maniobra con carbon de maderas resinosas , como se practica en el Delfinado , Cataluña , Córcega , y una parte de la Navarra y Vizcaya. Se tendrá cuidado de separar exáctamente el acero , que se encuentra ordinariamente en lo interior de las *zamarras* , proceden-

tes de la liquidacion. Para forjarlo se seguirá el método que se expondrá despues.

157. Los minerales que es necesario , ó ventajoso fundir para reducirlos á hierro colado , lo serán en hornos elípticos y con las precauciones necesarias para que la fundicion sea grisá cenicienta , y de un grano fino : *vease el Número Iº*. Se reducirá la fundicion á régulo en un horno de maceracion : *vease el Número IIIº*. Quando se perciba que las escorias, que cubren al régulo en el baño , se disminuyen y dexan de correr , (lo que es una prueba que la depuracion está terminada) , se soltará el baño , y dexará correr á unos moldes hechos sobre tablas planas para que tome la figura de unas planchas : en este estado , aun quasi líquido , se dividirá por varios surcos profundos y rectos , hechos con la punta de un pedazo de madera : é inmediatamente se le echarán encima algunos cubos de agua , para separar las escorias de su superficie. Luego que se haya consolidado la plancha , se dividirá con un mazo por los surcos en otras varias de quince pulgadas de largo, y ocho ó nueve de ancho.

158. Estas planchas de régulo de hierro, así macerado , se afinarán y reducirán á hierro en una fragua de afino , y de caldear á un tiempo , como las

usadas en nuestras ferrerías: en cuya operación se empleará un carbón suave, que no esté mezclado con tierra, piedra, ni mina; se rociará el fuego con agua de cal, se dará fluidéz á los mocos, ó escorias con argilla arenisca en polvo; y se refrescará el hierro con escorias ricas, provenientes del martinete; ó con virutas del torno, ó de la barrena. El afinador cuidará de hacer baxar la zamarra que se vaya formando, á medida que las planchas de régulo se ablanden; de punzarla fuertemente con una barra; de elevar quanto se haya separado en los ángulos del crisól; de no soltar las escorias hasta que sean muy abundantes, y tanto que puedan impedir la acción del ayre subiendo hasta la tobera; de mantener el fuego cerrado, y no hueco; y de levantar y extraer prontamente la zamarra, luego que esté hecha, no sea que se quemé.

159. Extraída la zamarra del hogar, se reunirá por todas partes con un mazo plano, y se pondrá inmediatamente sobre el ayunque, para batirla con el martinete, (cuya maza convendrá que pese solo de 20 á 25 quintales); y se batirá por todas sus caras, dexandole una figura ovalada, y despues una de ocho caras, quatro mayores, y todas respectivamente iguales, y de una longitud tripla de su diámetro.

160. Despues de esta primera forjadura , se volverá á poner la zamarra en la fragua , donde se caldeará hasta el roxo albo , y despues en el ayunque para forjarla de nuevo : los extremos se batirán con mazos de mano , asegurandola por enmedio con el martinete : enfín , se ensanchará á expensas de su espesor , y entonces se podrá llamar hierro *reforjado* á diferencia del que se prepara para el comercio, que solo se bate una vez, á menos de algun accidente desgraciado. Mas creo indispensable volver á batir las zamarras para preparar un hierro capáz de entrar en la fábrica de los cañones , porque de esta operacion depende la ligazon de las partes constitutivas del hierro, y porque volviendolo á forjar se evitan los senos , hendeduras transversales , y pajas.

161. La pieza de hierro que resulte así *reforzada* se pondrá, segun uso, sobre el viento en la fragua para enroxecerla , mas por enmedio que por los extremos: se diseñará despues , baxo el martillo , una barra de muestra , dandole pulgada y media de ancho , y una de grueso , y se continuará por caldas sucesivas, y por el efecto del martillo , en reducir toda la torta de hierro á unas semejantes barras. Se tendrá cuidado de bañar las caldas con los mocos de las anteriores operaciones : de forjar las barras sudando , pero no que-

madras, pues entonces resultarán escarabajos: de reunir las masas baxo el martillo antes de cortar: de hacer raspar los mocos, que se peguen, para evitar que salgan desiguales las barras; de no cortar profunda y desigualmente, para que no tenga muescas; y de forjar caliente é igualar, echando agua en proporcion, para que la barra salga formada por líneas paralelas, y bien limpia. Asimismo, se tendrá sumo cuidado de que el plano del ayunque, y el del martinete estén bien iguales para que no se tuerzan las barras: que el ayunque no esté hueco, ó surcado para que no resulten hendeduras: que la maza no hiera, sinó que bata ligeramente. En fin, para conservar al hierro toda su correa, se dexará enfriar sin introducirlo en cubas de agua.

162. En estando absolutamente frias las barras, se someterá á dos pruebas, para asegurarse de su calidad. La primera será, cortandoles los dos extremos, para separar la parte que puedan tener imperfecta, y reconocer el grano: á este fin se harán por sus caras incisiones superficiales con un cortafrio, y se troncharán los extremos á fuerza de mazo: se exâminará en las fracturas si el hierro es fibroso ó granujado, si se troncha, ó quiebra: el mas nervioso se separará; pero si en éste se encuentra un

grano muy obscuro , se pondrá con el granujado, y uno y otro compondrá el hierro de segunda calidad : el de primera se compondrá de un nervio largo carnoso , y un grano ceniciento argentino.

163. La segunda prueba será enroskar, y enderezar las barras de hierro de primera calidad : á este efecto se tendrá un cabrestante, cuyo molinete será de hierro colado , y de ocho á nueve pulgadas de diámetro , y tendrá una mortaja perpendicular á su eje, capáz de recibir justamente los extremos de las barras que se han de probar. Para que éstas se enrollen y desenrollen al rededor del martinete , habrá junto á él una pieza fixa de hierro colado , que tenga una abertura por donde puedan pasar libremente las barras de canto : de consiguiente , introducida una barra por esta abertura , y fixandola por su extremo en la mortaja del molinete , quando ande éste, se tronchará , ó enrollará : y enrollada , si el molinete anda en sentido contrario, antes que el otro extremo de la barra se zafe de la abertura de la pieza fixa , volverá la barra á su primitivo estado. Las que saliesen victoriosas de esta segunda prueba serán de muy buena calidad , y se separarán distinguiendolas por *hierro de la pieza* : las que descubran algun defecto se nombrarán *hierro del ánima*.

164. Todas las experiencias que se han hecho para reconocer de donde procedia la fuerza del hierro han demostrado : que quanto mas compuesto está de fibras nerviosas , ordenadas como haces ó manojos dirigidos en la longitud de las masas , era mas capáz de resistir violentisimos esfuerzos : que la fuerza de las fibras no procedia de su adherencia lateral , respecto á que pueden desunirse ; sinó de la íntima ligazon de sus partes constitutivas , que están enlazadas unas á otras por continuïdad , como las fibras de la madera, filamentos del cordage , ó como los eslabones de una cadena. Pues que mientras mas nervioso sea el hierro , mas fuerza tiene ; y ésta, igualmente que en todos los cuerpos fibrosos , reside en su extension , y se multiplica por el número de revoluciones que se le hace hacer : es menester , pues, en los cañones , dirigir las fibras del hierro en el sentido en que puedan oponer mayor resistencia. Para ello no hay mejor medio que fraguarlos en espirales. Afín de dár la mas completa explicacion de este asunto , voy á exponer los procedimientos por quienes se fabricará un cañon de á 12.

165. Se principiará por formar una fragua, con dos buenos fuelles de madera movidos por agua, y elevada dos pies del pavimento ; la parte anterior de

la chimenea , y los costados estarán sostenidos por horcas de hierro colado , que se apoyarán contra la basa del muro de la tobera. Tambien se tendrán delante de la fragua unas máquinas adecuadas para retirar de la fragua , poner en el ayunque , y volver á la fragua las piezas , que por su peso , ó volúmen, no puedan manejarse con tenazas. La maza será de cigüeña , guarnecida de un muelle situado en su cola : la superficie del ayunque , y la de la maza tendrán seis pulgadas de ancho , y quince de largo: habrá , en fin , un número suficiente de Obreros.

166. Dispuesto todo , se tomarán siete barras de hierro *de ánima* de diez pies de largo : se juntarán y enlazarán con tres ligaduras plegadas despues de roxas, una al centro, y dos á un pie de los extremos: estas barras estarán colocadas de modo , que las tres de enmedio estén sentadas de canto sobre otras dos de plano , y cubiertas por las dos restantes. Se caldearán , principiando por en medio hasta que suden, y entonces se batirán con la maza , hasta formar un cilindro de tres pulgadas : se continuará forjandolas hácia un extremo, y despues hácia el otro. Quando el cilindro esté terminado , tendrá una quarta parte mas de largo que las barras. Se soldará á cada extremo una cruceta cuya espiga sea de una pulgada de

grueso , y se termíne en un ojo , para poder pasar por él una palanca ; y situados los de las dos en direccion contraria para tener quatro puntos de apoyo por quienes girar el macho en las diferentes maniobras : aun será conveniente abrir en las espigas un segundo ojo para servirse de mas palancas.

167. Acabado el macho se darán disposiciones para cargarlo : para esta operacion es necesaria una fragua pequeña , delante de la qual se pondrán , muy cerca del crisól , dos cargaderos , ó morillos fuertes de hierro colado , que sean movibles , y en su parte superior harán un rebaxo en forma de un semicirculo de diez pulgadas de diámetro ; y se colocarán á ocho pies de distancia el uno del otro.

168. Se dividirá el macho en tres partes, el cuerpo , y los dos extremos : aquel tomado en medio del cilindro , tendrá diez pies y tres pulgadas de largo , y se distinguirá por dos cortes superficiales. Los extremos tomarán los nombres de las partes del cañón á que pertenecén ; el uno se llamará extremo de la boca , y el otro extremo del cascabel.

169. Se principiará por soldar el extremo de una barra de hierro *de la pieza* sobre el corte del extremo de la boca : se pondrá despues el macho sobre los morillos , quedando encima la soldadura de la

barra que debe ser obliqua á la direccion del macho, para que pueda formar helices al rededor de él. Se tendrá cuidado de que la barra atraviese el hogar por su diámetro mayor ; que se sitúe en el fuego á tres pulgadas de la tobera, un poco superior al viento ; que éste sea divergente , lo que se conseguirá aplanando la boca de la tobera ; y entonces se harán andar suavemente los fuelles. A medida que la barra se enroxezca , los Obreros girarán el macho con las palancas , y al mismo tiempo uno batirá con un martillo las revoluciones que hará la barra al rededor del macho para impedir que formandose ondas , ó cavalgandose unas sobre otras no resulten senos ; y para obligarlas á aplicarse exáctamente sobre el macho , y unirse unas á otras lo mas que se pueda. El otro extremo de la barra se fixará á una pieza movible de dos quintales , que haciendo fuerza contra las revoluciones del cilindro , obligará la barra á ajustarse con mas exáctitud sobre el macho. Los morillos estarán sobre unos maderos movibles, y un Obrero los andará progresivamente quando el macho principie á girar , afín que la barra mantenga siempre su posicion respecto al hogar á medida que se suelle.

170. Como al forjar estas barras no se les po-

drá dár el largo competente para que una sola pueda envolver el macho , se cortarán á cola de milano los extremos de ellas , se taladrarán en el céntrico del corte , y se reunirán por medio de una clavija , haciendo de modo que por esta union no pierdan las barras sus dimensiones. Quando la ultima revolucion toque al corte del cascabel , se cortará la barra por encima de él , y el macho quedará cubierto de su primera carga.

171. Para soldar las revoluciones de las barras, se pondrá el cilindro así cargado en la fragua grande , donde se forjó , y se situará sobre dos grandes morillos iguales á los de la fragua anterior ; pero colocados en una posicion contraria ; esto es , atravesados: el crisól estará cortado semicircularmente baxo la direccion del macho , para que las caldas puedan ser bañadas de las escorias. Se principiarán por el extremo de la tulipa ; y se girará el macho en el fuego , afín de caldearlo igualmente , sin quemarlo , por un espacio de cerca de un pié : se echarán en el fuego polvos de argilla arenisca , y mocos ; y quando se conozca por el color de la llama que el hierro está caliente , se quitará la pieza del fuego , por medio de las máquinas , para ponerla sobre el ayunque , en donde se batirá con la mayor celeridad en todos sentidos,

reculandola , avanzandola , y girandola continuamente. Quando se vea que las helices están bien forjadas se igualarán sus superficies. Terminada esta operacion , se volverá la pieza al fuego para darle una segunda calda á continuacion de la primera , y así sucesivamente hasta que la primera carga del macho quede forjada. Entonces se tratará de poner una segunda carga , para la qual se empezará por el extremo del cascabél ; de modo , que las helices de esta carga crucen las de la anterior. Así se continuará en cargar y forjar , hasta que el diámetro del cilindro que resulte , sea media pulgada mayor que el menor diámetro que haya de tener el cañon por su caña.

172. Si los cañones fuesen cilindricos , su masa estaría completa despues de estas operaciones ; pero la experiencia ha demostrado , que un cañon debe tener una forma piramidal , compuesta de muchos conos truncados : por cuya razon es necesario continuar cargando el macho sucesivamente por sus diferentes refuerzos. Se principiará por la culata, se prolongará la primera carga de los refuerzos hasta la mitad de la caña , y se continuará cargando de este modo , hasta que el primero y segundo cuerpo tengan sus espesores respectivos : observando siempre en cada carga cruzar las helices sobre las inferiores.

173. Quando la pieza tenga media pulgada mas de espesor por todos los refuerzos, (respectivos á los que debe tener el cañon en semejantes parages), se fortalecerá con aros ó faxas de hierro en los lugares donde tenian faxas ó refuerzos los cañones antiguos. Puestos estos adornos, y bien soldados, se procederá á poner los muñones, hechos de los extremos cilindricos de los machos. Para soldarlos se hará sudar la pieza por el parage en que debe recibirlos: igualmente se forjarán las asas.

174. Esta pieza informe se transportará, despues de fria, á la máquina de tornear y barrenar, en donde se le cortarán con sierras los extremos del macho, se torneará en los parages donde pueda entrar la cuchilla, se barrenará, y despues sobre bancos mozos se terminará como las piezas de bronce.

175. Fabricado el cañon, se pondrá á enrojecer por toda su extension, cuya operacion producirá dos efectos: uno, que se cubrirá de un varniz bronceado, que saldrá de su propia sustancia; el qual lo defenderá del herrumbre: y otro, que así sufrirá una de las mejores pruebas que se puedan hacer con él; porque si tiene algun defecto, dilatando el calor las partes que no estarian soldadas suficientemente, lo hará manifestar, sea exterior ó interiormente. Des-

pues se podrá experimentar con las pruebas que parezcan mas adecuadas.

176. Siguiendo los procedimientos indicados en esta Memoria , y confiando las operaciones á Obre-ros inteligentes , que trabajen á la vista de un Direc-tor práctico en el modo de trabajar el hierro , me atrevo á prometer al Estado unos cañones de hierro entorchado , que reunirían todas las ventajas que se apetecen tanto tiempo hace. Para convencerse , basta hacer algunas reflexiones sobre los accidentes que hacen peligrosa , ó de corta duracion nuestra Artille-ría actual.

177. Esta se compone de metales fundidos , so-los , ó combinados ; pero es un principio de la Meta-lurgia , que la fusion ágría los metales , y que el ba-tirlos les dá cuerpo , y densidad : el hierro colado es una de las materias mas ágrias; aunque en la Memoria anterior se ha dado el método de aumentar su resis-tencia.

178. Todos los metales fundidos quedan al en-friarse acribillados de una infinidad de huecos peque-ños irregulares , formados por el encogimiento res-pectivo de cada *molécula* metálica , que toma su con-figuracion natural , y queda separada : al contrario, los metales forjados se encogen en la totalidad de su

masa , porque sus partes , mas ligadas , se tocan todas ; lo que constituye su densidad. El licor corrosivo , que produce la pólvora quemada , no puede penetrarlos ; y por el contrario , transpira por el espesor de los cañones de bronce , los corroe , é inutiliza á poco tiempo. Además , los cañones de hierro entorchados nunca reventarán , porque opondrán á los esfuerzos del tiro una resistencia diez veces mayor que los cañones de bronce , aun teniendo menos espesor.

179. Fabricando cañones de esta especie , se tendrá la facultad de disminuir sus espesores , de donde resultarán una multitud de ventajas considerables para la celeridad de su maniobra , y facilidad de su transporte. La Artillería ligera disminuye mucho los gastos , porque su servicio necesita de menos hombres , menos víveres , menos caballos , forrages , y equipages : la pesada no permite la execucion de las operaciones que exígen las circunstancias imprevistas en una accion , cuyo éxito depende de la prontitud de la execucion. ¡ Quántas batallas perdidas , por la dificultad de hacer llegar la Artillería en estos momentos criticos , que deciden de la suerte de las Naciones ! Las ventajas de la Artillería ligera no son menos preciosas en la mar. ¡ Quántos accidentes funestos no oca-

siona el enorme peso de la Artillería en un buque, que lo obliga á disminuir el número de piezas, y á echar parte de ellas al agua en ciertas circunstancias!

180. Contra la Artillería propuesta no se dexarán de hacer las siguientes objeciones: 1.^a. que no se ha podido hasta ahora conseguir forjar cañones de hierro que tengan las calidades que se requieren: 2.^a. que los cañones de hierro estarán expuestos al herrumbre: 3.^a. que siendo las piezas mas ligeras serán mayores sus retrocesos, y menores sus alcances: 4.^a. que quando se inutilicen quedará pérdida su materia. Es necesario destruir estas objeciones.

181. Si no se ha podido llegar á fabricar cañones de hierro forjado con todas las calidades precisas, es porque no se han tomado las precauciones necesarias: 1.^o. para proporcionarse un hierro exento de materias heterogéneas: 2.^o. para ligar exáctamente todas sus partes: 3.^o. para aumentar su fuerza por la contextura de sus fibras envueltas las unas sobre las otras.

182. El herrumbre que atacará mas particularmente las ánimas de los cañones de hierro forjado, no es un argumento invencible contra ellas; pues es constante que el licor corrosivo de la pólvora inflamada, (que es el disolvente mas temible), ten-

drá menos acción sobre el hierro forjado, que sobre el cobre; lo uno porque este metal cede mas á este agente corrosivo; y lo otro, porque el cobre fundido es no solamente poroso por la contextura de sus partes propias, sinó porque las partes metálicas á que se une, como el zinc, y el estaño, lo abandonan frecuentemente, y no dexan sinó un esqueleto metálico, por medio del qual penetra el licor corrosivo como por una esponja, y hace sudar las piezas. La densidad del hierro bien batido opondrá una resistencia invencible á la introduccion del expresado licor; mas siempre será útil lavar las ánimas, después que las piezas hayan hecho fuego.

183. Si aconteciese que las ánimas de los cañones de hierro forjado se viniesen á dilatar considerablemente con el uso, se podrían aumentar los calibres de las balas de libra en libra; ó bien se barreraría de nuevo el cañon, ensanchando su ánima, hasta ser del calibre inmediato superior. Este expediente que se ha practicado con los cañones de bronce en la última guerra, puede efectuarse con mucha mas razón con los de hierro forjado, materia que opone mucha mayor resistencia.

184. Para disminuir el efecto del retroceso, bastará aumentar el peso de las cureñas de la parte que

se aligera el cañon: además, que el peso del cañon es siempre tan considerable respecto al de la bala, que el retroceso será quasi nulo. *Es preciso advertir que ni una ni otra razon eluden la dificultad: aumentando el peso de la cureña no se aligera la Artillería; y sin embargo del considerable peso del cañon los retrocesos no dexan de ser fuertes: vease el Número I^o del Artículo siguiente.*

285. En fin, el hierro de los cañones inutilizados no se perdería, antes bien sería de muy ventajosa calidad reducido á barras, si se tiene cuidado de refrescarlo en esta operacion.

Número V.

Del Hierro batido.

186. **E**N el Número anterior se ha expuesto el método mas adecuado para obtener hierro forjado de la mejor calidad; mas como este medio sea bastante costoso y prolixo, y además se diferencie notablemente del que se sigue de ordinario para trabajar el hierro, nos creemos precisados á dár una breve noticia de los métodos comunes.

187. Para forjar el hierro es necesario hacer una masa ó pasta un poco espesa, que en nuestras

Ferrerías se llama *zamarra* : lo que se puede conseguir ; ó introduciendo en una fragua el producto de las fundiciones de los hornos , (de que se dió noticia en el Número I.º.) , moldeado en arena , y de la figura de prismas triangulares , que se nombran *lingotes* ; ó liquidando desde luego en la fragua el mineral , preparado como para los hornos , por medio del carbon , hasta que en el fondo del crisol se reúna suficiente cantidad dél para formar una *zamarra*.

188. El primer método es mas costoso ; pero indispensable para obtener buen hierro de las minas refractarias , areniscas , cuarzosas , y arsenicales : mas en nuestras Ferrerías solo se practica el segundo ; sea porque la buena especie de nuestras minas de hierro no exige el primero ; ó sea , porque siendo el otro menos costoso , se ha abrazado generalmente á expensas de la buena calidad del hierro : es de presumir concurren uno y otro motivo á esta práctica general de hacer la *zamarra* inmediatamente del mineral.

189. Las Ferrerías nuestras de Vizcaya son de dos clases , mayores , y menores ó *tiraderas* : éstas se diferencian en que sus fraguas son mas pequeñas , y están elevadas dos pies y medio del piso ; mientras que las de las mayores tienen su parte superior á rás dél. Toda Ferrería debe fabricarse á la margen de un

rio que mueva dos ruedas hidráulicas , que por sus respectivos arboles anden los fuelles , y la maza.

190. Una Ferrería mayor se compone de tres partes , que son fragua , *barquinera* , y *mageo* ó *martinete*. La fragua , apoyada á una pared nombrada *cadenarte* que la separa de la *barquinera*, es una cavidad de vara en quadro por su fondo , revestida por él y los costados de planchas de hierro batido. Por el lado del *cadenarte* se compone de una zapata de tercia y media de alto , sobre que descansa el *betarre* , que es una pieza de hierro batido de la mayor entidad , porque de su justa posicion , algo inclinada hácia el fondo de la fragua , (mas ó menos segun la calidad del carbon , de la mena , &c.) , depende la acertada colocacion de la tobera que se asienta sobre él. Esta es un cono truncado y chato de cobre , bastante grueso y terso por su basa menor , (que suele ser de 15 lineas de ancho y 12 de alto) , para que no se liquide tan facilmente , ni se pegue el hierro. La tobera debe sobresalir hasta el centro de la fragua en donde se ha de cruzar con igualdad el viento : por la basa mayor , que suele ser de 20 pulgadas de ancho y 10 , ó 12 de alto , se introduce en el espesor del *cadenarte*. Este forma un arco para recibir las cabezas de los barqui-

nes, que se cierra por la parte de la fragua despues de asentada la tobera, con cascote, escorias, y barro. Los otros tres costados de la fragua se cubren, como se dexa dicho, con piezas de hierro llamadas *agarrias*, de cuya proporcionada y oportuna posicion respecto á la tobera depende el buen ó mal producto de la Ferrería: la anterior, ú opuesta á la tobera tiene alguna inclinacion hácia fuera para recibir la mena. El costado opuesto al caz, nombrado *las manos*, tiene una puerta de hierro que se pone ó quita segun las ocurrencias; y mas abaxo hay un agujero que se termina en una fosa mas honda que la fragua, para recibir las escorias que salgan al sangrarla.

191. La barquinera es la parte del edificio que contiene los fuelles ó barquines para mantener y avivar el fuego de la fragua, y que deben andar por medio de una máquina hidráulica. Para imponerse en su construccion se puede ver la memoria escrita por el Sr. Grignon sobre este asunto, y que obtuvo el premio en nuestra Sociedad Bascongada.

192. El mageo es la parte de la Ferrería en donde está la maza para batir el hierro, que se debe mover con igualdad por una máquina hidráulica, igualmente que los fuelles. Su peso ha de ser de 6 á 10 quintales á lo mas, pues las partículas del

hierro se reúnen , y se expelen las sustancias heterogéneas mucho mejor con la repetición de golpes moderados. El movimiento de la maza debe ser tal que cayga á plomo sobre el ayunque , y ella es por lo general de hierro tirado.

193. El ayunque es en nuestras Ferrerías de hierro batido ; pero en las extranjeras suele ser por lo comun del solo colado , que se cree preferente por su mayor dureza. Su superficie superior debe ser igual á la boca de la maza , y estár un poco inclinada hácia el arbol que la mueve para que puedan pasar por debaxo las barras que se tiren , y se haga esta operacion mas prontamente.

194. Para afirmar el ayunque , debe éste tener una fuerte espiga piramidál, que se introduce en una mortaja ó cepo hecho en un robustísimo tronco de roble ó encina de 3 pies al menos de diámetro, que ha de estár enterrado , y afirmada su posicion con herrages , marcos de madera , y mampostería. Como para renovar ó componer el ayunque sea preciso cubrir su pie de argilla , y caldearlo para que afloxe la espiga quemandose la madera ; afín de no deteriorar el cepo , se abre en el corazon del roble una mortaja de pie y medio de diámetro , ó mas , segun el del tronco , y se ajusta en él una pieza de ma-

dera donde se encepta el ayunque.

195. Nuestras Ferrerías no tienen chimeneas, y se suplen dexando sin cubrir la parte del edificio que cae sobre la fragua. Para el servicio de las mayores se emplean cinco operarios, un aroza, un tirador, dos hundidores, y un aprestador: en las menores no hay aroza, y solo se ocupan los quatro restantes. En unas y otras se trabaja el hierro haciendo de la mena ya ranguada, ó lavada una zamarra, que se repila ó amasa primero con el mango del mazo, y despues con su boca hasta formar una torta, que se divide en dos partes: y vueltas éstas á la fragua se ván tirando, ó reduciendo á barras con repetidas operaciones, que excusamos individuar por haberse indicado ya en el Número anterior. Así, dadas estas sucintas idéas de las Ferrerías, pasamos á tratar del modo de reconocer y apreciar la calidad del hierro, y á especificar sus principales propiedades.

196 Para hallar y apreciar su calidad no hay mejor medio que tronchar las barras ó planchas de hierro que se quierán reconocer, y exáminar la textura y configuracion de las superficies que resulten, que precisamente se han de aproximar y reducir á una de las siete clases siguientes.

197. 1^a. Quando la fractura presenta varias ho-
 juelas blancas tan brillantes como un espejo, pero ir-
 regulares en su figura , y en su coordinacion : y que
 además son algunas tan grandes que llegan á dos li-
 neas , bien que dexan entre sí varios intervalos, ocu-
 pados por otras mucho mas pequeñas , que parecen
 granos.

198. 2^a. Quando la fractura manifiesta tambien
 hojas blancas y brillantes ; pero mas pequeñas, igua-
 les , y regularmente ordenadas , y que dexan entre
 sí espacios muy cortos cubiertos de granos.

199. 3^a. Quando igualmente muestra la rotura
 hojas blancas y brillantes, pero mas pequeñas : el ca-
 racter peculiar de esta especie de hierro es que su frac-
 tura no está toda cubierta de hojas, sinó que hay gran
 parte en donde unicamente se vén granos finos algo
 oscuros , y semejantes á los del acero basto quando
 tiene un temple fuerte.

200. 4^a. El hierro de esta clase no se distingue
 del de la 3^a. sinó en tener mayor parte de su fractu-
 ra cubierta de granos ; de modo , que esta venga á
 ser igual ó mayor que la cubierta de hojas.

201. 5^a. En la fractura del hierro de esta clase
 no se vén hojas , sinó granos semejantes á los de las
 dos clases anteriores , aunque algo mas gruesos.

202. 6^a. El hierro de esta clase no tiene hojas brillantes, ni granos : al menos sus hojas son tan poco planas que no merecen este nombre, y tan poco curvas que no deben llamarse granos : en su fractura se descubren varias fibras, en mucho mayor número que en las especies anteriores, en quienes apenas se hallan.

203. 7^a. En fin , el hierro de la ultima clase es el que manifiesta su fractura cubierta enteramente de fibras rotas , y por lo tanto semejante á una estaca que se ha tronchado.

204. El hierro de esta última clase es muy superior al de las demás , que ván descendiendo por su orden hasta llegar al de la primera , que es el infimo , y quasi inutil para todo destino á que se quiera apropiár.

205. Son , pues , muy distintas las clases de hierro forjado , igualmente que las del colado, y lo propio sucede con el acero , como se verá en el Número siguiente : así las propiedades de él , que vamos á exponer , no se deben entender absolutamente de todo hierro , sinó respectivamente á su clase.

206. El hierro es un metal , aún forjado , poco suave y correoso ; pero sólido , compacto , tenáz , y el mas duro y elástico de los metales como lo manifiestan las propiedades siguientes.

207. 1^a. El hierro convertido en acero es capaz de un lustre y pulimento muy grande : y de él se fabrican los útiles propios para limar , cortar , y extender no solo los demás metales , sinó tambien los cuerpos mas duros de la naturaleza.

208. 2^a. Su grande elasticidad está visible en las hojas de espada , muelles, relojes, arcos, &c.

209. 3^a. Es sonoro y suave en cierto grado , y á excepcion del oro , es tambien el mas tenáz y fuerte de los metales.

210. 4^a. Su color propio es gris obscuro ; pero quando se rompe aparece brillante como el de la plata.

211. 5^a. Es el mas ligero de los metales prescindiendo del estaño , que aún suele ser mas pesado que el hierro colado.

212. 6^a. No solo se pone roxo por la accion inmediata del fuego , sinó tambien por la de un rozamiento fuerte ; propiedad que se debe tener presente en su uso.

213. 7^a. Expuesto el hierro á un fuego violento chispéa al principio ; pero despues queda fixo y azulado : sufre el fuego sin fundirse mas tiempo que el cobre , y fundido , dexa una escoria azulada ú obscura , que suele disiparse en vapores.

214. 8^a. Sobre ningun metal tienen tanta accion las sales y ácidos como sobre el hierro , el agua y el ayre lo disuelven convirtiendolo en orin , que suele tomar diversos colores y denominaciones segun los disolventes que lo producen.

215. 9^a. Otra diferencia del hierro , respecto á los demás metales , (segun algunos Autores) , es que ocupa mayor volumen estando sólido que líquido; en lo qual sería comun con el agua. Mas esta propiedad es solo cierta , quando por alguno de los muchos accidentes que se han expresado en el Número I^o , sale cruda la fundicion , y mas semejante á una zamorra de las fraguas , que á un baño muy líquido, y suelto ; pues en este caso disminuye el hierro considerablemente su volúmen al consolidarse.

216. 10^a. Ningun metal tiene menos afinidad con el mercurio que el hierro , y por lo tanto es imposible amalgamarlo si mientras se tritura con él no se vierte encima una disolucion de vitriolo.

217. 11^a. Tiene singular afinidad con el imán, que es una de sus minas , propiedad muy conocida: igualmente que la de mirar al Norte la aguja de hierro tocada en el imán.

218. 12^a. No hay cuerpo en la naturaleza que retenga mas el fuego , y que por consiguiente tarde

tanto en enfriarse : las experiencias que se han hecho con los demás metales relativas á este asunto prueban , que los tiempos que conservan el calor no están en razon de sus masas , sinó en la de su mayor resistencia á fundirse : que es lo que mas propiamente podría llamarse solidéz.

219. 13^a. Los tiempos en que dos globos ó balas de diferente magnitud se calientan , y enfrian hasta no quemar , ó hasta ponerse al temple de la atmósfera , están en mucha mayor razon que la de sus diámetros.

220. 14^a. El tiempo que un globo ó bala de hierro tarda en ponerse albo en una fragua , cuyo fuego sea activo , es un sexto del que necesita para no quemar ; y $\frac{1}{6}$ del preciso para que tome el temperamento natural. Esta experiencia manifiesta quanto mas activo y violento es el fuego de la pólvora que el de una fragua , respecto á quedar por mucho tiempo caliente el cañon , despues de hacer fuego.

221. 15^a. Si se calienta el hierro hasta quedar albo pierde parte de su peso. Entre varias experiencias que manifiestan esta propiedad expondremos la siguiente.

222. Se pusieron á albar en una fragua , por tres veces consecutivas , diez globos de hierro , cuyos diá-

metros eran $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$, 3, $3\frac{1}{2}$, 4, $4\frac{1}{2}$, y 5 pulgadas, y se observó que habian perdido de su peso $\frac{1}{18}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{15}$, $\frac{1}{14}$, $\frac{1}{13}$, $\frac{1}{13}$, $\frac{1}{13}$, $\frac{1}{12\frac{1}{2}}$, $\frac{1}{12\frac{1}{2}}$, $\frac{1}{12\frac{1}{2}}$. Esta experiencia hace vér, no solo que el hierro pierde de su peso albandose, sinó que pierde mas quanto mas grueso sea : propiedad que parece contraria á la razon ; porque soltando el hierro alguna cascarilla, ú orin quando se calienta, era regular que las pérdidas de su peso en los globos estuviesen en razon de sus superficies, que lo están en la duplicada de sus diámetros ; y la experiencia prueba que están en mayor razon aún, que las de sus pesos ; esto es que la triplicada de dichos diámetros. Mas si se reflexiona que el hierro es un metal impregnado de partículas oleosas é inflamables, se hallará la causa de este fenomeno ; pues expuesto por mucho tiempo á un fuego violento, llega á desecarse enteramente, y reducirse á orin ; luego una bala gruesa que tiene que sufrir mucho mas tiempo la accion del fuego, que una menor, se desecará ó calcinará mas, y perderá por consiguiente mayor porcion de sus partes constitutivas.

223. De esta última propiedad se pueden inferir algunos resultados, que servirán para conocer la causa de que algunos hierros se deterioren trabajandolos, mientras que otros se mejoran : porque en

efecto , el hierro que está yá en el grado de perfeccion de que es capaz , puesto al fuego se disecará y perderá la exácta y proporcionada textura y dosis de sus partes ; mientras que el muy cargado de sales y azufres se purgará de ellas á la accion del fuego y del martillo , y se perfeccionará hasta quedar todo reducido á fibras.

224. Es indecible la mayor tenacidad y resistencia de este hierro nervioso compuesto de solas fibras; esto es , del de la 7^a. clase respecto á los de las demás. Para dár una idéa de esta diferencia basta exponer la siguiente prueba , hecha por el yá citado Conde de Buffon.

225. Habiendo cargado con varias pesas una argolla , ó hevillon , cuyos dos lados eran de $18\frac{3}{4}$ lineas de quadratura , y de consiguiente cada uno de ellos resistía con un espesor de $348\frac{4}{5}$ lineas quadradas , y los dos ó toda la argolla con 696 lineas á corta diferencia , se vino á romper con el peso de 28000 libras : de lo que se infiere , que cada linea quadrada de este hierro necesitaba para romperse 40 libras. Mas por otra parte un alambre de algo mas de una linea de diámetro , llegó á sostener 482, y 495 libras , y si hubiese sido quadrado muchas mas , (porque hubieran contribuido los quatro segmentos , que hacen

la diferencia del quadrado al círculo inscrito en él), por lo que se puede al menos reputar la superficie de la rotura del alambre como de una línea; y por consiguiente se deduce: que la resistencia del alambre cuyo hierro era enteramente fibroso, es á la del hierro del hevillon de mala calidad, aunque forjado, como 12 á 1, y aun algo mas.

226. Es verdad que la experiencia, que por lo comun destruye los razonamientos mejor fundados, hace vér que la resistencia de qualesquiera cuerpos, aunque de una misma é idéntica especie y calidad, no están en la razon de sus gruesos, ó espesores, sinó en otra menor; pero esta diferencia que puede consistir en las desigualdades que haya en la masa y textura de las partes de un sólido grueso, no es ni aun $\frac{1}{4}$ de la expresada diferencia de 12 á 1: por lo que aún rebaxada esta razon al tenor de la presente observacion, quedará siempre la resistencia del hierro fibroso á la del que no lo es, en la desigual razon de 9 á 1.

227. Siendo pues tan preferente el hierro fibroso, y pudiendose reducir á esta clase todos los de las demás, respecto á que, como se ha dicho en los Números anteriores, el hierro es uno mismo, y solo están sus diferencias en las dosis de sales, azufres, y

demás partes heterogéneas de que esté impregnado parece regular exponer el método de ejecutarlo, que no es otro que poniendolo á un fuego activo, hasta que esté albo, martillandolo fuertemente despues, y repitiendo esta misma maniobra varias veces: pues quanto mas se trabaje el hierro mas sólido, tenaz, y córreoso será.

228. Pero este principio y regla tienen su *maximum*, como todos le tienen tanto en Física como en Geometría. Quando el hierro ha llegado á su perfeccion; esto es, quando todo está compuesto de fibras, entonces un fuego violento lejos de mejorarlo, lo deteriora, y desustancia, porque lo priva de la parte oleosa que le era necesaria para la coherencia y ligazon de sus partes metálicas. Si el fuego dura mucho tiempo se hace tan sensible esta alteracion, como que el hierro se convierte en una materia ligera, y porosa, y enfin se calcina.

229. Quando la accion del fuego no es muy viva, ni larga; de modo, que el hierro tome solamente un roxo color de cereza, entonces lejos de deteriorarlo aunque sea todo fibroso le dá nuevos quilates de perfeccion.

230. El hierro mejor, que se conoce, es el que se forja de hierros viejos que hayan tenido mucho

uso, como clavos, y callos de herraduras, alambres, argollas, llantas, &c. Mas debe advertirse que este hierro ha de forjarse en fraguas de afino: esta especie de hierro puede llamarse á semejanza del oro *hierro de 24 quilates*.

231. Sería demasiado prolixo y largo exponer las diferentes clases de hierro que se deben emplear en las máquinas, instrumentos, y útiles que manejamos: conocidas las propiedades, de las diversas clases de hierro, la importancia del destino que se le haya de dár, y hecho el cotejo de esta importancia con el mayor dispendio que habrá de hacerse para mejorar el hierro, ó proveerse del mejor; será fácil deducir la práctica que se deba tener en las fábricas y talleres: no prescindiendo tampoco de la mayor duracion de los útiles hechos de hierro bueno, la qual es tan considerable, que segun las experiencias del yá citado Naturalista, una reja de arado de hierro fibroso dura veinte veces mas que otra de hierro comun, sin embargo de tener esta su punta de acero: pasemos pues á tratar de éste.

Número VI.

Del Acero y modo de fabricarlo.

232. **L**AS ideas que se tienen del acero son por lo comun falsas, y no expresan su caracter: vulgarmente se cree que es un hierro mas perfecto y puro, lo que absolutamente es incierto, siempre que se entienda por metal mas perfecto, el mas limpio, y exento de materias heterogéneas; porque el hierro forjado es sin duda mas puro que el acero, respecto á que éste se forma de aquel, con sola la diferencia de añadirle cierta cantidad de flogisto: y al contrario, el acero se reduce á hierro extrayendole dicho flogisto. Baxo este supuesto, indicaremos dos modos de distinguir y conocer el acero: á saber, por sus efectos, y por la naturaleza de su composicion: esto es, por sus propiedades sensibles, que nos manifiesta la experiencia; y por el conocimiento de su naturaleza íntima.

233. En primer lugar: la propiedad que distingue al acero mas sensiblemente del hierro, es la de que despues de haberse calentado hasta cierto grado, y sumergido en agua, ú otro licor frio; ó bien enfriandose súbitamente de otro qualquier modo, toma

un grado muy considerable de dureza, se hace quebradizo, y pierde su docilidad. Si una barra de acero se temple del modo expresado y se rompe, se encontrarán sus fracturas compuestas de una infinidad de granos, que parecen redondos á la vista, y hecha la misma maniobra con el hierro no resulta ninguno de estos efectos.

234. Si se dexa enfriar el acero en la misma fragua donde se ha calentado, no se puede distinguir del hierro por las señales anteriores; porque es quasi tan suave como él, apenas resiste algo mas á la lima, y en sus fracturas no se descubren los granos expresados; pero sin embargo se diferencia de las del hierro en que no manifiestan, como éstas, hojas brillantes, ni fibras gruesas, pues aunque tengan algunas fibras son muy sutiles: finalmente los granos del acero son siempre mas oscuros que los del hierro.

235. Otra diferencia distintiva del acero, pero menos perceptible, es la de calentarse mas prontamente que el hierro con igual fuego, tomando un color que denota estar efectivamente mas ardiente que una igual barra de hierro puesta en la misma fragua: enfín el acero se diferencia tambien de hierro por su gravedad específica.

236. En segundo lugar : el modo de conocer el acero por su naturaleza , supone sabido el método de formarle del hierro ; y el de , por el contrario, convertirle en hierro : de estas transformaciones , de quienes vamos á dár una idéa , se deduce que el acero no es otra cosa que hierro impregnado de partículas salinas y sulfúreas.

237. De tres distintos modos se puede fabricar y obtener acero , que no encontrándose nativo ó natural exige siempre alguna maniobra para su formación : el primero es extrayendolo inmediatamente de la mina de hierro fundida ; para lo que se necesita que ésta sea pura , de buena calidad , y se haya tenido mucho tiempo líquida : de modo , que el hierro que produce así afinada suele ser acero , sin haber que añadir mas que el temple ; pero se debe tener presente que solo hay algunas minas , que así tratadas , dán desde luego acero , aunque es natural que todas lo produxesen si se variasen sus maniobras segun las calidades de sus hierros. Además , los aceros que se extraen de esta primera fundicion de las minas son por lo regular muy bastos y gruesos : por lo tanto solo se destinan para los usos de agricultura ; así prescindirémos de ellos.

238. El segundo modo de fabricar el acero se

debe á la casualidad , y no al arte ; pues el mismo método y maniobras , que hemos prescrito para forjar el hierro , sirven tambien para obtener acero : de modo , que de una misma , é idéntica operacion resulta indiferentemente hierro forjado , ó acero : así una propia barra suele tener sus dos extremos de acero , y el centro de hierro : tambien se encuentran mezclados y ligados entre sí ; pero por lo regular se ha observado , que de la zamarra que se forma en una fragua de afinó , las partes exteriores , ó superficiales son de acero , y de hierro las del centro ó interiores. El acero así formado es de muy buena calidad , y de los más finos ; y se encuentran minas , que por tener tal vez más flogisto , lo producen en abundancia. Mas aquí no nos detendremos tampoco en este segundo método , así por ser casual , como porque tiene en contra , que por lo comun se halla mezclado algun hierro con el acero , y es preciso para usarle acabarlo de convertir en acero , que es lo que vamos á explicar.

239. El arte de convertir el hierro en acero , perfeccionado y descubierto por las Naciones Septentrionales , estaba ignorado del resto de la Europa , hasta que el célebre Físico el Señor Reaumur lo descubrió y publicó en una Obra compuesta á este fin:

obra digna de los mayores elógijs, y que nuestra Sociedad Bascongada ha tomado por norma para introducir y adelantar este arte en las manufacturas de aquella Provincia, logrando en efecto haber yá fabricado acero muy bueno, aún para armas blancas, como se ha experimentado en la fábrica de Toledo; aunque despues no ha continuado surtiendola, por haber sido de inferior clase las remesas siguientes, sea por defecto de los crisoles, que aún no se han podido perfeccionar por no ser el hierro de la clase que se necesita para producir buen acero; por la calidad del carbon, que no será uno mismo; ó por otras muchas casualidades, que pueden ocurrir para frustrar la operacion; pero que desde luego nos persuadimos que la Sociedad conocerá y remediará.

1240. Antes de dár una idéa del modo de convertir el hierro en acero, es preciso dár noticia de la clase que debe ser el hierro, pues siempre sale el acero correspondiente y proporcionado á ella: las dos primeras clases de hierro, que se expresaron en el Número anterior, dán aceros bastisimos y grosse-ros: el de la tercera lo suele dár bueno, y mas blanco que el formado de las clases superiores; pero antes se deben batir bien las barras, que se hayan de emplear.

241. El hierro de la quarta clase es el que debe emplearse con mayor seguridad para fabricar acero, que por lo comun resulta de un color obscuro, se forja muy bien, y es el mejor para las obras delicadas y bien rematadas, aunque no tiene tanta dureza como el producido del hierro de la clase anterior.

242. El hierro de la quinta clase necesita mucho mas tiempo para convertirse en acero; pero es preferible á los anteriores para los instrumentos con que se trabajan los metales, por su mayor dureza.

243. El hierro de la sexta clase produce un acero intratable por su dureza y acritud.

244. En fin, el de la septima clase produce un acero excelente: bien que necesita de mas tiempo que ningun otro para reducirse enteramente; pero todos al fin vienen á efectuarlo por la siguiente operacion.

245. El hierro se dispone en barras iguales y delgadas para que puedan recibir mejor las sales y acceytes: estas barras se encierran en crisoles, envueltas por todas partes de materias oleosas y salinas: y los crisoles se sitúan en un horno apropiado, en el qual se mantienen por mas ó menos tiempo, segun la actividad del fuego, la fuerza de la

composicion , y la calidad y grueso de las barras.

246. De todas las composiciones que se han experimentado , solas dos se han hallado buenas y preferentes : la primera de ellas consta de dos partes de hollin de chimenea , una de polvo de carbon de madera nueva , otra de ceniza , y tres quartas partes de sal comun : esta es la mas oportuna quando la calidad del hierro es adecuada para convertirse en acero ; pues á los demás los transformaria , por su fortaleza , en aceros ágrios y dificiles de forjar.

247. La segunda composicion se hace de dos partes de ceniza , una de hollin , otra de carbon , y una y media de sal comun ; y es la mas propia para los hierros de mala calidad : pues aunque los de buena se convierten tambien con ella en acero , necesitan para ello mucho mas tiempo , ó un fuego muy violento.

248. Quando se quieran convertir en acero hierros , que por ser yá ágrios dán aceros dificiles de trabajar , podrá mezclarse en la composicion alguna parte de materia absorbente , como la cal de huecos , ó la ordinaria en su defecto.

249. No basta conocer quáles sean las composiciones mas eficaces , ni saber proporcionar sus dosis á la cantidad , y calidad del hierro : es indispensa-

ble tambien arreglar la duracion y violencia del fuego. Sobre todo se ha de precaver que el fuego no tenga entrada en los crisoles ó utensilios en quienes esté encerrado el hierro; pues de lo contrario reducirá á cenizas la composicion, que lejos de dár partes oleosas al hierro lo desecaría mas.

250. No son absolutamente precisas las sales y hollin para convertir el hierro en acero. Los Ingleses no emplean para ello otra cosa mas que polvo de carbon, haciendo durar la cementacion cinco ó seis dias. Las barras salen de esta primera operacion de un acero imperfecto que parece hierro colado; y se perfeccionan trabajandolas y reduciendolas á barretas en una fragua de martinete. Volviendo á cementar estas barretas se consigue reducirlas á un acero superfino.

251. No se limita á los métodos expresados la conversion del hierro en acero, hay otros varios, aunque no tan públicos y experimentados, tales son los siguientes.

252. Se sumerge por algun tiempo en hierro colado y líquido, el hierro que se quiera convertir en acero, reducido á barras muy poco gruesas: la causa de este efecto se deduce facilmente de los principios expuestos, que manifiestan que el hierro colado abunda en sales y azufres.

253. Segun Bomare , los Alemanes , cuyo acero es de los mejores , convierten el hierro en acero , poniendolo á un fuego activo, hasta que las barras queden reducidas á un tercio ; pero como este sábio Chímico no individúa esta operacion , no podemos dár otra noticia de ella.

254. Mas esté fabricado el acero con el método que se quiera , siempre nos es necesario saber reconocerlo , y apreciar su calidad para poder emplearlo con acierto : á este fin vamos á exponer las señales que se han de buscar , y pruebas que se deben hacer, para que por ellas se venga en conocimiento de la calidad del acero que se exâmíne.

255. Quando el acero es muy malo , se reconoce por tal á la simple vista : si sus barras tienen muchas grietas en sus superficies , y muescas en sus esquinas , se puede tener por cierto que serán difíciles de trabajar: asimismo, si se observan muchas hojas en las superficies de sus fracturas, indicarán que no puede servir para obras tersas y de pulimento : en fin , si despues de templado y roto el acero descubre en sus fracturas fibras de hierro, parages desigualmente configurados , ú hojas brillantes mezcladas con granos oscuros , tendrá mucho hierro , y por consiguiente será muy malo.

256. No siempre se perciben á la vista los defectos del acero : una barra puede estar muy tersa , y ser difícil de forjar. La prueba mas terminante para conocer si una barra de acero carece de este defecto, es calentarla hasta que esté albandó , romperla , y soldar sus dos partes: el acero de mala calidad podrá quedar limpio y terso , calentandolo hasta tomar solo el roxo color de cereza ; pero si se mantiene en la fragua hasta que se ponga blanquecino, ó que sude, (que es el grado de calor que debe darsele, igualmente que al hierro , para soldarlos) , no quedará limpio y terso , ni se soldará exáctamente ; mientras que por el contrario , no se podrá distinguir el parage de la soldadura en el buen acero.

257. Al tiempo que se enrózezca el acero , se podrá preveer si se dexará , ó no soldar ; pues si escuchando con atencion se oye una especie de hervor distinto del ruido de los fuelles , se podrá inferir que el acero no se dexará trabajar. Otro indicio de su mala calidad es , quando teniendolo en la fragua , se le echa arena encima , y no cria una especie de barniz.

258. Muchos piensan que una de las señales de la bondad del acero es que sus barras tengan en el centro de sus fracturas una roseta , que suele ser de di-

versos tamaños, figura, y color, aun en distintas fracturas de la misma barra; mas no hay señal mas equívoca, y que menos pruebe la bondad del acero; al contrario indica que las barras provienen de hierro colado.

259. La verdadera dificultad, que ocurre en esta materia, no está en descubrir algunos defectos ordinarios y comunes en el acero en general, respecto á tener varias propiedades que lo hacen adecuado para muchas obras, que podrian ser de hierro; sinó en determinar el grado de perfeccion de cada una de estas propiedades en qualquier especie de acero.

260. Las expresadas propiedades comunes á todo acero se pueden reducir á estas tres. 1^a. La de tomar un cierto grano estando templado á un determinado fuego. 2^a. La de adquirir mas, ó menos dureza, conforme al grado del calor con que se temple. 3^a. La de conservar mas, ó menos *cuerpo* despues de templado: entiendese por *cuerpo* del acero la consistencia ó tenacidad con que están ligadas sus partes, ó lo que es lo mismo, la fuerza que necesitan para separarse.

261. Supuesto, pues, que una barra de acero no tenga pajas, venteaduras, grietas, quemaduras,

herrumbre , ni vetas de hierro , y que sea facil de trabajarse , deben reconocerse su grano , dureza , y cuerpo para hacer juicio fundado de su calidad , valor , y usos á que ha de aplicarse. Tambien es preciso determinar en que grado están combinadas estas propiedades en un acero , para poderlo cotejar con otro , y preferir uno de ellos : porque quanto mas menudo sea el grano , tanto mas cuerpo tendrá este , y tanta menor dureza , por consiguiente debe decidirse cuál de estas combinaciones será mas ventajosa , y en qué acero se encuentra.

262. Es difícil poder comparar con exâctitud el grano de dos aceros ; pues aunque se hayan templado á un mismo fuego , es muy casual romper sus barras por los parages que lo hayan sufrido igualmente : por esto , para compararlos en esta parte , se soldará cada barra , ó plancha de acero con otra de hierro de igual longitud ; se dividirá ésta por medio á lo largo con un cincél ; se templarán las de acero así soldadas ; y despues será facil romperlas precisamente por medio en toda su longitud , porque el hierro impedirá que se tronchen al través : con este arbitrio se podrán cotejar con exâctitud. Para templar dichas barras con igualdad , se sumergirán por determinado tiempo en hierro colado. Enfín , guardadas

algunas de estas barras así preparadas y divididas, podrán servir para reconocer los aceros : así como la piedra de toque de los Plateros para hallar los quilates del oro , ó de la plata.

263. Para reconocer y cotejar la dureza de los aceros es insuficiente la lima ordinaria , porque el diverso temple y calidad de ésta , y las muchas variedades que pueden hallarse en el acero , hacen esta prueba grosera , y falible. No será así , si se usan , á este fin , limas de distintas materias , unas mas fuertes que otras : y tales son las siguientes , que podrán servir para averiguar la expresada propiedad : 1.^a. y menos fuerte , la de vidrio : 2.^a. la de cristal de roca : 3.^a. la de guijarros transparentes : 4.^a. la de ágata : 5.^a. la de jaspe oriental : 6.^a. la de topacio , ó zafiro del Oriente : 7.^a. la de diamante. Por medio de estas , ú otras semejantes limas , y de las fracturas de las barras yá expresadas , no será nada difícil cotejar , reconocer , y combinar el grano y dureza de dos aceros.

264. Queriendo comparar el cuerpo de ellos despues de templados , ocurren dos dificultades : la una temprarlos uniformemente ; y la otra , disponerlos en sólidos igualmente compactos y gruesos : hemos dicho yá el modo de vencer la primera , que se

reduce á templar las barras en hierro fundido, plomo, ó estaño, sumergiendolas despues á un tiempo en otro líquido frio. La segunda es mas especiosa, sin embargo se zanjará reduciendo los aceros destemplados á alambre, con cuyo medio quedarán de un mismo grueso: pues dos cuerpos correosos, que se han hecho pasar violentamente varias veces por aberturas iguales, es forzoso que queden igualmente gruesos. Supuestas estas diligencias prévias, será muy sencillo vér qual de los dos alambres se rompe antes.

265. No obstante que el hierro se convierte en acero, no adquiere las piedades de tal, hasta que se temple: esta operacion se reduce, segun yá se ha indicado á calentarlo y sumergirlo seguidamente en agua, ú otro licor frio. Quando se dexa enfriar despues de caliente al ayre, ó en la fragua, no toma, ni la dureza, ni las demás propiedades que le dá el temple, lo que no puede atribuirse sinó á una de estas tres causas: 1.^a á que el fuego, ó el agua comuniquen al acero alguna materia que enlace sus partes: 2.^a á que por el contrario el fuego arroje, ó expela del metal alguna sustancia que impedia la perfecta reunion de sus partes: 3.^a enfín, á que en la sustancia de dicho metal, se hace alguna mutacion en quanto á la figura y coordinacion de sus partes, de cuyas re-

resultas quedan mejor unidas.

266. Mas exâminadas físicamente las expresadas causas se conocerá : que la primera no puede producir el efecto en cuestión ; porque el acero templado pierde parte de su peso , y además , el agua , que era la única materia que pudiera introducirse de nuevo , parece incapáz de producir los efectos del temple. Aunque la segunda se presenta como mas adaptable y análoga , porque el fuego podría arrojar algunas partículas , y el agua impedir su introduccion, no por esto es mas sólida y verdadera; respecto á que encerrada una barra de acero albando en el recipiente de una máquina pneumática no queda templada, sin embargo que no se puede introducir cuerpo alguno en ella.

267. Es, pues, preciso que la tercera sea la causa real, y que su efecto provenga de la diversa situacion de las partes oleosas y salinas , en quienes consiste la diferencia del acero al hierro. Efectivamente, es muy verosimil que liquidadas dichas partes , y puestas en movimiento por la accion del fuego , ocupen los intervalos que hay entre los granos del acero , y que el frio súbito las fixe en esta posicion : al menos, esta circunstancia parece muy adecuada para producir el efecto de que el acero resista á la lima.

268. No es absolutamente precisa el agua para templar el acero , puede suplirse algunas veces ventajosamente , con qualquier otro liquido , como los aceites y el mercurio ; y tambien con los metales y semimetales , que se funden á corto grado de fuego como plomo , estaño , antimonio, &c.

269. Como el hierro no se diferencia del acero, sinó en estár impregnado de menos sales y aceytes, se puede por consiguiente templar hasta cierto grado , de modo que resista á la lima.

270. Quando se quiera dár al acero mayor dureza que la que adquiere con el temple expresado ; se encierra en un crisól envuelto en hollin , carbon , y sal , y luego que haya tomado el grado de calor que quiera darsele se sumerge en agua muy fria.

271. Con este mismo temple adquieren los instrumentos de hierro un grado de dureza, que los hace equivocar con los de acero ; ó por mejor decir , este temple convierte las superficies del hierro en acero, segun se infiere de los principios expresados.

272. La regla mas general en los temples es , que quanto mayor grado de calor tome el acero , y mas frio esté el licor en que se sumerja , tanto mas grueso, blanco, y duro será su grano : la única excepcion de esta regla es el caso en que el calor del acero sea

tanto que esté próximo á fundirse ; pues entonces el grano no será grueso ni blanco ; porque un calor tan activo hace perder al acero sus propiedades. En fin, quando se trate de las armas blancas se darán algunas otras noticias mas circunstanciadas del acero , y su temple , relativas á aquel asunto.

273. Como uno de los principales objetos de este Tratado sea dár á los Individuos del Cuerpo todas aquellas nociones teóricas que les sean precisas para perfeccionar, conocer, y apreciar las prácticas que encontrasen establecidas , pudiendo discernir así , en que depende las diferencias tan notables de sus resultados , que es preciso uniformar para el bien del servicio : nos ha sido indispensable en este Artículo introducirnos en algunos puntos , que parece no tienen una concernencia inmediata con la Artillería ; pero que sin embargo , no dexarán de ser útiles en muchas ocasiones , y encargos particulares.
á sus Oficiales.



ARTICULO IV.

*De la construccion del carruage, útiles,
y máquinas para el servicio de la Ar-
tillería; y de las maderas mas apro-
posito para ellos.*

I. **E**L objeto del presente Artículo es dár conocimientos suficientes para saber dirigir y apreciar la multitud de carruages, máquinas, y útiles necesarios para el manejo y uso de la Artillería: para ello parece se debe tratar de los materiales de que se componen; pues segun la calidad de éstos será la de aquellos: y despues exponer quáles deban ser las dimensiones y figura de las diversas partes de cada cosa, para que su resistencia sea proporcionada á los esfuerzos que han de sufrir, y al uso que han de tener.

2. Mas este segundo punto no se ha arreglado por otros principios que los que ha manifestado el uso: así lo prueba la continuada variacion que ha habido en las dimensiones de las cureñas y demás efectos. Al presente que se cultiva la Física y Maquinaria con tanto éxito, se ha querido, valiendose de sus luces, arreglar las máquinas de Artillería con precision y principios; pero esta innovacion ha

sido impugnada en todas sus partes por los Oficiales antiguos, que satisfechos del buen servicio que habian observado en los efectos cuyas proporciones habia arreglado una larga experiencia, temen que los contruidos sin ella sean débiles, ó tengan otros varios inconvenientes.

3. Inferese de aqui, que esta materia es muy difícil de tratar con propiedad y acierto: lo uno porque sería un trabajo inmenso, y muy superior á nuestras fuerzas y facultades, calcular y apreciar quáles deban ser las dimensiones, cortes, y refuerzos de las varias piezas de cada máquina, para que puedan resistir los esfuerzos que han de obrar contra ellas, y los temporales á que han de estar expuestas: y mas quando se sabe que la experiencia suele desmentir comunmente las mejores teorías, hechas sobre semejantes asuntos. Lo otro, porque no es facil, ni nos es propio, determinar si sea mas acertada la construccion antigua de los expresados efectos, ó la moderna. Tampoco podemos prescindir de una ú otra, porque ambas se han adoptado en parte en nuestras Maestranzas: los afustes de morteros, y las cureñas de los cañones de Campaña son del nuevo método.

4. En esta ambigüedad daremos noticia de uno y otro método, por medio de planos exâctos y ta-

blas de dimensiones y proporciones : uno y otro se encontrará en el Tomo de Laminas : y en el Núm. I.º de este Artículo se dará noticia de las principales innovaciones del método moderno ; y de las objeciones , y defensas que sobre ellas se han hecho. Lo que además de dár luces para juzgar sin temeridad, y á bulto , enseña á discurrir y pensar sobre estas materias.

5. Como por las tablas y planos que ofrecemos se venga en conocimiento de las dimensiones de todos los efectos precisos para el servicio de la Artillería , los cuales se componen de madera , y hierro, se tendrá por este medio suficientes datos para saber dár las proporciones necesarias tanto á la madera en bruto ó en rollo , en las cortas y apéos de arboles para las Maestranzas : como para las justas dimensiones de las mismas , despues de secas y labradas , y de la clavazon y herrages : teniendo presente , que á las piezas en bruto se debe añadir , á sus regulares dimensiones , un octavo , ó un décimo , segun su calidad , por lo que merman en su enxugo.

6. Habiendose tratado en el Artículo anterior del hierro batido , que tanto uso tiene en los carrua- ges y efectos de la Artillería , deberémos tratar aqui de sola la madera , lo que executaremos : 1.º. mani-

festando sus diferencias segun su naturaleza y calidad ; es decir, segun el género de arboles que la produzca , y la situacion , y exposicion de ellos : mostrando al mismo tiempo quáles maderas sean mas oportunas para la Artillería. 2º. Exponiendo las consideraciones que se deben tener presentes para la eleccion de arboles en particular ; y modo de apreciar la magnitud de su madera. 3º. Enfín , discurriendo sobre el tiempo mas oportuno para las cortas ; sobre las precauciones para conservar las maderas ; y modo de apreciar su calidad : de cuyas materias tratarán los Números IIº, IIIº, y IVº de este Artículo.

Número I.

De las innovaciones introducidas en la Artillería por lo concerniente á carruages y demás pertrechos.

7. **L**A variedad introducida en las piezas de Artillería por el nuevo método , (que toma por principio la exáctitud y la precision), se ha extendido al cureñage y demás pertrechos , haciendo los menos toscos y pesados , pero mas movibles y exáctos. Los Apologistas del antiguo los reputan mucho mas costosos , complicados , y aun menos só-

lidos. Nosotros sin atrevernos á declararnos parciales ni del uno ni del otro método, expondrémos aquí las principales diferencias de ellos por lo concerniente al objeto de este Artículo : añadiendo á continuación, como dexamos dicho, sus principales críticas y apologías.

De las cureñas de Campaña de los calibres menores.

8. Las gualderas de las cureñas de Campaña del nuevo método tienen á corta diferencia tres pies de largo, media pulgada de grueso, y tres, dos, y una, segun los calibres, de ancho, menos que las antiguas: de consiguiente por esta parte son mucho mas ligeras; pero como por la misma razon serian menos resistentes, para evitar este defecto, se han fortalecido con robustos herrages, y particularmente con las planchas de hierro, que á continuacion de las barras de retenida, cubren el grueso de las gualderas. Para evitar el rozamiento de sus exes, se han hecho estos de hierro; y en lugar de los buxes con que se armaban los cubos, se han substituido unos conos truncados, ó tubos de bronce, en donde entran las mangas de los exes. Con el mismo intento se han suprimido los clavos con cabeza á punta de diamante, y las abrazaderas que sujetaban las llantas. Asimismo para im-

pedir el grande retroceso de estas cureñas se ha aumentado la ságitá del arco ó centro de las gualderas de una pulgada; así tocan el terreno con menos obliquedad.

9. En las cureñas antiguas se hacia la puntería con cuñas de mira, y en las del nuevo método descansa la culata del cañon sobre una solera movable, enlazada con goznes á la telera de volada: el otro extremo de la solera correspondiente á la culata, se eleva, ó baxa por medio de una rosca de hierro con su tuerca de bronce: ésta se sitúa entre las gualderas baxo del parage donde se ponía la telera de descanso, y se afirma con pernos á las gualderas. La cabeza de la rosca entra en una concavidad hecha en la solera, guarnecida de una plancha de cobre: finalmente la rosca tiene quatro manivelas para su uso.

10. Además de las muñoneras ordinarias tienen las cureñas nuevas otras, distantes de las primeras quatro diámetros de la bala de sus calibres, para situar los cañones en las marchas: por cuyo medio su peso se promedia entre los exes de la cureña, y del armón ó juego delantero.

11. En cada cureña se puede llevar un caxon que contenga, en la de á 12, 9 tiros; en la de á 8, 15; y en la de á 4, 18.



12. En fin, tambien se han variado los armones de estas cureñas (mas conocidos por *abantrenes*): las ruedas de los antiguos eran pequeñas: de modo, que podian pasar por baxo de las gualderas; y las de los actuales son mucho mayores. Sus exes son de hierro igualmente que los de las cureñas.

13. Tales son las principales diferencias entre las cureñas modernas, y las antiguas, las que se notarán mejor en el Tomo de Laminas á vista de sus planos y dimensiones: veamos ahora lo que opinan á cerca de ellas, varios Autores de uno y otro partido.

14. Las cureñas nuevas, dicen sus Opositores, con sus armones pesan mucho mas por razon de los herrages, que las antiguas, excepto la de á 4 que pesa algo menos.

15. No es cierto que el estar las construcciones mas bien dirigidas, y las ensambladuras mas fuertes compensen con ventaja lo que la disminucion de espesores en la madera puede quitar á su solidéz: mientras mas delgadas sean las gualderas, (iguales las demás circunstancias), mas las alterarán las alternativas de sequedad, y humedad, sol y lluvia. Estas cureñas mucho mas costosas que las antiguas durarán menos; y sus herrages tan justos en la primera construc-

cion , no servirán para otra , sinó recomponiendolos con sumo cuidado.

16. La adicion inutilmente hecha á las cureñas de pernos , tuercas , planchas de hierro , &c. todas obras delicadas de cerragería , ocasionan un exceso de gasto tan considerable como inutil, así por lo respectivo á las primeras construcciones ; como por la manutencion de un número quantioso de Obreros hábiles, que exígen estas innovaciones en un Ejército.

17. Como las piezas del nuevo método atormentan mas las cureñas por su ligereza que las antiguas, se necesitará recomponerlas con mas freqüencia , y muchas veces en el momento mas crítico. Y quando se hayan roto algunos herrages en las cureñas nuevas, quedarán fuera de servicio , por no tener siempre los Obreros los útiles , el tiempo , ni la comodidad que requieren los nuevos herrages. Los antiguos menos primorosos y vistosos , eran ciertamente mas groseros , pero mas sólidos , y de una manutencion mas facil.

18. A estas objeciones hechas sobre el peso , solidéz, y precio de las cureñas nuevas, satisfacen sus Apologistas diciendo : 1º. que el aumento de peso de las cureñas de á 12 y 8 proviene ; lo uno de que sus armones tienen lanza en lugar de varas , lo que

es una ventaja considerable por la mayor celeridad con que se mueven los carruages ; y lo otro , por el caxon de municiones que lleva cada cureña, utilidad que nadie contexta. Además , el peso de las cureñas no puede ser perjudicial á la facilidad de su movimiento , pues por esta parte es su construccion muy ventajosa. 2º. Que objetar, que las gualderas resistirán menos á las injurias del tiempo porque son menos gruesas, es lo mismo que decir, debe ser igual el espesor de toda gualdera , sea del calibre que se quiera ; pero la experiencia prueba que las cureñas de los calibres menores no dexan de tener igual duracion, aunque sus gualderas sean menos robustas. Por otra parte, la plancha que cubre las gualderas modernas las preserva mucho mas de la intemperie, que lo estaban las antiguas. 3º. Que el costo de una cureña del nuevo método es solo $\frac{1}{115}$ mayor que una igual del antiguo ; pero que aun quando fuese mayor, parece no se debe reparar en él , si proviene de los nuevos herrages , en quienes se vitupera mucho lo exácto y primoroso , pero sin razon ; pues aun quando hubiese que recomponerlos para hacerlos servir una segunda vez, se encontraría economía, respecto á que la principal ventaja resulta de la precision de sus partes , é inteligencia con que están construidas, lo que contri-

buye á la solidéz de la cureña. La objecion de que el primor y exáctitud de los nuevos herrages exigirían que acompañasen á un tren gran número de Obreros hábiles, es infundada; pues es difícil de concebir porque las piezas, hechas de priesa por un Obrero mediano, no servirán tambien én caso de necesidad, como servian y sirven para las cureñas antiguas.

19. Contra la rosca para apuntar se dice: que el menor golpe del cañon la descompone, y es muy difícil habilitarla; que ella misma se desordena con los tiros, por el orin ó herrumbre; y que un poco de barro ó una piedra pequeña que se introduzcan en la tuerca le quitan su juego.

20. Se responde: que aunque es cierto que la rosca se puede descomponer por los tiros, respecto á la presion que hace contra ella la culata, (en virtud de la resistencia que opone el ayre al choque violento del fluído que sale por el fogon, y por la situacion de los muñones respecto al exe de la pieza); pero las cuñas de mira, aun atadas con cadenas para que no se pierdan, tienen el defecto de arrojarlas el tiro y levantarse de consiguiente, si no están sujetas en unas correderas que se oprimen con la humedad: y que la puntería se hace mas pronta y seguramente con la rosca, lo que es de la mayor im-

portancia respecto á las piezas de campaña.

21. Sobre los exes de hierro y los tubos de bronce dicen los Defensores del antiguo sistema: que si facilitan la marcha en las llanuras, aumentan el trabajo en las baxadas, y en las cuestas si el movimiento no es continuo: que son demasiado costosos: que exigen repuestos numerosos á causa de la precision de su construccion, y de la extrema dificultad de repararlos en el campo; como se hace con los exes de madera, que se pueden formar del primer arbol que se presente: que aumentan considerablemente el retroceso: y otras contras de menor entidad.

22. Se responde: que el exceso de precio no es digno de reparo á vista de la facilidad que procuran al movimiento de las ruedas, como lo prueban los grandes retrocesos de estas cureñas, ocasionados únicamente de este principio; pues atendidas las demás circunstancias aún deberian retroceder menos que las antiguas. Esta facilidad depende de la disminucion del rozamiento del exe con los cubos, que es considerable: 1º. porque siendo el hierro una materia mucho mas resistente que qualquier madera, se pueden hacer las mangas de los exes hechos de él, mucho mas delgadas; y como el rozamiento de una rueda dependa de la razon que haya entre su diámetro y el del exe; será

por esta parte bastante menor el rozamiento de las cureñas modernas. 2^o. La cantidad de rozamiento depende tambien de la textura de los cuerpos en que se exerce: y la experiencia ha manifestado que el rozamiento de madera contra madera es $\frac{1}{3}$ de la presión del peso, y el del hierro contra el bronce $\frac{1}{4}$ de la misma presión.

23. Aunque el menor rozamiento de los exes sea incómodo para las cuestas, son muy faciles de remediar los inconvenientes que resultan. Quando se haga descanso subiendolas, bastará para no molestar las mulas de tronco, calzar las ruedas con una palanca, ó con cuñas: y en las baxadas muy pendientes se podria hacer uso del medio practicado en los países muy quebrados, que se reduce á una pieza de hierro cóncava en donde se acomodan las llantas, y atada á las gualderas, ó brancales, la hacen correr las ruedas delante de sí toda la cuesta, con lo que no se maltratan los rayos.

24. Por lo perteneciente á la recomposicion de los exes de hierro en un camino se dice: que los medios para habilitar los exes de madera se pueden adaptar á los de hierro, respecto á que en uno y otro caso solo se trata de sujetar por fuertes ligaduras la pieza que ha de remplazar la manga rota.

25. La mayor contra que tiene el uso de exes de hierro, y tubos de bronce en las cureñas, es la de aumentar considerablemente los retrocesos, defecto de entidad, y digno de la mayor atención, y mas quando no es facil hallar medio para corregirlo: el de aumentar el declivio de las explanadas, además de maltratar las cureñas, no es adaptable para piezas de campaña que se sirven sin explanadas: y el de aumentar el arco ó centro de las gualderas, es precisarlas á que falten por él. Si este inconveniente de los exes de hierro, pareciere superior á sus ventajas, se podrian suprimir en las cureñas, y adoptarlos para todos los demás carruages, para quienes son sin duda muy ventajosos.

26. Contra la altura de las ruedas de los armo- nes modernos se objeta: que no se pueden tomar revueltas un poco estrechas sin exponerse á volcar el cañon, ó romper la lanza, á causa de no poder entrar las ruedas por baxo de las gualderas. Esta objecion es sin duda sólida, y de importancia; pero se responde, y satisface plenamente al parecer con decir; que hacer las ruedas de los juegos delanteros muy baxas, es solo cómodo para tomar revueltas muy estrechas, como las que se encuentran en poblados, las quales no tienen necesidad de tomar los

carruages de Artillería, aun quando no fuese por otra razon de que siendo el tiro muy obliqüo en ellas se fatiga mucho el ganado: además esta ventaja atrae el inconveniente grandisimo de que se atascan con su ma facilidad los carruages, y llegando el barro á la altura del exe delantero lo maltrata y aun rompe: lo mismo sucede chocandolo una piedra sobre que haya de pasar. Las ruedas altas tienen tambien la utilidad de disminuir el rozamiento, por ser mayor la razon de su diámetro al del exe, como arriba se dixo.

27. Sobre la preferencia de las lanzas ó varas en los arzones y demás carruages, (cuyo arreglo segun el Señor Bezout en el Tomo IV. de su *Nuevo Curso de Matemática* no es facil determinar), se ha escrito, y discurredo mucho por ambos partidos; de modo, que este paralelo sería demasiado difuso. Mas de las prácticas establecidas en varios países, y de las razones que se exponen á favor de uno y otro método se deduce: que los carruages con lanzas pueden marchar con mucha mas velocidad que los de varas; pero que éstos son menos costosos y mas durables. Así se observa, que se prefiere la lanza para todos los carruages que deben marchar con diligencia, y al trote, ó galope; y por el contrario, las varas para los que han

de transportar cargas considerables con menos celeridad. Por consiguiente parece que las lanzas son preferibles para los arzones de las piezas de campaña, que deben acompañar á las tropas en todas sus evoluciones y movimientos.

Cureñas de campaña de los calibres de batir.

28. Las cureñas de campaña destinadas para las piezas de batir; esto es, para los calibres de á 24, y 16, se han variado tambien en el sistema moderno: sus gualderas tienen $1\frac{1}{2}$ pies menos de largo, y media pulgada menos de grueso; pero la barra de retenida se prolonga formando una plancha que las cubre por la parte superior. Sus exes son de maderas; pero sus mangas están cubiertas de planchas de hierro, y entran en tubos de bronce. En lugar de soleira tienen un quadrilongo de madera que se ajusta y ensambla en las teleras de descanso, y de mira; y sobre él se afirma la cuña de puntería en una corredera. Los herrages de estas cureñas son muy semejantes á los de las cureñas de las piezas de campaña. Como las objeciones que se ponen á ellas son quasi las mismas que las que acabamos de exponer, es excusado repetir las. En el Tomo de Laminas se darán los planos y dimensiones de unas y otras.

Cureñas de Plaza.

29. Las cureñas que actualmente usamos para el servicio de las Plazas son mucho mas cortas que las de campaña ; pues teniendo las gualderas de éstas para el calibre de á 24 , $13\frac{1}{2}$ pies de largo , tienen las de plaza del mismo calibre solos 10 pies : sus ruedas son mucho mas baxas , con otras diferencias que se verán en el citado Tomo de Laminas cotejando sus planos y dimensiones. Mas en Francia se ha adoptado para el servicio de Plazas , una cureña particular , con quien se puede hacer fuego por encima de los parapetos , y que nos parece por sus ventajas digna de que hagamos su descripcion.

30. Esta cureña ó máquina propuesta al Ministerio de Francia por el Señor de Gribeauval en 1749 , tiene sus gualderas muy semejantes á las de una cureña de marina , con la diferencia de ser mas altas , circunstancia que añadida á la de tener unas ruedas de 4 pies de diámetro , es causa de que la parte inferior del cañon esté elevada 5 pies.

31. En lugar de las dos ruedas de atrás que tienen las cureñas de marina , tiene ésta una sola , afín de que no cargando mas que sobre tres puntos , no balancee , y para que la puntería sea mas precisa. Es-

tas tres ruedas corren con facilidad por tres canales fuertes, reunidas por un marco robusto, que se fixa con un perno muy grueso, al rededor del qual se mueve quando se quiere ronzar la cureña lateralmente, pues descansando sus ruedas sobre el marco participan de todos sus movimientos.

32. Las gualderas de esta cureña son de encina, y pueden ser de dos ó tres trozos, sin perjuicio de su solidéz, porque se ensamblan suficientemente con fuertes pernos que las atraviesan: y están unidas con solas dos teleras que serán de encina ó álamo. El marco puede ser de pino: en su construccion entran dos soleras, y dos reglones de igual largo, situados sobre ellas hácia el costado interior; de modo que las ruedas corran sobre las soleras rasantes á los reglones: estas piezas se ensamblan por su frente á un batiente, por en medio á una telera, y por la cola á un contrabatiente: entre el batiente y la telera, se fortalece su trabazon con dos atravesaños en aspa: sobre la mitad de la telera, y del contrabatiente se fixa una canal compuesta de una solera, y dos reglones, sobre la qual corre la rueda de atrás.

33. Los reglones sirven para que ninguna de las ruedas pierdan su direccion, y el contrabatiente, para que el retroceso no exceda los límites del mar-

co ; y afin que las ruedas no lo choquen violentamente , lo que haria falsear al perno que sujeta el quadro á la explanada , se ponen para amortiguar el choque unas cuñas bastante largas sobre las dos soleras principales apoyadas sus cabezas al contrabatiante : á este efecto se le dá tambien á la explanada un declivio de 7 pulgadas. El marco , como se dexa dicho, se une á la explanada , por medio de un perno que atraviesa el batiente por la mitad de él : así quando se quiera apuntar lateralmente, se mueve el marco con un espeque apoyado por baxo de la canal de la rueda de en medio , ó á un extremo del contrabatiante.

34. La cuña de mira , que sirve para mantener en una elevacion fixa la pieza, es muy ingeniosa. Sobre la telera de mira se fixa con pernos una cuña , sobre ésta entra otra , cuya cabeza está hácia dentro : una barra de hierro , cuya superficie superior sea plana, y tenga 24 taladros en dos filas , entra por la cabeza de la cuña inferior , y vá á enlazarse en la de la superior ; así , tirando de la barra se introduce la cuña superior , y se eleva el cañon : quando se tiene apuntando á la altura conveniente se fixa la posicion de las cuñas introduciendo una clavija en el taladro de la barra mas próxímo á la cabeza de la cuña infe-

rior. Como las cuñas se sitúan inversamente , la superficie superior viene á quedar en una posicion quasi horizontal.

35. Para el servicio de una pieza montada sobre esta cureña , son necesarios dos Artilleros , y tres Sirvientes. Un Artillero y un Sirviente se ponen á la boca de la pieza , la cargan y pasan la lanada ó el escobillon : dos Sirvientes se ponen á la culata , el uno ceba , y el otro dá fuego : el Artillero restante apunta , y cuida de las municiones. Los quatro primeros tienen espeques para entrar la pieza en batería y apuntarla.

36. Las ventajas de estas cureñas segun el Señor Coudray son : 1.^a. proporcionar el medio de tirar de noche con igual fruto que de dia contra las obras de los sitiadores , y que así no puedan recomponer á favor de la obscuridad los trabajos que se les hayan destruido de dia. 2.^a. Que elevandose las piezas por la cureña y el marco á cerca de seis pies de altura , solo se necesitan troneras de 18 pulgadas de alto : con lo que se conservan los parapetos á quienes arruinan las troneras ordinarias , y se puede formar una batería con facilidad. 3.^a. Siendo mas baxas las ruedas de estas cureñas que las de las ordinarias , están menos expuestas , y tienen no obs-

tante la altura necesaria para transportar y manejar el cañon con facilidad , sin lo que no se puede defender bien una Plaza. 4^a. El retroceso se destruye por el solo peso de la pieza sin maltratar la cureña ni el marco. 5^a. Una pieza montada sobre un semejante afuste, no exíge sinó la mitad de Sirvientes, que se necesitan para las otras. 6^a. La altura de costado, ó través que baste para cubrir muy imperfectamente los Artilleros que estén á un lado de la pieza , la cubre á ella y á su cureña completamente. 7^a. Sirviendo piezas montadas en estas cureñas , no tienen tanto que temer los Artilleros los tiros que entran por las tróneras, que solo pueden ofenderlos en los brazos, y esto en la accion de cargar y limpiar la pieza ; mientras que con las cureñas ordinarias , que exígen tróneras muy baxas , tienen estos mismos Artilleros expuesto todo su cuerpo desde las rodillas á los tiros directos ; y los restantes están enteramente expuestos á los de rechazo , igualmente que la pieza y su cureña. 8^a. No exígiendo esta cureña otros herrages que algunos pernos ; siendo sus gualderas quasi la mitad menores que las ordinarias ; y bastandoles una explanada de qualesquiera maderos , reúne á sus demás ventajas la de la economía , y la facilidad de sus recomposiciones.

37. No obstante las ventajas que acabamos de exponer de esta nueva cureña de plaza, y el uso tan util que hizo de ella el Señor Gribeauval en la gloriosa defensa de Schweidnitz, los Apologistas del método antiguo la critican, igualmente que á las demás innovaciones: veanse aqui sus principales objeciones.

38. El Señor de la Valliere en su Tratado de la *Defensa de las Plazas* dice: „La segunda qualidad esencial de los instrumentos de Artillería es la *simplicidad*:: ¿Si, para tirar sin troneras y de noche, se acordase substituir grandes tablados á nuestras explanadas, sin quienes algunas veces se puede servir la Artillería; ó construir en lugar de nuestras cureñas, unas máquinas mas compuestas, y que presentasen mas partes débiles al enemigo, qué embarazo no resultaría de estas innovaciones? Qué facilidad no se daría al Sitiador para ponerlas fuera de servicio, particularmente por sus rebotes? La tercera qualidad que es la *uniformidad* no es menos esencial: no solo es necesaria en todos los carruages de Artillería, sinó que sería muy util poder observarla en las menores partes, si fuese posible reducir á ella todos nuestros arsenales. Si se permitiesen tantas máquinas diferentes, como

„hay casos particulares en que pudiesen ser útiles,
 „qué gastos ! qué dificultades ! qué tardanza en esta
 „multitud de construcciones ! qué confusion en el
 „servicio ! qué dificultades en los transportes ! El
 „principio de la uniformidad es la barrera de estos
 „desordenes. Por esta razon no se ha permitido ja-
 „más introducir piezas , ni cureñas particulares para
 „la defensa de las Plazas. La uniformidad con las de
 „las piezas de campaña es igualmente útil en la pros-
 „peridad , y en la desgracia para poder sacar Arti-
 „llería de las Plazas.

39. A estas objeciones del Señor de la Valliere replican los defensores del nuevo sistema : es necesario no haber visto jamás la cureña inventada para el servicio del cañon en la defensa de las Plazas , ni el marco que regla el retroceso , y asegura la direccion del tiro por la noche como de dia ; ó querer preocuparse , para decir que la una presenta mas partes débiles al rebote , y llamar al otro un *grande tablado* , mientras que todo este tablado se reduce á quatro piezas de madera ensambladas por una aspa, que se pueden en un momento desmontar , y transportar sin mas socorro que el de los Artilleros destinados al servicio de la pieza. ¿Cómo se puede negar que este marco sea la mas simple y venta-

josa de todas las explanadas ? En quanto á la complicacion que se le objeta , relativa á la cureña ordinaria , es necesario acordarse sobre principio por quién se deben juzgar las máquinas. Si se quisiese proscribir la cabria baxo el pretexto que es mas complicada y costosa que la escaleta se racionaría mal. Quando se quieren comparar dos máquinas destinadas á un mismo objeto , es menester examinar siempre , si la menos simple compensa ventajosamente por sus efectos la diferencia de costo y simplicidad. Mas la diferencia real entre la cureña de plaza y la de campaña consiste en una simple rueda de mas que se encuentra á la cola de la primera , y que entre otras propiedades tiene la de facilitar la maniobra mas larga del servicio del cañon , que es entrarlo en bateria : si á esta propiedad se añade el cúmulo de las que yá se han expresado , no se sentirá la diferencia de gasto , ni de construccion.

40. Para ser *uniforme* , segun el Señor de la Valliere , es menester servirse de una misma máquina para diferentes usos. ¿Mas ignora qual sea la *uniformidad* , que se pide en los pertrechos de Artillería? ¿Ha podido imaginarse que esto significaba que fuese necesario servirse de la misma máquina en todos casos y para todos usos ? Por uniformidad se entiende

en las construcciones la exácta observancia de unas mismas proporciones en las máquinas de la misma especie. Pero jamás la uniformidad en la Artillería ha exigido que se usase de una misma máquina para distintos servicios , quando se acaba de inventar otra que en tal circunstancia , no pasagera , (porque entonces se podría dudar por los gastos) , sinó en un objeto tan considerable y extenso como la defensa de las Plazas , tiene mil razones de preferencia sobre la que se usaba precedentemente.

41. En España donde las cureñas para el servicio de las Plazas son diferentes de las de campaña, y aun tambien los cañones que suelen ser de hierro, no existe el inconveniente del Señor de la Valliere contra la nueva cureña de plaza , de que un General no podrá reponer ó aumentar su trén con la Artillería de una Plaza.

42. La objeccion de que la nueva cureña presenta mas objeto á los rebotes es efectiva , respecto á nuestras cureñas de plaza , aunque no lo sea respecto á las de campaña : mas no por esto dexa de ser una invencion importante , y de que se debe hacer uso en la defensa de las Plazas ; pues para evitar este inconveniente basta levantar algo mas los traveses hechos para contener los rebotes.

Cureñas para las costas.

43. Se han proyectado mucho tiempo há cureñas particulares para las baterías marítimas, cuyo objeto es ofender las naves que ván á la vela: se percibe que en este caso se exige mucha celeridad para apuntar las piezas, pues el blanco varía continuamente de posicion. Las cureñas bastardas, ó de marina, que se han destinado comunmente á las costas, corresponden mal á este fin, porque son muy incómodas para dirigir las piezas montadas sobre ellas. Nuestras cureñas de plaza no se pueden tampoco mover con facilidad, respecto á la poca longitud de sus gualderas, y al peso del cañon. Se ha imaginado, pues, situar las cureñas de marina, sobre un marco semejante al que se acaba de describir para las de plaza, y facilitar el movimiento lateral de él. A este efecto se afirma el marco, por en medio de su frente á un fuerte perno, fixo á un madero robusto situado sobre el nivel de la batería; y por la cola se eleva 16 pulgadas sobre el terreno, por medio de una rueda ó rondaja, cuyo exe se asegura con fuertes abrazaderas á las teleras del marco por su parte inferior: de modo, que esta rondaja sirve para mover el marco facil y prontamente al rededor del per-

no con un solo espeque. Los planos de esta cureña, que se encontrarán en el Tomo de Laminas, bastarán para su completa inteligencia.

Afustes.

44. Nuestros afustes antiguos eran unos prismas rectangulares de álamo ó nogál con varias abrazaderas, chapas, y pernos para su mayor solidéz, como se verá por sus planos: es cierto que los herrages eran costosos; però podian servir para dos ó mas afustes. Actualmente nos servimos de afustes de bronce, que se reducen á dos grandes gualderas de este metal, unidas por fuertes pernos de hierro: para amortiguar su grande vibracion se pone entre ellas un macizo de madera, que podremos llamar *entre-gualderas*, el qual por ninguna parte sobresale de las gualderas: éstas se oprimen contra este macizo por medio de tuercas que ajustan los pernos, que se terminan á este efecto en roscas por uno de sus extremos.

45. Estos afustes tienen la ventaja de ser mas sólidos, de mayor duracion, de situarse el mortero en ellos mas justa y exáctamente, no ser tan facil que con sus retrocesos descomponga las muñoneras, y quede holgado en ellas, poderse desarmar para sus transportes, y en fin aprovecharse en ellos el metal

de los desperdicios de las fundiciones. Aún tienen otra ventaja mayor que las expresadas, y es: que habiendose variado por el nuevo método la situacion de los muñones en los morteros, y colocadose mas altos, no se pueden acomodar en los afustes antiguos sin dexarlos demasiado débiles: y esta ventaja es mas digna de consideracion respecto á que los morteros han ganado en esta variacion, pues ahora no se tuercen los muñones como antes.

46. Sin embargo de estas ventajas los nuevos afustes tienen grandes inconvenientes: el principal es no haber explanada que pueda resistir sus retrocesos, y zapatazos; sean de piedra ó madera á todas las quebrantan, y de consiguiente pierde el mortero la exactitud de su direccion. Así se ha observado, que los morteros de Ordenanza montados sobre estos afustes destruían sus explanadas antes que los de plancha. Además, roto un perno queda el afuste inútil hasta que se le ponga otro, lo que no es facil en una batería: las entregualderas se pudren y apolillan prontamente por estar encaxonadas entre las gualderas, y no poder arrojar el agua: el retroceso de estos afustes es tambien mucho mayor que el de los de madera, particularmente quando la explanada está mojada: en fin, rota ó maltratada una gualdera todo

el afuste queda inútil , pues no admite recomposicion ; y las tuercas se aflojan facilmente á pocos tiros ; de modo , que aun teniendo llaves ó destornilladores para apretar los pernos se llegan á gastar las roscas , y siempre quedan flojos despues de algun servicio.

Carruages al servicio de la Artillería.

47. A todo el carruage destinado al servicio de la Artillería se le han puesto en Francia exes de hierro, y tubos de bronce para sus mangas : innovacion que tiene las ventajas que se han expuesto tratando de las cureñas de campaña , sin tener el inconveniente de temer sus retrocesos. Pero en quienes se han hecho mas variaciones es en los carros de municiones : se han construído de quatro ruedas , y con lanzas , para que puedan seguir las piezas á que se destinen : el caixon ó repuesto tiene sus divisiones , se cierra exáctamente , y precave las municiones de la humedad : como parezca , no obstante las objeciones de los Defensores del antiguo sistéma , mas movable , fuerte , y adecuado para su objeto , que nuestros carros actuales , darémos sus planos y dimensiones en el Tomo de Laminas.

Cábria.

48. En el mismo se darán los planos y dimensiones de nuestra cábria, y tambien de la adoptada en Francia, y conocida aquí mucho tiempo há, que se diferencia en el molinete, y en las poléas: aquel se divide en dos partes cilindricas de igual largo y diferente grueso: los diámetros de los dos cilindros están en la razon de 9 á 7. Por lo comun el mas grueso tiene $10\frac{1}{3}$ pulgadas de diámetro, y el otro 8 pulgadas y media linea: el largo de los dos es de 64 pulgadas, y está terminado por dos quicios de 4 pulgadas de diámetro, y 6 ó 7 de largo: á cada uno de sus extremos tiene dos aberturas, que se cruzan en ángulo recto, para recibir las manivelas.

49. En lo alto de la cábria hay dos roldanas fixas en un mismo exe de hierro. Para armarla se fixa un extremo de la beta en medio del molinete sobre el cilindro de menor diámetro, y se enrolla en él hasta que lo cubra enteramente: despues se hace pasar el cabo por la roldana correrpondiente á aquel lado, y pasandolo por otra movable á la que se suspende el peso, se pasa por la otra roldana de la cábria, y se fixa el cabo en medio del molinete al principio del cilindro mayor, en donde se envuelve en

una direccion contraria quando se maniobra con la cábria. Es esencial para su manejo que quede tensa la beta; de modo, que el peso principie á moverse al primer cuarto de revolucion del molinete.

50. Las manivelas para el servicio de esta cábria son unas barras de hierro del peso de 37 libras cada una, y 5 pies de largo: dos hombres levantan un cañon de á 24 con facilidad por medio de estas barras, pues se ha hallado por experiencia, que basta el peso de 140 libras á corta diferencia para elevarlo.

51. La principal ventaja de esta cábria consiste en que una pieza queda suspendida y en equilibrio á qualquiera altura que se halle, aunque se saquen las manivelas: con lo que se previenen los accidentes que pueden resultar de la inadvertencia de los que la manegen.

52. Otras muchas innovaciones se han hecho en las máquinas y útiles pertenecientes á la Artillería: en ellas se ha tenido presente la exáctitud, y precision, puede ser que en algunas á mucha costa, y tal vez con perjuicio de la solidéz; pero no podemos entrar en este por menor que sería demasiado prolixo.

53. Antes de terminar este Número debemos prevenir que las cureñas de obuces de á 6, inventa-

das en Francia , se han hallado insuficientes para resistir el fuego de éstos , hecho con toda la carga; pues á pocos disparos rompen las gualderas por una tangente á la parte inferior de las muñoneras , y levantan las barras de retenida , y los pernos. Para remediar este defecto no ha bastado dár mayores refuerzos á todas las partes por quienes se observaba que flaqueaban , pues no por eso han tenido mayor resistencia. Como el obuz se apunta por 20 ó mas grados de elevacion , las barras de retenida , y los pernos presentan una resistencia obliqua á la accion de los muñones , y aun tambien las fibras de la madera , de consiguiente nunca se podrá por este medio fortalecer competentemente la cureña. Parece que á este fin sería conveniente hacer las muñoneras de una plancha de hierro de la mejor calidad de 6 lineas de grueso , y situar los pernos capuchinos un poco obliquos , de modo que sean perpendiculares á la direccion del obuz apuntado por 20 grados : tambien para mayor seguridad se podrian fortalecer las gualderas por la parte opuesta á las muñoneras con planchas de hierro en quienes se asegurasen los pernos.

54. Asimismo , estas cureñas de obuques tienen el inconveniente de maltratar y afloxar con sus

fuertes zapatazos sus ensambladuras con las quadras de los exes y las sotabragas ; de modo , que no hay abrazaderas suficientemente robustas para evitar este desórden , originado de que por tener las explanadas el mismo declívio que las de cañones , las gualderas de las cureñas un arco ó centro considerable , y apuntarse el obuz por elevacion , el retroceso ó reaccion de esta pieza se executa por la mayor parte contra la explanada , obligando á la cureña á saltar y dár fuertes golpes. Es pues necesario para remediar este defecto , quitar en parte la causa de donde resulta : así será preciso no dár declívio á las explanadas de obuces , y disminuir el arco de sus gualderas : al mismo tiempo se debe procurar fortalecer quanto sea posible la union del exe con las gualderas.

Número II.

De la naturaleza y calidad de las maderas.

55. **L**A madera no es una misma como todos saben , sinó que tiene diferentes propiedades segun su naturaleza ; es decir segun el genero de arboles que la crian : tambien la de una misma naturaleza

tiene distintas calidades segun el terreno y clima en que se haya formado , y segun la situacion y exposicion de los arboles. Así , para dár conocimientos precisos por quienes se sepa escoger la madera mas aproposito para el servicio de la Artillería , es indispensable manifestar las propiedades anexas á las de distintas especies de arboles , y como varía su calidad respecto á las expresadas circunstancias.

56. No es nuestro intento tratar de todas las maderas que se conocen , esta sería una teoría difusa , y en gran parte impertinente á nuestro objeto : basta dár conocimiento de las que se crian en nuestra Peninsula , que por su abundancia , y propiedades son útiles para la Artillería. Es cierto que en las Américas hay muchas maderas mejores que las de nuestro Continente para el servicio de Artillería ; y que sería útil , y aun se ha dispuesto, que se traygan en rollo á nuestras Maestranzas para darlas este destino ; pero no tenemos noticias suficientes para tratar de ellas.

57. Para el servicio de la Artillería se emplean, pues , encina , álamo negro ú olmo , fresno , nogál , haya , pino , álamo blanco , chopo , y aliso. Aunque cada una de estas maderas sea mas aproposito que las otras para ciertos destinos , no son por esto tan

absolutamente precisas que la falta de una de las cinco primeras no se pueda suplir con las otras quatro : las tres últimas son maderas blandas , y quasi de una misma calidad. Para que se puedan usar con conocimiento darémos una sucinta noticia de ellas.

58. La encina es el primero , el mayor , el mas durable , y útil de todos los vegetables que se crian en Europa : generalmente abunda en todos los países templados , y es de un gran número de especies. El Señor Duhamel las reduce todas á *encina verde* , ó que no pierde sus hojas en todo el año ; y á *encina blanca* , ó que se despoja de las hojas en el otoño : á esta especie la distinguimos nosotros por la voz de *roble*.

59. La encina verde , ó simplemente encina , es de varias especies , entre quienes solo se distinguen las mas pequeñas , que conocemos por las voces *chaparro* , ó *carrasco* , y que son unos arbustos cuya madera no es de ninguna utilidad para la Artillería ; y el *alcornoque* , que es una especie de encina , cuyas bellotas son muy grandes y desabridas , y que cria una doble corteza exterior que es el corcho. Las demás encinas , y que comunmente conocemos por tales , se pueden reducir á dos especies , que son *encina macho* , cuyas bellotas

son gruesas y grandes , y su tronco derecho é igual; y *encina hembra* cuya corteza es desigual , su tronco retuerto desde nuevas , y sus bellotas muy pequeñas.

60. El roble es de muy distintas especies , y sus diferencias se conocen por sus hojas, y aun por el fruto que en algunas es una especie de agalla: la principal y mas abundante en nuestros montes es la que llamamos *quexigo* : este arbol , particularmente en las Provincias meridionales , es tanto ó mas corpulento que la encina , y cria unas bellotas largas y amargas: las demás especies de roble se suelen confundir , y solo apreciar por la magnitud de sus arboles , de quienes algunos son muy robustos.

61. Las maderas de todas estas especies de encinas se diferencian bastante entre sí: la de la encina macho es sin duda la mejor y mas útil, no solo de todas ellas, sinó de los demás géneros de arboles que conocemos en nuestro Continente: es recia, dura, compacta, y algo correosa: resiste mas peso que ninguna otra: y se conserva muchos siglos quando no está expuesta á las injurias del ayre. La sola condicion que exíge es ser empleada seca y bien sazónada; mas esta precaucion no es necesaria quando se emplea baxo de agua ó de tierra , en donde se conserva,

dicen , hasta mil y quinientos años : esta madera solo tiene el defecto de no poder sufrir mucha clavazon y herrages á causa de su misma dureza, por esta razon no es la que mas uso tiene en los carruages , y tambien porque resultarían muy pesados. El citado Señor Duhamel tiene por mejor madera de encina la que tiene un color amarillo claro , (aunque es regular que hable de la encina blanca ú roble) . En nuestra Peninsula la mayor parte es algo roxa, y ésta suele ser aún de mejor calidad ; mas la negra es sin duda la mejor y mas compacta.

62. La madera de encina hembra , y la del alcornoque tienen el defecto de que como sus fibras están torcidas , no tienen la mayor resistencia divididas en piezas , ni se labran bien.

63. La del quexigo es muy buena, y puede suplir la encina macho : aunque no es tan fuerte ni compacta es mas correosa. Las de las demás especies de robles no son tan buenas como la de quexigo ; pero se dexan trabajar bien , y pueden suplir la falta de él. Es de advertir que la agalla de los robles no es propiamente fruto dellos , sinó una excrecencia.

64. El álamo negro, conocido tambien por olmo, cuyas hojas son ásperas , de un verde obscuro , y su corteza desigual por grietas ó surcos longitudinales,

produce una madera recia , dura , y muy correosa : sus fibras parecen envueltas y mezcladas unas con otras , lo que hace la madera estoposa y nada tersa ; pero que por lo mismo no dexa henderse , y sufre toda clavazon y herrage mejor que ninguna ; y como al mismo tiempo sea la menos pesada de todas las maderas duras y fuertes , es de consiguiente la mas ventajosa para el servicio de la Artillería.

65. El fresno es una madera muy recia y flexible : de consiguiente buena para astas y mangos de instrumentos , y tambien para los carruages quando se halla con abundancia. Se le atribuye el defecto de que la ataca la polilla.

66. El nogál produce una madera correosa y suave ; pero porosa y no muy recia ; sin embargo como este arbol sea de los mas gruesos , se puede suplir con su madera la falta de otra de las expresadas anteriormente para piezas muy robustas.

67. El pino es de diversas especies : los peores son los muy nudosos y abundantes de téa : el blanco y sin téa es poco fuerte y correoso : se puede conocer su buena calidad por varias señales que son : su color amarillo , claro , y muy igual : ser pesado ; mientras mas lo sea , es mas sólido y fuerte que los círculos concéntricos , que forma el cuerpo

de este arbol, no estén muy unidos: que quando se dexa expuesto al sol sude por todas partes una resina de buen olor. El peor pino es el que tiene mas nudos, y su resina muy obscura. Esta madera tiene mucho uso por su abundancia y lo facilmente que se trabaja: enxuta es quebradiza, y mucho menos fuerte; así conviene emplearla para muchas obras antes que se seque.

68. El haya es una de las mejores maderas que se conocen antes de secarse, entonces es muy fuerte y correosa; por lo tanto sirve como el fresno para astas y mangos; pero enxuta enteramente se vicia y tuerce: expuesta al temporal y á cubierto se apollilla: debaxo del agua permanece, mas que ninguna otra madera sin alteracion; pero extraída despues fermenta, y se pudre.

69. El álamo blanco es madera poco consistente y por lo mismo tiene poco uso en la Artillería. El chopo es aún menos fuerte, y lo mismo el aliso, así su uso se ciñe á las obras que no exigen grande resistencia, y sí que sean ligeras.

70. A todas estas maderas se les dán distintos destinos en la Artillería, según su clase. Para los carruages, y particularmente para las cureñas es, como dexamos dicho, preferible el álamo negro, á

excepcion de los rayos , que deben ser siempre de encina seca y sin nudos : tambien sería muy buena la encina para todo el carruage ; pero éste saldría muy pesado , y muchas piezas estarían expuestas á henderse : las cureñas de fresno serían bastante buenas aunque pesadas ; pero no suelen encontrarse arboles de esta especie suficientemente corpulentos para sacar de ellos las piezas principales ; además, esta madera no resiste tanto al temporal : el nogál puede suplir la falta del álamo negro ó de la encina para gualderas y afustes.

71. Mas por lo comun no se hace ningun carruage de una sola madera : las cureñas , que son los carruages mas fuertes , tienen de ordinario sus gualderas y cubos de álamo , para éstos convendrá que no esté del todo seco : las pinas y rayos de encina ; y las teleras de álamo , fresno , ó encina indiferentemente segun la abundancia de estas maderas. Los brancales , viguetas , y lanzas de carros fuertes se hacen de álamo negro : los brancales y lanzas de los demás carruages pueden ser de encina , fresno y aún de haya. Quando los exes no sean de hierro , deben ser de álamo ó encina los que se quiera tengan mas fortaleza , y los otros de fresno.

72. Para los carros cubiertos, caxones, fraguas,

y otros usos se emplea haya , pino , chopo , ó aliso.

73. Para los afustes de morteros y pedreros se gasta álamo , en su defecto encina ó nogál. Quando se quieren hacer pesados como los que se emplean para morteros de plancha , se deben hacer de encina.

74. Los ingénios ó máquinas para mover y suspender la Artillería se hacen de álamo negro , y en su defecto pueden hacerse de encina , ó fresno. Las palancas del cabrestante , el molinete y manivelas de la cábria , y la barra de la escaleta son por lo comun de encina.

75. Los espeques y otros utensilios semejantes son de encina ó fresno ; las astas y mangos de fresno ó haya : los mazos de encina : las estaquillas de encina ó fresno : las explanadas de pino , haya ó álamo blanco : los blindages de pino , ó haya ; pero si se quieren hacer muy fuertes , y capaces de resistir los fuegos del Enemigo serán de encina ó fresno : las espoletas de fresno , álamo , ó haya ; los guardafuegos y chifles de álamo blanco , chopo ó aliso.

76. Ultimamente para faginas , salchichones y cestones se debe buscar rama larga , poblada , y correosa , como la del sauce , castaño , y fresno.

77. La naturaleza del terreno contribuye en

gran manera á la buena calidad de las expresadas maderas: dos encinas criadas en diversos parages, é iguales en todo lo demás, diferirán mucho en la calidad de su madera, segun la naturaleza del terreno donde se hayan criado.

78. Las tierras acuáticas, pantanosas, ó sumergidas producen maderas flacas, porosas, sin resistencia, ni solidéz, y que se pudren prontamente.

79. Quando el terreno es arenisco, endeble, árido, y muy seco en el estío, están expuestos los arboles á padecer venteaduras interiores, tener camisas dobles, y otros defectos capitales. Las encinas criadas en ellos son vídriosas, poco corpulentas, y las peores de todas, pues ni aun arden al fuego. Pero como las raíces se extienden y multiplican con facilidad en estos terrenos, se suelen hallar aún en los mas áridos, arboles corpulentos y frondosos, y con particularidad pinos.

80. En las tierras gredosas apenas se encuentran arboles, porque el sol no las penetra, ni las raíces se pueden extender: quando la greda está cubierta de una capa de arena ú otra tierra que las raíces puedan atravesar, como la greda retenga al agua, los arboles aparecen robustos; pero su madera es de mala calidad.

81. El terreno mejor para producir arboles robustos, y sanos es el sustancioso y de buen fondo, que tenga mas de seco que de humedo. En él se crián bien toda especie de arboles; pero principalmente el álamo negro: la encina criada en terrenos algo humedos y blandos donde el ayre circúla con libertad es muy correosa, y por lo tanto la mejor: los mejores fresnos, aunque se crián en todos terrenos, son los que han crecido en buena tierra, ni muy seca, ni pantanosa, y que se hayan criado en bosque, y no separados unos de otros.

82. Los arboles aquáticos, ó que necesitan estar inmediatos al agua, son mejores quando el terreno es bueno y está elevado tres ó quatro pies de la superficie del agua: tales son el álamo blanco, el chopo, el sauce, y el aliso. El pino, haya, y nogál son buenos en toda suerte de tierras, con tal que no sean demasiado humedas: los dos primeros se crián aún entre las rocas y piedras de las montañas, y solo les es perjudicial el terreno demasiado tenáz y duro; al contrario el nogál, que lo penetra con sus raíces, y se cria bien en él, principalmente quando está en la inmediacion de tierras de labor.

83. A mas de la naturaleza de los terrenos debe considerarse su situacion; pues los frutos de dos tierras

iguales, pero situados diferentemente son muy diversos. Así para proceder con claridad es preciso advertir, que por situacion se entiende el lugar donde están los arboles respectivamente al clima, y á la figura del terreno; y por exposicion el mismo lugar respecto á la accion del Sol, de los vientos, heladas, y demás meteoros.

84. Todas las situaciones tienen sus ventajas é inconvenientes prolixos de individuar; pero por regla general formada de muchas y repetidas observaciones se sabe: que las maderas de los países cálidos son mas sólidas y duras que las de los frios. Los olmos y encinas de España son mas fuertes, graves, y duras que las de los países mas inmediatos al Polo: y en nuestra misma Peninsula debe preferirse la parte meridional á la septentrional.

85. Esto es por lo que pertenece al clima: por lo que mira á la figura del terreno, las llanuras y montañas son mas ventajosas que los valles y profundidades, á causa de que los arboles transpiran con mas libertad, y están exentos de humedades excesivas. Por esta razon los valles secos producen buenos arboles; pero mejores las llanuras, y aún mas sobresalientes las faldas de los cerros, y colinas, supuesta siempre igual la naturaleza del terre-

no : en el declivio de un cerro ocupa un arbol mayor espacio de tierra , y por consiguiente se alimenta y nutre mejor que en una llanura ó en un valle.

86. La exposicion de los arboles es otra de las señales para juzgar de la bondad de sus maderas ; y tanto que á veces influye aún mas en su calidad , y la hace mas ventajosa que la situacion.

87. Pero bien consideradas todas las circunstancias de las diferentes exposiciones , con respecto á la variedad de terrenos , á la accion del sol , á las heladas de invierno , y primavera , y de los vientos fuertes y uracanes resulta : que ninguna está enteramente exenta de inconvenientes , y que por lo tanto deben preferirse segun la naturaleza de los países.

88. La madera de los arboles expuestos al medio dia es generalmente mas dura, sólida, y de mejor calidad , que la de los que están al norte : mas esta regla no se extiende á los países frios y con ciertas maderas , particularmente la encina , en la que (de resultas de exâctas y prolixas observaciones , y experiencias) , se ha hallado , que la accion del sol despues de fuertes heladas deteriora su madera destruyendo su solidéz y dureza.

89. Los arboles expuestos al levante están libres

del perjuicio que ocasionan las heladas del invierno, y los vientos; pero sus vástagos nuevos se pierden frecuentemente por las heladas de la primavera, quando por la mañana obra contra ellos la accion del sol; y particularmente quando estas heladas suceden á algun granizo: este accidente retarda su vegetacion, y los hace deformes quando pequeños.

90. Los vientos de poniente suelen maltratar y romper las ramas, y deteriorar los arboles que están expuestos á ellos: el granizo les hace tambien daños considerables; porque viniendo acompañado de vientos furiosos del sudouest, éstos acaban de destruir la parte de la corteza que ha herido el granizo: así los arboles que tienen esta exposicion son los que mas comunmente tienen el corazon dañado.

91. Los arboles expuestos al norte son mas corpulentos y derechos, y los que menos defectos interiores tienen: propiedades originadas de no padecer los efectos de las heladas del invierno y primavera; mas crecen lentamente por el poco sol que disfrutan, y su madera es mas tierna.

92. Ultimamente, el Señor Duhamel, yá citado, de resultas de muchas experiencias y observaciones establece las siguientes consequencias: 1^a. las encinas que han crecido en paises cálidos y secos son mas

compactas , y menos expuestas á podrirse : 2.^a. las maderas de los climas mas frios tienen la ventaja de ser de mayor volúmen , y mas faciles de trabajar: 3.^a. los arboles que se han criado en las faldas de los cerros , en los términos de los bosques , separados , en cercas; enfín , que sus ramas y raíces se puedan haber extendido libremente, y sobre quienes el sol, y los vientos hayan tenido libre accion , tienen una madera muy dura y de buena calidad ; pero basta , áspera , repelosa , y aún tambien con algunos defectos esenciales. 4.^a. finalmente , las maderas criadas en llanuras , en el centro de bosques ó montes, son menos duras ; pero largas , su corazon sano , y sus fibras rectas.

Número III.

De la eleccion de los arboles.

93. **T**odas las reflexiones hechas hasta aquí, sobre la naturaleza y calidad de las maderas en general , no tienen otro objeto sinó enseñar los principios que deben servir de regla para la mas acertada eleccion de los arboles quando su abundancia lo permita : pues en caso contrario es forzoso emplear

los que se encuentren qualesquiera que sean su terreno , situacion , y exposicion.

94. No sucede así con las circunstancias peculiares de cada arbol de las quales no puede prescindirse en su eleccion , porque sin ellas sería inútil ó perjudicial al servicio. Estas circunstancias son su edad , su tamaño , y su figura : de cuyas circunstancias vamos á tratar.

95. Todo viviente no llega á su perfeccion ; es decir , no adquiere toda la corpulencia de que es capaz , sinó en un cierto espacio de tiempo : la mayor parte de los séres organizados se mantienen mas ó menos en este estado , despues decaen , y poco á poco se ván destruyendo. El vulgo piensa que los arboles grandes , como la encina y el olmo , tardan cien años en crecer ; permanecen igual tiempo en su mayor vigor ; y otro tanto en perecer. Pero esta idéa aunque muy extendida , carece de fundamentos sólidos. Un arbol puede crecer así en altura como en grueso , y no obstante ir en decadencia ; de modo que respecto á todas las partes de un arbol no se puede extender con propiedad el principio expuesto ; y es la razon : porque componiendose de lechos cónicos sobrepuestos unos á otros , y teniendo cada uno un año de diferencia , sus partes tie-

nen de consiguiente distinta edad y vigor. Un arbol de cien años tiene otras tantas capas leñosas por su pie , las cuales tienen de tiempo desde uno hasta cien años , y lo mas alto de él es de madera de un solo año : de donde se puede concluir , que si es menester un cierto tiempo para que la madera esté en su perfeccion , en un mismo arbol la habrá nueva que no la haya adquirido , de buena calidad, y yá deteriorada.

96. Para comprehender cómo puede la madera durante cierto tiempo mejorar su calidad , y alterarse despues , basta reflexionar sobre los diferentes estados porque pasa antes de llegar al de la perfeccion de que es capaz. Se observa , al principio , que las capas que deben ser de madera no tienen ninguna consistencia sólida ; entonces no son sinó herbosas ; el xugo pasa por ellas en abundancia ; las partes propias para adquirir solidéz se fixan en sus poros , y se hacen fibrosas : el xugo continúa atravesando esta sustancia , que aumenta en densidad y llega á ser lo que llamamos camisa en los arboles : esta camisa es aún una sustancia rala que necesita que el xugo conduzca ciertas partes fixas , que la pongan en estado de ser madera densa. Mas se concibe que estos poros pueden estrecharse de tal modo que el xugo

no pueda atravesarlos con facilidad , y que este obstáculo sea causa de que la madera empiece á perder su organizacion , y á alterarse ; porque estando privado el xugo de su movimiento ordinario se corrompe infaliblemente.

97. De resultas de muchas y prolixas experiencias que ha hecho con la madera de un mismo arbol el Señor Duhamel se infiere : que quando éste está perfectamente sano , su madera es mas pesada por el centro que por la circunferencia ; y que sucede lo contrario quando el arbol vá en decadencia.

98. Igualmente se infiere : que la edad mas oportuna en que se deben cortar los arboles es en la que empieza á alterarse el corazon por junto al pie ; pues entonces es quando se puede sacar de ellos la mayor y mejor acondicionada cantidad de madera.

99. De este principio se sigue , que es una preocupacion considerar el grueso , ni la edad de un arbol para apearlo. En efecto , en las tierras áridas y climas calientes crecen mas lentamente los arboles , y nunca llegan á ser tan voluminosos como los criados en tierras sustanciosas y medianamente humedas ; pero aunque su madera es de mejor calidad , como de consiguiente sus poros son estrechos , es mas pronta su decadencia. Los que crecen en un terreno

pantanosos lo executan en poco tiempo , y pasan súbitamente á una deterioracion sensible. Los arboles procedentes de otro apeado , ó de retoños , tardan menos en alterarse que los que proceden de semilla ó estaca , á causa de que el xugo nutricio los alimenta con dificultad ; y esta misma es la causa porque los arboles que se descabezan para que crien una copa frondosa tienen por lo comun hueco su tronco.

100. Es pues preciso para conocer si un arbol está en disposicion de cortarse con utilidad , no guiarse por su edad , ni por su grueso y corpulencia, sinó por su estado natural. A este efecto se deben considerar las señales siguientes.

101. 1^a. Quando un arbol forma con las ramas de su cima una copa redonda , debe seguramente tener poco vigor , tenga el grueso que se quiera : al contrario , quando se vén algunas ramas mucho mas altas que otras , es señal de que el arbol está muy sano.

102. 2^a. Quando la cima de un arbol se cubre muy pronto de hojas por la primavera , y particularmente quando en el otoño se ponen amarillas estas hojas antes que las del pie que se mantienen verdes , es tambien una señal de que tiene poco vigor.

103. 3^a. Quando un arbol se corona ; es decir,

quando se le secan algunas ramas de su copa , es señal infalible que la madera del centro principia á alterarse , y que el arbol decae.

104. 4^a. Quando la corteza se separa ; ó se desune de distancia en distancia por grietas transversales , se puede estár cierto de que el arbol está muy deteriorado.

105. 5^a. Quando la corteza está mohosa , llena de empeynes , ó de agarico , ó con pintas negras , y roxas , todas son señales de grande alteracion en la madera.

106. 6^a. Quando las nuevas ramas ó tallos son muy cortos , y los lechos ó anillos leñosos últimamente formados muy delgados , es señal cierta de que el arbol tiene poco vigor.

107. 7^a. Quando, enfín , se percibe que la *savia* ó xugo nutricao se filtra ó sale por las grietas de la corteza , el arbol se secará prontamente.

108. Todas estas señales indican qué arboles están en decadencia ; y segun se vean mas ó menos atacados de estos defectos , se puede juzgar si aún son de buena calidad , ó si se deben reputar como enteramente fuera de servicio. En caso de duda se deben preferir los arboles que no hayan adquirido toda su perfeccion , á los que há tiempo están en deca-

dencia : la madera de éstos suele aparecer de buena calidad quando está verde ; mas luego que empieza á enjugarse se descubren sus defectos.

109. Las señales para conocer que un arbol es vigoroso , y su madera de buena calidad son : que sus ramas , principalmente las de la cima , sean robustas , (aun quando las otras estén languidas , y aún secas) , y que se eleven sin formar copas ; que sus hojas estén verdes , vivas , y viciosas , particularmente las de la cima ; que éstas no se caygan hasta fines del otoño ; que la corteza sea clara , delgada , lisa , y quasi de un mismo color en todo el tronco ; que en las quiebras de ella se noten algunas grietas longitudinales que siguen la direccion de las fibras , y al través de ellas se vea una corteza viva.

110. Si los arboles , aunque de buena calidad , no fuesen del tamaño proporcionado al destino para que se quieren , sería inútil el cortarlos : por esto es necesario saber medir , conocer , ó apreciar las dimensiones precisas para sacar de ellos las piezas que se desean.

111. Los que son muy prácticos en cortas , forman este juicio á la simple vista , y por aprecio ; y no hay duda que un Oficial de maestranza , ó un buen Maestro mayor de montages decidirán mas

brevemente , y aún mejor que qualquiera otro , la aplicacion que pueda darsele á un arbol.

112. Mas como hay casos en que pueden faltar estos auxilios , ó en que se requiera un exâmen preciso y exâcto , es conveniente tener un método para conocer la altura , la circunferencia media , y la quádratura de un arbol que está en pie. Para esto hay varios medios unos mas exâctos que otros , y mas ó menos complicados y dificiles : aquí solo se indicarán los mas sencillos y expeditos.

113. La altura de un arbol puede medirse con varas de madera de media toesa de largo , que se pueden unir por sus extremos , (por tener en uno un tornillo , y en otro una rosca) , hasta que formen un varal igual á la altura del arbol. Tambien puede regularse ésta arrimando al tronco una regla de seis ó mas pies , y graduando prudencialmente desde una distancia competente , el número de veces que contendrá la altura del arbol á la de la regla. Esta operacion es bastante facil y acostumbrandose á ella se calcularán con suficiente exâctitud las alturas : enfín , éstas se pueden medir con mucha precision comparando sus sombras con la de una regla , ó bastón.

114. Dos modos hay de medir el grueso de un

arbol: el primero tomando su circunferencia en medio de él; y el segundo midiendola por el pie y por lo mas alto, y la mitad de la suma de estas dos medidas será la de la circunferencia media, respecto á ser la figura de los arboles semejante á la de un cono truncado. Pero ambas operaciones exigen que se suba al arbol, lo que por lo comun es embarazoso y difícil.

115. Por tanto es mas cómodo hacer esta medida desde abaxo usando de una cadeneta ligera y flexible con la qual se medirá, teniendola de nivel, el grueso del arbol por su pie, y por ocho ó mas pies mas arriba, y conocida la altura total del arbol se multiplicarán recíprocamente las expresadas circunferencias por sus alturas respectivas; la diferencia de los productos se partirá por la distancia que hay entre las dos circunferencias medidas, y el quíoto será la expresion de la circunferencia del tronco en lo mas alto. Esta práctica se funda en la suposicion de ser el tronco de un arbol un cono truncado, pues entonces será su altura á la circunferencia del pie, menos la de la parte mas alta, como otra qualquiera altura á su respectiva circunferencia menos la superior.

116. Sabida la circunferencia media de un ar-

bol , será facil saber su quadratura ; pero como para esquadrarlo se le quita la corteza y la camisa , tomando un quinto de la circunferencia media se tendrá una aproximacion suficiente : por exemplo si la circunferencia media fuese de 15 pies , el lado del quadrado podrá estimarse como de 3 pies.

117. Amás de las justas dimensiones y buena calidad de un arbol ; es menester para elegirlo que su figura sea apropósito para el servicio á que se destina. Los rectos y bien guiados son los de mejor figura , y mas general empleo. Los de figura imperfecta pueden reducirse á quatro clases : á saber , arboles curvos ; nudosos ; de gruesos desiguales ; y retuertos , achaparrados y ramosos.

118. La curvatura no es siempre defecto en un arbol , á veces es perfeccion. Para las piezas rectas no será apropósito la madera torcida ; pero sí para las curvas , como son en la Artillería las gualderas , pinas , cigueñas de cábria , y otras : éstas serán excelentes siempre que se saquen de arboles que tengan su curvatura ó vuelta semejante á la que exige el destino de dichas piezas.

119. La experiencia y la Física están de acuerdo en que la disposicion natural de las fibras leñosas es la que causa su mayor resistencia : asi no ad-

mite duda que las maderas deben emplearse segun dicha disposicion ; pues si se violentasen haciendo rectas las curvas , ó al contrario , se disminuiría considerablemente su resistencia.

120. Esta suele ser muy grande en los arboles nudosos quando están sanos , y como suele decirse repelosos , y toscos , los quales son muy á proposito para las obras de carpintería basta , y que haya de estar á la inclemencia , como sucede con nuestros carruages : é igualmente para las piezas de mucho rozamiento como cubos y pinas. Mas si el arbol es muy nudoso rara vez dexará de tener algunos nudos podridos ó muy gruesos y penetrantes , vetas de madera blanda , y otros defectos que pueden inutilizarlo.

121. La demasiada desigualdad de un arbol , ó bien la excesiva diferencia entre sus gruesos extremos pueden hacerlo desproporcionado para el objeto á que se destina. En este caso el defecto de figura viene á coincidir con el tamaño , de que yá se ha hablado. Generalmente adolecen de este mal los arboles de copas viejas , cuyas maderas suelen reputarse , además , por de mala calidad.

122. Quasi siempre vá unido el defecto de ser demasiado nudoso un arbol al de ser retuerto : y el

que lo es , rara vez puede ser útil , porque su tronco es corto , vetado , y las ramas muchas y por tanto muy endebles , lo que se conoce á primera vista. Por consiguiente no deben elegirse los arboles que tengan éste , ni otro defecto esencial , sinó buscar aquellos en quienes concurren las buenas señales y circunstancias que se han indicado en el presente Número.

Número IV.

Del tiempo mas oportuno para cortar los arboles , y del modo con que se preparan y conservan despues de cortados.

123. **D**Eterminada la buena eleccion de los arboles por su naturaleza y calidad , y por su edad , tamaño , y figura es menester determinar tambien el modo de cortarlos , prepararlos , conservar , y conocer la calidad de su madera. Lo primero , segun el concepto comun , pende de la estacion del año , del aspecto de la luna , y del temporal y vientos que reynen al tiempo del corte : y lo segundo de las precauciones que se tomen antes y despues de cortar los arboles.

124. La natural reflexion de que la vicisitud , y mudanza de las estaciones es forzoso que haga notable impresion en los vegetables , ha causado grande diversidad de pareceres acerca del tiempo de su corta , conforme al concepto que han formado los Autores de las diferentes situaciones en que se hallan los arboles en cada estacion.

125. La opinion mas comun es , que los derribos deben hacerse desde Octubre hasta fines de Marzo , porque el xugo nutricao de los arboles tiene menos movimiento , y es menos quantioso en este tiempo , lo que conduce para que las maderas se conserven mejor , sean mas sólidas , y tengan mayor resistencia. Algunos sobre el propio fundamento limitan las cortas á las menguantes de Noviembre , Diciembre , Enero y Febrero. Otros las reducen al mes de Septiembre , en el que dicen está mas modificado el xugo nutricao. Y enfín , no falta quien opine que los arboles deben cortarse en la primavera y verano porque se secan mas pronto.

126. Esta última conseqüencia consta por exâctas observaciones y experiencias. Por las mismas consta que la madera expuesta á los temporales se conserva menos que la empleada á cubierto , y que la yá seca es de mayor duracion que la reciente:

de lo que se deduce , que el xugo y otras humedades deterioran las maderas , y que de consiguiente deben éstas cortarse en la estacion que los arboles tengan menos xugo ; pero precisamente se ignora cuál sea ésta. Segun las experiencias hechas á este fin por el yá citado Señor Duhamel , en ninguna estacion tienen tanto xugo los arboles como en invierno : entonces transpiran poco y está concentrado : tambien sus troncos se estrechan con el frio. De lo que se podría deducir , que si las cortas deben hacerse en el tiempo que los arboles tienen menos xugo , de ningun modo convendría efectuarlas en invierno. Mas por otra parte , segun las experiencias del mismo Autor , la madera de los arboles apeados en esta estacion es algo mas pesada y fuerte , que la de los derribados en tiempo mas templado : diferencia que atribuye á que la rapidéz del xugo nutricao en tiempo de calor envuelve algunas partes fixas , que permanecerían en los poros de la madera , si su evaporacion fuese mas lenta : ó tambien , á que siendo mas completa la disolucion de las partes integrantes del xugo en verano , la parte de él que debe quedar fixa , tiene mas disposicion á disiparse entonces que en invierno.

127. Sin embargo, este Autor no ha notado dife-

rencia considerable entre las maderas cortadas en qualquiera estacion del año, por lo concerniente á su resistencia y duracion; pues aunque como dexamos expresado, las cortadas en invierno han tenido alguna mas resistencia, este exceso no es de consideracion, y mas quando las cortadas en verano tienen la ventaja de enxugarse muy prontamente.

128. Las preocupaciones antiguas á cerca del general influxo de la luna en todos los entes físicos, se han extendido hasta á la corta de los arboles, determinando generalmente que ésta debe hacerse en las menguantes: este principio se ha graduado de tal, sin mas exámen que una tradicion vulgarisima, y destituída de toda prueba, conforme al antiguo modo de filosofar. Actualmente que las investigaciones físicas se forman á la luz de la observacion y experiencia, se ha conocido por muchas y muy exáctas; que es una preocupacion pueril creer que los arboles se deban cortar en las menguantes de luna; y que por consiguiente sus apeos se pueden hacer prescindiendo de los aspectos de este astro.

129. No es menos vulgar la opinion de que es muy ventajoso hacer el corte de maderas quando corre un ayre seco como el norte. Los arboles derribados con él, se cree, no están expuestos á pasmar-

se, como los que se cortan con viento humedo de medio dia.

130. Mas esta es otra preocupacion semejante á la de las lunaciones. Aunque se conceda que los vientos influyen en la calidad de las maderas, es positivo que lo harían igualmente en las de los arboles apeados, que en las de los vivos: así es inútil esperar un determinado viento para hacer las cortas. Pero lo que se debe esperar para éstas es, que el tiempo esté sereno y seco, porque en el humedo, y lluvioso tardarán mas en enxugarse, y si aún permanecen mucho en este estado se corromperá el xugo, y se apolillará é inutilizará la madera.

131. Lo único que es forzoso observar en las cortas relativamente al temporal, es suspenderlas quando corren vientos muy fuertes para evitar que se rajen los arboles, cayendo al impulso del viento antes de estar acabados de cortar, y para que los hacheros puedan disponer libremente la caída del arbol hácia la parte que sea mas conveniente. Igualmente, se tendrá presente interrumpir, ó no hacer las cortas mientras haya heladas muy fuertes, tanto porque están los arboles muy expuestos á romperse y rajarse; quanto porque á causa de la mucha resistencia de la madera son muy penosos de cortar.

132. Antes que llegue el caso de cortar los arboles puede beneficiarse su madera preparandola: para ello hay un método particular , así como lo hay para apearlos con ventaja , y para conservar sus maderas despues de apeadas.

133. Todos los que han hecho experiencias y observaciones sobre los arboles convienen en que se aumenta la densidad y resistencia de sus maderas haciendolos morir en pie. Consiguiese esto de tres maneras. 1^a. Despalmando el arbol , ó quitandole por espacio de un pie la corteza , camisa , y parte de la madera. 2^a. Descortezandolo por el pie , esto es desde las raíces hasta la altura de dos pies. 3^a. En-fín , descortezando enteramente el tronco.

134. El resultado de los experimentos y comparaciones hechas entre las maderas de arboles muertos en pie , y las de los cortados segun el método usual ha sido : que las procedentes de arboles despalmados , ó descortezados por el pie eran algo mas pesadas y fuertes que las de los arboles apeados segun el uso ordinario ; pero que la de los arboles que se habian descortezado enteramente eran mucho mas duras , fuertes , y pesadas : propiedades que se notaron con mayor exceso en los arboles que habian tardado mas tiempo en morir despues que se descortezaron. Tam-

bien se ha observado , que la madera de los arboles así preparados es de mayor duracion , resiste mas á las intemperies del tiempo , y no se raja ni abre , ni con mucho , tanto como la de los arboles apeados sin ninguna preparacion. En fin , la camisa de éstos se apolilla con facilidad y muy prontamente , pasando su infeccion al cuerpo del arbol , así es preciso despojar quanto antes la madera de ella : mientras que la camisa de los arboles descortezados se consolida y endurece quedando exenta de este inconveniente.

135. En vista de estas buenas propiedades de las maderas procedentes de los arboles descortezados en pie , confirmadas por muchas y combinadas experiencias del Conde de Buffon , y del Señor Duhamel , parece no debe omitirse el preparar así los arboles que se hayan de cortar para el uso de la Artillería , singularmente quando las cortas hayan de ser considerables , y algunas circunstancias particulares no exijan se efectúen con precipitacion. Es de advertir , que los arboles deben descortezarse en la primavera al tiempo que brotan , porque entonces se despega con facilidad la corteza , humedecida , y alterada por la abundancia del xugo nutricio , que subiendo por ella circula por la camisa y corazon del arbol.

136. De qualquier modo que se haya de hacer

una corta de arboles hay ciertas reglas que observar para aprovechar las maderas con utilidad del servicio. Estas precauciones son relativas al modo de cortarlos , y al de apearlos ó dexarlos caer.

137. Los arboles pueden derribarse serrandolos, descependolos , ó cortandolos por el pie con hachas. El primer medio es el peor ; además de ser costoso, no se aprovecha con él mas madera que usando del hacha , y como la sierra sea un instrumento que rasga , conmueve , y rompe las fibras ó filamentos de la corteza y de la madera arrancandolos ; la desunion que resulta interrumpe el curso del xugo , y dá acceso al ayre , que deseca las partes , é impide el efecto de la vegetacion : de consiguiente usando-la , se dexa el pie imposibilitado de producir nuevos retoños , que pudieran , aunque imperfectamente remplazar el arbol cortado.

138. Al contrario , es muy ventajoso derribar los arboles descependolos , pues se aumentan considerablemente las dimensiones de la madera por el extremo mas grueso del arbol , y además se evita el daño que resulta de podrirse baxo de tierra la cepa y raíces. Es verdad que este método suele ser mas costoso , y tiene el inconveniente de quitar los retoños que producen regularmente los arboles corta-

dos; mas esta contra no merece mucha consideracion, respecto á que las maderas procedentes de estos retoños jamás son de buena calidad, porque siempre se pudren algunas raíces, y el xugo no circúla con facilidad.

139. Aunque el despejar los arboles parezca y sea muy costoso, lo será aún menos que el cortarlos, usando de alguna de las muchas máquinas inventadas á este fin: de ellas las mas comunes son unas escaletas muy robustas, en quienes la palanca hace su fuerza contra el extremo de una cadena á que está enlazado el arbol que se ha de apearse.

140. Mas supuesto que se haya de emplear el hacha en el derribo de los arboles, conforme al método ordinario, es preciso exâminar antes si el peso de las ramas inclina mucho al arbol hácia un lado: si hay en su inmediacion otros que puedan estorbar su caída, ó en quienes pueda enredarse: y por último, si tiene algunas ramas cuya union con el tronco convenga conservar para algun uso importante. Exâminado esto se ha de hacer el primer corte ó escarpe á raíz de tierra, lo mas profundo que ser pueda, de modo que el arbol dé un poco de vuelta al caer, y que lo execute del lado donde se haga menos daño.

141. Si el peso de las ramas hácia una parte es tal , que dexando caer el arbol por su propio peso , pueda recelarse que se quiebren ó inutilicen algunas ramas servibles , ó se maltrate el tronco; deben cortarse entonces las ramas mayores antes de derribar el arbol , dexandole solo unidas las que se reputáren convenientes , y se apeará el arbol por el lado opuesto para que no las maltrate.

142. Si al tiempo de caer pudiere derrocar los arboles inmediatos , ó perjudicarse en el choque con ellos , deberán derribarse éstos antes , si acaso están incluídos en la corta ; pero sinó , es forzoso poner todo cuidado para preservarlos , dirigiendo hácia otro lado la caída del que se ha de apea por medio de los cortes ó escarpes , y valiendose del arbitrio de apuntalarlo con horcas bien firmes y sostenerlo con maromas. Estas y otras precauciones que sugerirá la situacion local de los mismos arboles es menester usarlas con madurez y tino , y solo en los casos necesarios.

143. La utilidad que se puede sacar para conservar las maderas despues de cortadas , beneficiandolas inmediatamente , es un problema cuya resolucion varía mucho. Unos quieren que luego que se derriben los arboles se descortecen , limpien , y qua-

dren : otros que se sierren y reduzcan á quartones , ó á las piezas á que se destinen : algunos que se dexen con su corteza y en rollo , y al menos sin labrar ; y entre éstos dicen unos que se deben conservar con la corteza ocho ó diez dias , otros que uno ó dos meses , y otros enfín que un año , ó mas.

144. Cada uno de estos pareceres tiene sus razones y fundamentos , pero como el mas sólido y seguro que hay en física es la experiencia , recurrimos por eso á las hechas con mas conocimiento y exâctitud sobre esta materia.

145. Por ellas se ha visto : que los arboles conservados con la corteza pocos dias , padecen las mismas alteraciones que si se hubiesen limpiado desde luego : que en los que se mantienen con ella largo tiempo , hace ésta el efecto de una esponja , recoge la humedad , y comunica su corrupcion al leño , que además se llena de polilla , y de gusanos que lo roen y consumen , principalmente si las maderas se dexan al descubierto y en lugares humedos. Pero al mismo tiempo han manifestado también , que la madera de los arboles descortezados y labrados desde luego , está expuesta á abrirse , ventearse , y torcerse ; y tanto mas , quanto mas fuerte , y de mejor calidad sea : así ambos metodos tienen ventajas é in-

convenientes , y ninguno puede seguirse absolutamente.

146. El medio, pues, que debe usarse para conservar mejor las maderas , evitando en lo posible los expresados inconvenientes , es dexar con la corteza , ó en rollo las que se han de gastar enteras , por exemplo los cubos , viguetas , y lanzas ; pero con la precaucion de cubrir sus extremos con tierra, moho, ó musgo , y tenerlas en parage cubierto , y enxuto. Por el contrario , los arboles cuyas maderas se han de partir para emplearlas , deben serrarse luego que se derriben en piezas tan menudas , quanto sea compatible con el objeto á que se destinan , y apilarlas á cubierto para preservarlas de la humedad , y de la accion del sol , pues aquella les impide el enxugo preciso , y ésta las tuerce y estalla. De este modo se aprovecha mas la madera , se sierra con mayor facilidad , se descubren mas presto sus vicios interiores, se atajan sus progresos , y en fin cuesta menos su conduccion.

147. Como hay diversas opiniones á cerca del modo de conservar, enxugar y preparar las maderas, creyendo unos ser conveniente exponerlas al ayre libre para su mas pronto enxugo; otros en tinglados; y otros, en fin, baxo de agua, singularmente la de en-

cina : creemos oportuno exponer el resultado de las muchas experiencias que sobre estos tres puntos ha hecho el tantas veces nombrado Señor Duhamel.

148. Como las maderas apiladas al ayre están expuestas al sol y al viento se secan muy prontamente ; pero se tuercen , se hienden , estallan , y atormentan tanto, particularmente las de buena calidad, que quedan alguna vez de ningun servicio. Aun no es este el solo inconveniente : quando están en parte enxutas , se mojan con las lluvias , aspiran la humedad del ayre , la de los rocíos , y los vapores de la tierra. Es verdad que esta humedad extraña se disipa brevemente por el viento y el sol ; pero de estas alternativas de sequedad y humedad resulta un juego continuo en sus filamentos , que se hinchan con la humedad , y se estrechan con la sequedad : y este juego debe quebrantar las fibras, cuya tension es muy considerable quando estando humedas sobreviene una helada. Añadese á esto , que entrando el agua por las hendeduras de la madera, se embebe en ella y facilita su corrupcion. Todos estos accidentes son mas temibles respecto á las maderas blandas que á las duras y compactas.

149. No obstante, quando sea indispensable apilar las maderas al ayre , se podrán remediar en parte

las causas destructivas expresadas con estas precauciones. Se hará un pavimento de cal y piedra , ó ladrillo en el parage donde se hayan de formar las pilas para precaver las exalaciones de la tierra , y con mucho declivio para que el agua no se mantenga: sobre el pavimento se pondrán unos taballetes , afín que el ayre que pase por debaxo deseque á la madera que se coloque encima : entre cada pieza se dexará un corto interválo , y se tendrá cuidado de que no se toquen tampoco por sus cabezas : entre cada lecho de madera se pondrán unos listones de tres á quatro pulgadas : y enfín se cubrirá la pila con algunas tablas viejas.

150. Las maderas de una calidad excelente se rasgan y hienden mucho mas que las otras ; y todas se sienten mas , quando se exponen á un pronto enxugo : por esta razon no conviene hacer los tinglados donde se han de secar muy expuestos al viento , singularmente en los países cálidos. Al contrario , los destinados para maderas blandas , y en parages humedos y frios deben estar muy venteados para que las maderas no se pudran. El pavimento de los tinglados debe ser de argamasa sobre un fondo de greda para que no dañen á las maderas las exalaciones de la tierra. Los peores tinglados son los hu-

medos , y en quienes no hay ventilacion , en ellos se pudren prontamente las maderas , particularmente si están en países calidos. El Señor Duhamel piensa sería siempre útil hacer en los tinglados una especie de chimeneás para dár salida á los vapores.

151. Habiendose observado que las maderas se podrian en tinglados , sea porque los arboles de que procedian estaban en decadencia , ó por ser los tinglados humedos , y no tener ventilacion , ó por estar apiladas las maderas unas sobre otras ; y por otra parte , viendo que las apiladas en tinglados muy descubiertos en países secos y calidos se abrian considerablemente : en lugar de inferir que era preciso remediar la mala disposicion de los tinglados , se ha creído que la madera se conserva mal en ellos , y se ha tomado el partido de ponerla en el agua. Unos han creído que se debia tener en ella algunos meses antes de apilarla ; otros que sería mejor dexarla siempre en el agua hasta usarla ; y otros que el agua la alteraba considerablemente. Vease el resultado de las experiencias hechas para aclarar esta materia.

152. 1º. Que es menester mucho tiempo para que la madera se sácie de agua : 2º. que el agua dulce insinúa mas prontamente en los poros de la madera que la del mar : 3º. que la madera saciada de

agua del mar admite aún agua dulce: 4°. que estas aguas extrañas se disipan muy prontamente quando se exponen las maderas al ayre: 5°. que el agua disuelve las partes mas disolubles del xugo, y lleva tras sí una parte quando se disipa: 6°. que las maderas penetradas del agua de la mar, no se desecan perfectamente, y se cargan mucho de la humedad del ayre: 7°. que las maderas perfectamente secas aumentan ó disminuyen de peso segun el ayre está humedo, ó seco: 8°. que lo mismo sucede á las saciadas de agua, aun quando estén baxo de ella: 9°. que las maderas que han nadado en el agua pierden mas de su peso en secandose; y mas quando han estado sumergidas en agua corriente, que quando lo han estado en agua estancada, y quando han estado yá dentro, yá fuera de agua: 10°. que las maderas tiernas y de mediana calidad se alteran mas en el agua que las de una calidad excelente, y las maderas blandas mucho mas que las duras como la encina, &c: 11°. que la encina de mediana calidad está mucho menos expuesta á hendirse al secarse quando ha estado mucho tiempo en agua, lo que proviene de la alteracion que ha sufrido; pues las maderas quanto peores sean menos se abren, y las podridas no se hienden de ningun modo: 12°. que las maderas de superior calidad se

hienden al secarse aunque hayan estado largo tiempo en agua : 13°. que las maderas , aun las blancas, no se alteran mientras están en el agua ó en tierra humeda : 14°. que la introduccion del agua en la madera hace cerrar sus grietas ; pero que la solucion de continuidad subsiste : de modo , que sus defectos aparecen quando se seca : 15°. que el agua estorva los progresos de la putrefaccion ; pero no se remedia el mal, porque se manifiestan en secandose la madera: 16°. que las maderas que han estado algun tiempo en el agua están menos expuestas á ser atacadas de la polilla ; y como el agua tarda mucho en penetrar la encina , se pudieran sumergir tres ó quatro meses los trozos gruesos de ella ; pues en este tiempo se alterarían poco , y tendrian la ventaja de no estar tan expuestos á la polilla.

153. De todo lo expresado resulta : que las maderas en quienes unicamente se desea que no se hien- dan, y no su resistencia, se deben introducir en agua: que en las que principalmente se apetece la solidéz se deben conservar en buenos tinglados , y que podria ser util tenerlas antes algun tiempo en agua para precaverlas de la polilla : y que es menos perjudicial tener las maderas baxo del agua que no á la intemperie. En caso de tener las maderas en agua , convie-

ne que estén sumergidas y no nadando.

154. El tiempo que necesitan las maderas para su enxugo es muy incierto, siendo respectivo y aun proporcionado á sus densidades. Entre ellas es preciso conservar mucho mas tiempo apilada la encina, porque mientras mas se enxuga crece su fuerza y resistencia, como lo acreditan las experiencias hechas con fragmentos de naves y edificios antiguos.

155. Para conocer si qualquier especie de madera está enxuta, y bien constituida, se golpéa por un extremo con un martillo, y siempre que el sonido sea claro y distinto se podrá emplear con seguridad.

156. Es de advertir que no todas las maderas adquieren resistencia y solidéz enxugandose, el haya es mas correosa y fuerte recién cortada; no obstante es preciso emplearla muy seca, pues de lo contrario se destruye é inutiliza brevemente. El pino es tambien mucho mas fuerte antes de enxugarse y debe emplearse no del todo seco en las obras de mucha resistencia, y en las que se usa en piezas gruesas; al contrario en tablas y otras semejantes, por el riesgo de que se tuerza y vicie.

157. Las señales que se han expuesto en el Número III. para conocer á la simple vista de los arbo-

les la calidad de su madera, no son tan ciertas como las que manifiestan los mismos arboles despues de apeados , y aún divididos ; porque entonces se descubren los defectos de su madera. Afín que se puedan apreciar y conocer vamos á dár una breve noticia de ellos.

158. Se dice que un arbol tiene el corazon dañado , quando se encuentra una division ó solucion de continuidad que sigue la direccion de los lechos ó anillos anuales; es decir, quando hay en lo interior de él círculos concéntricos que no están unidos unos á otros. Algunas veces no se percibe este defecto en los arboles llenos de xugo ; pero se manifiesta á medida que se secan : estas cavidades ó hendeduras cogen algunas veces toda la circunferencia del arbol; de modo, que se vé un cilindro de madera nueva que encierra un exe de madera muerta , que se puede hacer salir á golpes de mazo. Es evidente que este es un defecto esencial , y que el arbol que esté atacado de él no puede ser de buen servicio.

159. Llamase *hendedura* toda abertura ó grieta que se extiende del centro de un arbol á la circunferencia : defectos que regularmente proceden de las heladas fuertes , y que se cubren despues por nuevos lechos ó anillos leñosos ; pero como las fibras sepa-

radas nunca se reúnan , el arbol queda tanto mas defectuoso , quanto mayor sea la hendedura.

160. Quando en el corazon de un arbol se encuentran dos ó mas hendeduras , se dice que tiene *pata de gallo*. Este defecto , aunque semejante al anterior , procede de muy diversa causa , que es de la alteracion de la madera, la qual es necesario sea muy excesiva quando el defecto se percibe en los arboles llenos de xugo.

161. Los arboles tienen despues de su corteza, una especie de sustancia que no ha adquirido la consistencia que se requiere para llamarla madera , y que se nombra *camisa* : ésta quasi no se distingue en las maderas blancas , de quienes se puede decir que todas son camisa ; pero es muy notable en las duras, como la encina y el olmo, en quienes forma un anillo de hasta dos pulgadas de grueso. Como la *camisa*, segun queda expuesto , es perjudicial á las maderas de los arboles que no se hacen morir en pie descortezandolos , es preciso despojarlas luego de ella. La *camisa* simple , aunque sea un defecto , es general á todos los arboles ; pero no la *camisa* doble , que es una corona de madera tierna é imperfecta que rodea el corazon del arbol : despues se encuentra otra corona de madera buena rodeada de otra *camisa* con

la corteza. Esta camisa accidental es aun menos sólida que la natural , de consiguiente ocasiona un defecto considerable en la madera , y mayor , quando está acompañada de su corteza correspondiente.

162. Quando la madera de un arbol está *vetada*: esto es , quando se nota en ella mutaciones súbitas de color , por exemplo vetas blancas , y otras roxas , que parecen mas humedas que el resto de la madera , es una prueba cierta de que el arbol tiene un principio de corrupcion , ó alguno de los defectos expuestos , que empezará á descubrirse luego que se vaya enxugando. En los arboles bien acondicionados , prescindiendo de la camisa , la madera es de un color uniforme , que se vá obscureciendo insensiblemente hasta el corazon.

163. Como unos años son mas favorables que otros á la vegetacion , los lechos de que se compone la madera no son nunca iguales ; pero quando la desigualdad es muy grande ; de modo , que apenas se puedan distinguir algunos , se debe sospechar de la calidad de la madera , porque no estarán unidos y travados unos lechos á otros.

164. Hay arboles cuyas maderas tienen las fibras derechas , lo que es una perfeccion ; mas en otros están de tal modo torcidas que describen una espiral

al rededor del tronco; lo que es un defecto en la madera que ha de servir en piezas menudas.

165. Quando los nudos penetran hasta el corazon de un arbol son un defecto de la mayor entidad; pero siempre será util quitarlos, y ajustar una pieza, de temor que pudran la madera inmediata.

166. Las maderas de buena calidad deben tener sus fibras fuertes y elásticas, unidas unas á otras, aun quando están secas: las astillas que se quiten con el hacha no deben romperse quando se plegan, y si se doblan hasta romperlas deben executarlas dexando filamentos muy crecidos; pero hay maderas áridas que se rompen sin estallar, dexando igual la fractura: sus virutas son poco largas y apenas se enroscan: las maderas de esta calidad son las peores que se pueden emplear en el servicio de la Artillería.

167. La mejor prueba de la buena calidad de una especie de madera es que sea muy pesada, así se debe escoger, y preferir, entre la de una misma especie, la que estando igualmente seca, ó húmeda, pesase mas.

168. Para completar este Artículo parece se debería dár una teoría del modo de apreciar, y calcular la resistencia de la madera, así en piezas sueltas, como ensambladas; pero esto sería salir de los lími-

tes que nos hemos propuesto : asi nos contentamos con remitir á los que necesiten , y quieran saber esta teoría, y tener noticias mas exâctas sobre las maderas , á las Obras de los Señores Duhamel, Buffon , y Muller.



ARTICULO V.

De los Puentes militares.

4. **E**NTRE todas las máquinas militares ninguna hay mas importante que los puentes, por lo vasto de ellos, por la utilidad de su servicio, y por los grandes daños que ocasionaría su falta, ó su poca solidéz. En qualquier país donde se haga la guerra, y en qualquiera situacion que se halle un Ejército es indispensable que esté en disposicion de poder pasar cómoda y prontamente los rios que encuentre en sus marchas ó retiradas; pues el tránsito de ellos intentado sin los correspondientes auxilios le originaría pérdidas considerables; y la demasiada detencion le expondría á que los enemigos frustrasen sus designios. Y como el ramo de puentes sea uno de los encargados al Cuerpo de Artillería, deberán sus Oficiales saber con solidéz, y estar versados, no solo en la construccion de ellos, sinó tambien en todos los incidentes que pueden ocurrir en este punto, y en los medios mas sencillos y seguros de vencerlos ó remediarlos.

2. La observacion de que los rios mas rápidos y caudalosos suelen carecer de toda especie de made-

ras en sus inmediaciones ; y la reflexion de que la celeridad y rapidéz en los movimientos de un Exército son el origen de la felicidad de sus empresas, manifiestan bien claro , que en los Exércitos deben llevarse de prevencion puentes proporcionados á los rios que se hayan de pasar , para usar de ellos sin demora en qualquiera ocasion que se necesiten. De aqui la precision de hacer de antemano las barcas ó pontones sobre que se han de establecer ; de conducir el maderamen , tablazon , cordage , y demás útiles y aparejos correspondientes ; de construir carros adecuados al transporte ; y ultimamente de combinar la resistencia y peso de las barcas y pontones de modo , que puedan sufrir un puente capáz de franquear paso cómodo á un Exército , sus trenes de Artillería , y equipages, y conducirse no obstante con la posible facilidad en las marchas.

3. Si todos los rios fuesen igualmente caudalosos y rápidos , y si por todos hubiese de pasar un Exército con iguales trenes , bastaría la descripcion de un solo puente para desempeñar el objeto de este Artículo ; mas como los rios sean muy diversos , así en su magnitud , como en su rapidéz ; y el paso de ellos se haga muchas veces sin trén de batir , ó por gruesos destacamentos que suelen llevar consigo, á lo

mas, cañones muy aligerados: acontece que los puentes proporcionados para un rio caudaloso son embarazosos é inútiles para uno pequeño ; y al contrario. Además, las particulares circunstancias en que se puede hallar un Ejército podrán exigir que tenga que valerse de otros medios, que el de puentes, para pasar un rio, pantano, &c. De lo que se colige la necesidad de que los Oficiales de Artillería estén instruidos, no solo en la construccion de un puente de barcas ó pontones ; sinó en las distintas especies de puentes y máquinas, que segun el país donde se haya de hacer la guerra ; las intenciones y proyectos del Ejército ; y las circunstancias de éste, y del terreno, sean mas adecuadas y proporcionadas al paso de los rios, pantanos, canales, &c.

4. Son, pues, peculiares y annexos al ramo de puentes las descripciones de las diversas especies de ellos, que suelen ser mas oportunas para el tránsito de los rios ; y las máquinas a proposito para hacer desembarcos en las margenes de los que son navegables ; escalar y sorprender las Plazas defendidas por fosos de agua, ó que están rodeadas en parte de algun rio ó canal ; ó en fin para marchar sin notable detencion por países cortados con muchos arroyos, pantanos, azequias, ó canales : de consiguiente todos

estos puntos deben tratarse y explicarse en el presente Artículo.

5. En el que es necesario exponerlos con la mayor prolixidad, y extension, particularmente en la parte que concierne á la construccion de las barcas ó pontones, sus carros correspondientes, y aparajos precisos para la construccion de un puente; así por la importancia de la materia; como por su novedad y extrañeza para la mayor parte de los individuos del Cuerpo; y en fin por no haber publicadas ningunas Obras que traten con individualidad y directamente estos puntos. El único puente militar que hemos visto bien circunstanciado, y representado en obras impresas, es el que se encuentra en el artículo *Pont Militaire* del Diccionario Enciclopédico, su Autor el Señor Guillote, y que dexaremos de describir, así por hallarse yá público en dicha obra, como por no parecernos suficientemente experimentado, ni reputarlo tan sencillo como es necesario.

6. Para lograr, pues, dár en este Artículo las nociones expresadas con claridad y distincion se tratará: 1.º de las barcas, pontones, y lanchas que nos han parecido más seguras, cómodas, y sencillas para sostener y formar los puentes militares, reservando para el Tomo de Laminas la descripcion de sus car-

ruages correspondientes : 2.º. de los aparejos y útiles necesarios para la construcción de los puentes: 3.º. de la construcción efectiva de un puente de barcas ó pontones : 4.º. en fin , de las máquinas que se pueden poner en uso para el paso de rios , fosos, canales , pantanos, &c. quatro puntos que servirán de asuntos á otros tantos Números, que compondrán el presente Artículo.

Número I.

De las barcas, pontones, y lanchas mas propias para la construcción de los puentes militares.

7. **L**A parte principal de un puente militar son las barcas sobre que se ha de establecer ; pues de la solidéz y justas proporciones de ellas con el peso que han de sostener , dependen la firmeza y seguridad del puente. Además, no solo debe tenerse presente esta propiedad ; (pues así sería muy sencilla y facil la construcción de distintas especies de barcas sobre quienes se podrían formar puentes solidisimos); sinó que es indispensable atender tambien al facil y pronto transporte de las barcas , y á la simplicidad

de su construccion. Por estas razones despues de haberse inventado una multitud de especies de barcas, mas ó menos grandes , y fuertes , y de diversas figuras y construccion , se idearon los pontones que son unas barcas pequeñas cubiertas de hojas , ó planchas de cobre , y tambien de hojas de lata , sobre quienes igualmente hay varias opiniones acerca de sus proporciones y construccion.

8. La experiencia ha manifestado que los puentes construídos sobre pontones son á la verdad muy sencillos, portátiles, y sólidos en rios pequeños , y de poco ancho ; pero poco seguros en los muy caudalosos : por esta razon nos hemos propuesto dár conocimiento no solo de esta especie de puentes; sinó tambien de los de barcas , que ciertamente son los mas sólidos. Así , en este Número expondrémos sucintamente , en primer lugar , cuál debe ser la construccion de una barca ; despues cuál ha de ser la de un ponton ; y enfín la de una de las lanchas que son precisas para armar , cuidar , y desarmar un puente. Para el Tomo de Laminas , (en donde se hallarán planos exâctos y circunstanciados de éstas máquinas) , reservamos hacer vér el por menor de sus piezas , ensambladuras , herrages , y construccion entera de ellas.

9. Las barcas sobre que se hayan de fabricar los puentes militares mas sólidos, y capaces de dár paso á las piezas mas gruesas de Artillería, y de sostenerse en los rios mas caudalosos y anchos, tendrán 35 pies 5 pulgadas de popa á proa, (si pueden llamarse así sus dos extremos que deben ser quasi enteramente iguales): el largo del cuerpo de ellas, ó de la parte sobre que debe cargar el puente será de 18 pies. El fondo de una barca se compondrá de tres *tracas* de tablon, ó tablones de este largo, y pulgada y media de grueso, de quienes el de enmedio tendrá el mayor ancho posible, y todos tres $4\frac{1}{2}$ pies por enmedio, y dos pulgadas menos por los extremos: en esta parte se ensamblarán con otros que hagan alguna curvatura, y despues obliquamente vengán á formar los fondos de popa y proa, terminandose en un pie de ancho. Estos fondos deben tener de largo, el de proa 8 pies 10 pulgadas; y el de popa 8 pies 7 pulgadas: uno y otro han de tener alguna curvatura por los costados, la que se describirá levantando perpendiculares sobre rectas tiradas de los extremos del cuerpo de la barca, de 3 pulgadas á dos pies, de $3\frac{1}{2}$ á tres pies, de $4\frac{1}{2}$ á quatro pies, de 3 á seis pies, y el resto en linea recta.

10. La eslora ó longitud total de la barca yá ar-

mada resultará, por la inclinacion de sus extremos, de 33 pies: su manga ó ancho por la parte superior de $6\frac{1}{2}$ pies: este ancho por los extremos ó espolones será de pie y medio. Los anchos interiores serán: en el fondo $4\frac{1}{3}$ pies; 16 pulgadas mas arriba, $6\frac{1}{2}$ pies; á 2 pies 7 pulgadas del fondo, $6\frac{2}{3}$ pies: la altura interior de la barca por enmedio será de $3\frac{1}{2}$ pies; por la proa, $4\frac{1}{3}$, y por la popa, $4\frac{1}{3}$ pies.

11. Cada barca se fortalece con diez y seis *varengas* ó soleras de 2 pulgadas de grueso, y 5 de ancho, menos las de los extremos que tendrán 8 pulgadas: sus longitudes deben estar terminadas por los costados de la barca: de modo, que se ajusten al través del fondo: dos se han de poner sobre las uniones del cuerpo de la barca con los extremos; ocho se han de repartir igualmente en el interválo de estas dos; y las seis restantes, se sitúan en la popa, y la proa, dos á 19 $\frac{1}{4}$ pulgadas de las colocadas sobre las uniones; otras dos á igual distancia de éstas; y las dos restantes, que serán las mas anchas, á 19 $\frac{1}{2}$ pulgadas de ellas. Cada varenga, exceptuadas las extremas, se fixa con ocho clavos, de quienes dos, con las cabezas por dentro, se clavan obliquamente enmedio del fondo, y á 2 pulgadas de los costados de las varengas, y los otros seis á sus

extremos con las cabezas hácia fuera.

12. Cada costado se compone de tres tracas de tablon: la que se ensambla con el fondo tiene $1 \frac{1}{8}$ pies de ancho y $1 \frac{1}{2}$ pulgadas de grueso, y forma con el fondo un ángulo bastante obtuso, para que la barca se ensanche hasta la dimension que se ha dicho tiene en esta altura: la segunda, que se une á la primera exteriormente, tiene un pie y 5 pulgadas de ancho, y una pulgada 3 líneas de grueso: y la tercera del mismo espesor se termina en la borda. Se debe procurar que la traca, ó tablon inferior sea de una sola pieza, las otras podrán ser de dos, uniendo las con quatro órdenes de clavos pequeños, dos de ellas con las cabezas hácia fuera, y las otras dos hácia dentro. Se tendrá la precaucion de ensamblar estos tablones de modo, que el resalto que forme el uno por la parte exterior mire á popa, para que la corriente no choque contra él.

13. Los costados se afirman con treinta *curvas*, cuyos gruesos son: por frente del ángulo del fondo $5 \frac{1}{2}$ pulgadas, (y se corta una del vivo, ó vertice del ángulo, para dexar entre la curva una canal por donde pueda pasar el agua, afín que la pueda extraer la bomba donde quiera que se sitúe); á diez pulgadas de este ángulo $2 \frac{1}{2}$ pulgadas; y por sus extremos 2:

sus anchos serán: por medio 5 pulgadas; y por los extremos 4: su longitud en la parte contigua al costado 2 pies $3\frac{1}{2}$ pulgadas: el otro brazo se terminará á una pulgada del costado opuesto. Sus dos extremos se cortan obliquamente; la basa del plano inclinado que forma el corte próximo á la borda será de $1\frac{1}{2}$ pulgadas, y la del otro corte de 2 pulgadas. Su situacion debe ser en los intermedios de las varengas: de modo, que de los exes de éstas á los de las curvas haya 8 pulgadas.

14. Las quatro curvas de los extremos se elevan un pie sobre la borda, formando quatro *bitas* ó amarraderos cilindricos á corta diferencia, pues el diámetro de ellos por la borda será de $5\frac{1}{4}$ pulgadas, y por el extremo superior de $5\frac{1}{2}$ pulgadas: sus respectivas curvas están encastradas en los costados hasta 15 líneas para su mayor firmeza, y aseguradas con quatro clavos, y con otros tantos cada bita.

15. El *branquet*, y *codaste*, que son las dos piezas de madera que terminan los extremos de la barca en proa y popa, tienen un pie de ancho; 4 pulgadas de grueso por la parte exterior, y $3\frac{1}{2}$ por la interior: su largo se arregla por la abertura que forman los costados: se fixan con 5 clavos á cada costado, y 7 al fondo: y se barrenan por medio para que pueda atra-

vesarlos una cuerda de cerca de una pulgada de grueso.

16. Las varengas se aseguran con veinte *ligazones* ó tornapuntas, cuyo ancho, por su union con ellas, es de 5 pulgadas, y de 4 por arriba; y su grueso de dos pulgadas, y de $2\frac{1}{2}$ frente del ángulo de los costados: sus extremos inferiores se apoyan contra las varengas, que de consiguiente vienen á continuar hasta la borda. Cada ligazon se afirma con ocho clavos, de quienes uno se clava obliquamente con la cabeza hácia dentro á dos pulgadas de su respectiva varenga.

17. Tambien se fortalecen los costados por la parte superior con una faxa compuesta de dos tracas de tablon de $18\frac{1}{3}$ pies de largo, cuyos extremos coinciden con los costados de las ligazones que están al fin del cuerpo de la barca: su ancho es de 4 pulgadas, y su grueso de $1\frac{1}{2}$: se sitúa por la parte interior fixada sobre los extremos de las ligazones con dos clavos con las cabezas hácia dentro, además de un tercero comprehendido en los siete con que se clavan las ligazones. Las piezas que hemos dicho solo forman la faxa del cuerpo de la barca, para continuarla se les añaden otras tracas colocadas en los quatro interválos de las curvas que hay desde el cuerpo de la

barca hasta el branque y codaste: las que se pongan en el primero serán mas gruesas contra la ligazon de la varenga , porque en este lugar se deben formar *caxeras* ó mortajas para los toletes de los remos. En cada una de estas piezas de proa se hacen tres, cuyos centros distan 6 pulgadas entre sí , y el de la primera 8 pulgadas de la curva. En las de popa solo se hace una caxera para pasar la cuerda con que se enlazan las barcas. El ancho de estas tracas que completan la faxa será de $2 \frac{1}{2}$ pulgadas , menos el de las primeras que será de 4 pulgadas : el grueso de ellas por esta parte será $2 \frac{3}{4}$ pulgadas , y el comun á todas de $1 \frac{3}{4}$: en fin cada traca se afirma con tres clavos.

18. La borda , ó cargadero de las barcas , sobre el qual se construye el puente , se hace con dos pasamanos , ó tracas de tablon de $18 \frac{1}{3}$ pies de largo , 4 pulgadas de ancho , y $1 \frac{1}{2}$ de grueso , colocadas sobre los dos costados del cuerpo de la barca ; de modo, que cubran la faxa , y los extremos de las ligazones á quienes se fixan clavando dos clavos en cada uno de ellos.

19. Para precaver la barca del rozamiento , que sufrirá en sus transportes , se guarnece su fondo por la parte exterior con dos zapatas situadas á lo largo de la barca , y contiguas á la union de los cos-

tados: su ancho será de 10 pulgadas, y 6 por los extremos, y su grueso de $1\frac{1}{4}$ pulgadas por medio, y $\frac{1}{2}$ por los extremos: cada una se compone de tres tracas, de quienes la de enmedio será de 18 pies de largo.

20. Comunmente se atan los cables y demás cuerdas á las bitas ó amarraderos de las barcas; pero éstos suelen vencerse, quando las corrientes son muy rápidas, ó se maniobra con el puente dando un quarto de conversion: por esta razon se pondrán otras dos bitas en cada barca, una á popa, y otra á proa, ensamblada cada una fuertemente en dos piezas de madera, ó teleras afirmadas en los interválos de las dos primeras curvas de popa y proa. Después de haberse atado las cuerdas á las primeras bitas, se atarán sus extremos á estas segundas. Las laminas manifestarán la posicion y dimensiones de estas piezas, que se afirman con clavos.

21. Como estas barcas sean de considerable magnitud necesitan de algunos herrages para su debida solidéz, tales son las abrazaderas de popa y proa, de la misma figura que los extremos de la barca, y que desplegadas tienen $3\frac{3}{4}$ pies de largo, $3\frac{1}{2}$ pulgadas de ancho, y una linea de grueso. Cada una se afirma con 24 clavos para quienes tienen sus correspondientes taladros situados en quinas: la parte media de las

abrazaderas, que cogen los frentes del branque y codaste, han de estar á media pulgada de la borda, y los dos brazos baxan hasta terminarse por los costados á $2\frac{1}{2}$ pulgadas de la misma borda.

22. A los extremos de las últimas ligazones del cuerpo de la barca se fixan quatro argollas de $3\frac{1}{4}$ pulgadas de diámetro, y 8 lineas de grueso: los pernos ó tornillos que las sostienen son de 7 lineas de grueso, y 9 de ancho: quatro pulgadas mas abaxo de la borda se enroscan en tuercas correspondientes, abiertas en rosetas de 2 pulgadas de diámetro, y $1\frac{1}{2}$ lineas de grueso.

23. Los brazos de las curvas, que prolongados forman las bitas, se fortalecen con quatro abrazaderas de hierro de 7 pulgadas de largo, $1\frac{1}{2}$ de ancho, y $1\frac{1}{2}$ lineas de grueso: cada una tiene dos taladros para tornillos á una pulgada de los extremos, y otros dos para clavos á dos pulgadas: se matan ó achafflan los ángulos de las abrazaderas. Los tornillos tendrán 6 lineas de grueso, y se afirman en tuercas abiertas en rosetas colocadas en el fondo por la parte exterior.

24. Para la mayor solidéz de estas barcas, será conveniente fortalecer sus costados con dos cadenas que los enlacen por la borda. Los pernos de ojo, á

quien se fixan las cadenas , tendrán en las tres pulgadas proximas al ojo , 8 lineas de quadratura , y 7 de diámetro en la parte inferior terminada en rosca: la longitud total de ellos será de $4\frac{1}{2}$ pulgadas : las rosetas donde se abren las tuercas correspondientes tendrán $1\frac{1}{2}$ pulgadas en quadro , y 4 lineas de grueso: cada perno contiene una argolla cuyo claro ó luz es de una pulgada , y de media su grueso. Las cadenas se componen de treinta y un eslabones , y dos argollas pequeñas , la una de éstas entra en la argolla del perno , y es el extremo fixo de la cadena , y la otra viene á ser el tercer eslabon del otro extremo , cuya última pieza es un gancho. Las barretas de que se hagan los eslabones y argollas tendrán $4\frac{1}{2}$ lineas de diámetro : los pernos que aseguran estas cadenas se fixan en medio de las faxas , frente de las ligazones de las terceras varengas del cuerpo de la barca , principiando á contar desde las que cubren sus uniones con los extremos de popa y proa.

25. Los grapones , que se suelen fixar en la borda de las barcas para contener y asegurar las viguetas exteriores sobre quienes se establece el puente, destruyen la borda , y levantan las tablas que atravesadas sobre las viguetas forman el pavimento del puente , á menos de no ocultar sus cabezas con fuer-

tes golpes de martillo, que los suelen romper. Para obviar este inconveniente, determinar y reglar la distancia que ha de haber entre las viguetas extremas que atraviesan dos barcas, se fixarán por medio de pernos, de las mismas dimensiones que los que aseguran las cadenas, quatro grapones que tengan la figura de una aldavilla, los quales fixarán sus clavijas contra el lado exterior de la vigueta, determinando así su posicion: el largo de ellos será de 11 pulgadas sin comprehender el ojo por quien se enlazan con el del perno: su quadratura hasta 15 lineas del extremo de la cabeza 6 lineas: su grueso por el extremo del ojo 3 lineas: su ancho en las 15 del extremo de su cabeza 8 lineas: el diámetro interior del ojo una pulgada: la longitud de la punta ó clavija 7 pulgadas: su diámetro al nacimiento 6 lineas; y en la punta 3: se reforzarán estas clavijas por sus cabezas para que puedan resistir los golpes del martillo al clavarlas en las viguetas.

26. En la construccion de estas barcas se emplean cinco especies de clavos, cuyas longitudes serán de 5, $4\frac{1}{2}$, 4, 3, y 2 pulgadas, y sus gruesos por las cabezas 3 lineas en las dos especies mayores, y $2\frac{1}{2}$ en las menores.

27. Ultimamente para formar un puente sobre

estas barcas, que deben situarse á 20 pies de distancia, son necesarias siete viguetas por barca de $5\frac{1}{2}$ pulgadas de quadratura, y 28 pies de largo; y 20 tablas de 17 pies de largo, uno de ancho, y dos pulgadas de grueso.

28. Los pontones son unos esqueletos ó armazones de barcas pequeñas cubiertas exteriormente con planchas de cobre: las dimensiones de los que vamos á describir, y de quienes se darán las correspondientes laminas son: su longitud total ó eslora 18 pies: su manga por la borda 4 pies, 11 pulgadas: por abaxo, medida por fuera, 4 pies 8 pulgadas: la longitud del cuerpo de él $13\frac{1}{2}$ pies: su altura desde baxo de las curvas $2\frac{1}{3}$ pies.

29. La borda ó pasamanos de los costados de un ponton tienen $17\frac{5}{8}$ pies de largo, y sus espigas 3 pulgadas: su ancho es de $3\frac{1}{2}$ pulgadas, las dos y media cubiertas por fuera con las planchas, y la restante forma un resalto de media pulgada, para precaver el cobre del rozamiento que sufriría en las maniobras: el grueso de estas piezas es de 3 pulgadas, y de una el de sus espigas, que se ensamblan en escopladuras abiertas en dos piezas de madera de 4 pies 11 pulgadas de largo, 4 pulgadas de ancho, y $3\frac{1}{2}$ de grueso, que vienen á formar la borda de los frentes del ponton.

30. Formado el marco rectangular de su borda, se sienta sobre un plano horizontal para construir el casco: éste se compone de doce curvas compuestas cada una de dos ligazones y una varenga: éstas tienen $4\frac{2}{3}$ pies de largo, y $2\frac{1}{8}$ pulgadas de ancho, exceptuadas las dos de los extremos del cuerpo del ponton que tienen $2\frac{1}{2}$; y esta dimension es la del grueso de todas. A distancias iguales del largo de las varengas, se abren al través de ellas por la parte correspondiente á las planchas, quatro canales triangulares de 9. lineas en todas dimensiones, que sirven para dár paso al agua, y que ésta se reúna. Las ligazones tendrán 2 pies, y $2\frac{3}{4}$ pulgadas de largo, las espigas que se ensamblan en la borda 2 pulgadas, y $1\frac{3}{4}$ las que se ensamblan en las varengas; su ancho será de $2\frac{1}{8}$ pulgadas, y su grueso en las 13 pulgadas inmediatas á la espiga inferior $2\frac{1}{2}$ pulgadas: á esta distancia harán un rebaxo de media pulgada, y continuará disminuyendose el grueso hasta el otro extremo en donde será $1\frac{3}{4}$ pulgadas: el grueso de las espigas superiores es de 9 lineas, y tanto éstas como las inferiores se aseguran con clavijas ó tarugos de madera en las escopladuras de la borda y varengas. De éstas, las dos extremas distan entre sí $13\frac{1}{2}$ pies, y las otras diez se sitúan entre ellas en distancias iguales:

las escopladuras para las espigas de las ligazones se abren á una pulgada de los extremos.

31. Para afirmar y enlazar las curvas se ponen por la parte exterior del casco siete palmejares, cinco en el fondo y dos en los costados: éstos tienen 8 líneas menos de largo que los otros, que son de $13\frac{1}{2}$ pies, el ancho de todos es 4 pulgadas, y el grueso 9 líneas: en los parages donde atraviesan las curvas se embuten enteramente en ellas: los de los costados están á la altura de $10\frac{1}{2}$ pulgadas; y de los cinco del fondo, dos se sitúan á los extremos, uno en medio, y los dos restantes en la mitad de los interválos que dexan los tres.

32. Los frentes del ponton, que forman con el fondo un ángulo de 45 grados, se construyen con quatro montantes de 3 pulgadas de ancho, y $2\frac{1}{8}$ de grueso, cuyos extremos inferiores se ensamblan contra el costado de las últimas varengas, en quienes se abren unas escopladuras de 4 líneas: la parte del grueso del montante excedente al de la varenga, se ajusta al ángulo de ésta con su ligazon: los extremos superiores se ensamblan en los ángulos del marco de la borda reforzandolo por esta parte.

33. Los quatro montantes se fortalecen con igual número de ligazones de $2\frac{1}{2}$ pulgadas de ancho, y $1\frac{3}{4}$

de grueso; las espigas, que se han de ensamblar en medio de los montantes, tienen $1 \frac{1}{2}$ pulgadas de largo, y 7 líneas de grueso, tomado éste en medio de la pieza; y las espigas del otro extremo, que se ha de ensamblar en los ángulos de las últimas ligazones de las varengas con la borda, se cortan á 9 líneas de la superficie exterior, y tienen otras tantas de grueso.

34. Entre los quatro montantes, y en los mismos planos en que están, se ponen dos varengas para fortalecer las cabezas del ponton, ensambladas con ellos al costado de las ligazones: el ancho de ellas es de $2 \frac{1}{2}$ pulgadas, y su grueso de $2 \frac{1}{8}$: sus espigas tienen de largo $1 \frac{5}{8}$ pulgadas, y 9 líneas de grueso, y ván á terminarse contra las de las dos ligazones de popa y proa.

35. Los tres palmejares situados en medio del fondo del ponton se prolongan con seis segmentos de ellos, que se ensamblan en los lados menores del marco que forma la borda del ponton.

36. Para precaver las planchas de cobre del rozamiento que sufrirían en las maniobras, despues de cubierto el ponton, se le pondrán tres zapatas en su fondo á lo largo de él por la parte exterior, de $13 \frac{1}{2}$ pies de largo, $2 \frac{1}{4}$ pulgadas de ancho, y una de grueso: y se afirmarán con faxas ó bridas de cobre.

37. Para fixar las bisagras que han de determinar la posicion de las viguetas sobre que se construya el puente , se abren en la borda por los costados del ponton doce taladros , de quienes los primeros estarán á 3 pies de los ángulos de ella ; otros quatro equidistantes en el intermedio de éstos , y los seis restantes á $4\frac{1}{2}$ pulgadas de los yá abiertos hácia las cabezas del ponton.

38. Para consolidar las curvas antes de ensamblarlas con el marco , se fortalecen los dos ángulos , que forman las ligazones con las varengas , con dos abrazaderas de hierro en forma de esquadra , de quienes el largo de cada brazo desde el ángulo saliente es de 8 pulgadas , el ancho de $1\frac{2}{3}$, y el grueso 2 líneas : para fixarlas se abren en ellas seis tuercas ; las dos primeras á 6 líneas de los extremos ; otras dos á 3 pulgadas de ellas ; y á 6 las restantes. Estas abrazaderas se fixan contra los ángulos de las curvas , como se ha dicho , en medio del grueso de las ligazones , y del que le queda á las varengas despues del palmejar que se embute en ellas por esta parte.

39. Las hojas ó planchas de cobre que cubren al ponton no deben fixarse con clavos al marco de la borda , por no maltratarlo clavando , y desclavando en las recomposiciones ; sinó que parece mas oportuno

tuno valerse á este fin de una faxa de hierro , hecha de muchas piezas , cuyos extremos se unan cruzando ó solapando unos sobre otros , y que todos se aseguren con tornillos. Para que las planchas se mantengan con firmeza entre esta faxa y el marco , es necesario que por encima de la faxa formen una solapa , ó dobléz , como el borde de una caldera. La faxa se compondrá de ocho piezas , tres para cada costado , y una para cada cabeza : las de los costados proximas á los ángulos tendrán 5 pies $7\frac{1}{2}$ pulgadas de largo ; las intermedias $4\frac{3}{4}$ pies ; y las de las cabezas $2\frac{1}{2}$ pies : el ancho de ellas es de $1\frac{1}{2}$ pulgadas , de quienes se rebaxan quatro lineas por la parte exterior para matar los vivos : y el grueso 3 lineas.

40. Las tres piezas de cada costado tienen quince taladros para otros tantos tornillos : quatro á 9 lineas de los extremos de las faxas : seis enmedio de los taladros hechos para fixar las bisagras , y los siete restantes enmedio de los interválos de los ocho. Las piezas de las cabezas se fixan con tres tornillos : los taladros para los dos extremos coinciden con los de los extremos de las abrazaderas de los ángulos ; el otro estará enmedio. Las partes de la faxa que entran baxo de las abrazaderas se introducen en ellas hasta la mitad de su grueso , y la parte que solapa es

de $1\frac{3}{4}$ pulgadas: lo propio sucede con los extremos de las piezas de la faxa que se solapan, con la diferencia de ocultar solo $1\frac{1}{2}$ pulgadas.

41. Los tornillos para sujetar la faxa tienen 4 pulgadas de largo: su diámetro por la cabeza 1 pulgada, por enmedio 3 líneas, y por la rosca $4\frac{1}{2}$. Las rosetas donde se abren las correspondientes tuercas tendrán 1 pulgada de quadratura, y 4 líneas de grueso.

42. Los quatro ángulos del marco de la borda se fortalecen por la parte superior con otras tantas abrazaderas, cuyos lados tienen un pie de largo, $1\frac{1}{2}$ pulgadas de ancho, y 4 líneas de grueso: cada brazo tiene dos taladros para tornillos, y uno enmedio para clavos: los primeros taladros distan de los extremos una pulgada, y los otros dos para tornillos $6\frac{1}{2}$ tambien de los extremos. Los tornillos tendrán $3\frac{1}{2}$ pulgadas de largo: 10 líneas de quadratura por sus cabezas, y su diámetro será de 6 líneas. Las rosetas para las tuercas una pulgada de quadratura, y media de grueso.

43. Asimismo, los quatro ángulos del ponton se fortifican exteriormente con otras tantas abrazaderas grandes á continuacion de la faxa: los brazos de ellas correspondientes á los costados tienen 1 pie y

3 líneas de largo , y los correspondientes á las cabezas 1 pie $3\frac{3}{4}$ pulgadas : en sus extremos por la parte interior hay un corte para que solapen sobre la faxa $1\frac{3}{4}$ pulgadas. Los dos brazos están reunidos por un ojo que cae en el ángulo , cuyo largo extendido será de 4 pulgadas , y el diámetro de la barreta que lo forma 9 líneas : los extremos de esta parte curva, (de $1\frac{3}{4}$ pulgadas cada uno despues de haber formado el ojo), se sueldan con los brazos ó planchas de la abrazadera : el grueso de ésta es , por su union con el ojo , 5 líneas , y despues , 3 , 2 , y 1 por la cola en el corte expresado.

44. Los brazos correspondientes á las cabezas del ponton tienen quatro taladros para tornillos , y uno para clavos : el primero á una pulgada del extremo que coincide con el de la faxa ; el tercero á 11 pulgadas de los primeros; el segundo en medio de los dos ; y el quarto á $2\frac{1}{2}$ pulgadas del tercero : el del clavo, cuyo uso es sostener la abrazadera mientras se tornilla , está entre el segundo y tercer tornillo. Los otros brazos tienen tres taladros para tornillos , el primero á una pulgada de sus extremos; el segundo á 5 pulgadas del primero ; y el tercero á $5\frac{1}{2}$ del segundo. Los brazos que ciñen las cabezas se ajustan á la obliquidad de ellas , y lo mismo la parte

del ojo pertenecientes á ellos , para que así resista mejor los esfuerzos que sufra la argolla. Los tornillos que fixan estas abrazaderas serán de 4 pulgadas de largo , el diámetro de sus cabezas $1\frac{1}{4}$ pulgadas, su quadratura , y diámetro de la rosca 6 líneas : la roseta tendrá una pulgada de quadratura , y media de grueso. En fin las argollas que entran en los ojos de las abrazaderas tendrán 3 pulgadas de diámetro por la parte interior , y 8 líneas de grueso las barretas cilíndricas de que se forjen.

45. Formado el casco del ponton , se cubre exteriormente con planchas de cobre , éstas deben ser suficientemente grandes , para que entre dos cubran todo el cuerpo del ponton , afín que haya menos junturas que soldár ; y deben ser de cobre amarillo ó laton , con preferencia al cobre de roseta ó puro, que es mas suave , ó menos duro. Las planchas que cubran las cabezas deben unirse á las del cuerpo á tres pulgadas del ángulo del fondo , y entrar debajo de ellas 15 líneas : las planchas del cuerpo del ponton que cubren los costados tendrán $2\frac{3}{4}$ pies de ancho , las que cubren el fondo $4\frac{1}{2}$ pies , y las que cubran las cabezas el suficiente á este fin , y además las 15 líneas que han de ocultarse baxo de las del cuerpo del ponton : todas tendrán de 7 á 9 puntos de grueso.

46. Las planchas se fixan con tornillos hechos de dos partes de cobre de roseta y una de laton, y de dos diámetros distintos, de quienes los mas gruesos han de ser de tres tamaños diferentes: los pequeños que sirven para las uniones de las planchas tendrán $2\frac{1}{2}$ lineas de grueso, y ocho de largo: el diámetro de las otras tres clases será de $3\frac{1}{2}$ lineas; los mayores de éstos tendrán 3 pulgadas de largo, los medianos $2\frac{1}{2}$, y los menores 1 y 1 línea: las cabezas de los mas gruesos tendrán una pulgada de diámetro y 2 lineas de grueso; y las de los pequeños 10 lineas de diámetro y una de grueso: las rosetas para las tuercas de los mayores serán de una pulgada de diámetro, y una línea de grueso; y á proporcion las de los menores.

47. Para cada ponton se necesitan 132 tornillos de los mayores, que se fixan en las tres piezas de las curvas: en cada union de éstas con los palmejares se pone uno, y otro en los intermedios: los medianos, de quienes se necesitan 50, se fixan hácia los extremos de las ligazones de las curvas, y en los montantes, varengas y ligazones de las cabezas: los menores en número de 67 atraviesan los palmejares en medio de los interválos de las curvas.

48. Las uniones de las planchas se hacen con una

fila de tornillos pequeños, cuyas cabezas disten 3, ó 4 líneas, y se sueldan con una composicion hecha de dos partes de estaño, y una de plomo, que debe cubrir las cabezas de los tornillos.

49. Para formar un puente de pontones se necesitan para cada uno siete viguetas de 16 pies de largo, 4 pulgadas de ancho, y $4\frac{1}{2}$ de grueso: y doce tablones de 13 pies de largo, 1 de ancho, y 2 pulgadas de grueso: éstos y las viguetas se conducen en el mismo carro que el ponton.

50. Las viguetas estarán taladradas á medio pie de sus extremos, y hecha una mortaja en la parte superior para acomodar una roseta de $1\frac{1}{4}$ pulgadas de quadratura, con una tuerca proporcionada para afirmar el tornillo en que termina el brazo de una bisagra, de $4\frac{2}{3}$ pulgadas de largo, y 5 líneas de diámetro: la cabeza de la bisagra se ocultará tambien en la vigueta por la parte opuesta, y el brazo movable se introducirá en el respectivo taladro hecho en la borda: este brazo tendrá 5 pulgadas de largo, y 6 líneas de quadratura; á su extremo habrá una abertura de 10 líneas de alto y $1\frac{1}{2}$ de ancho, por quien introduciendo una chabeta de 3 pulgadas de largo, 11 líneas de ancho por su cabeza, 8 por su cola, y una de grueso quedará asegurada la vigueta contra la borda del pon-



ton. Para mayor seguridad podrian hacerse las chabetas proporcionadas para introducir una por cada lado.

51. Las lanchas para el servicio de un puente tendrán 26 pies de eslora entre el cuerpo de ellas de 15 pies, la popa de $5\frac{1}{2}$, y la proa $5\frac{1}{2}$: su manga será de $4\frac{1}{2}$ pies por medio, de 4 pies 5 pulgadas al principio de la proa, de $4\frac{1}{4}$ pies al de la popa, y de un pie á los extremos de una y otra: sus alturas, desde el fondo hasta una regla puesta sobre los primeros tablonés ó tracas de los costados 10 pulgadas, hasta la borda $1\frac{2}{3}$ pies por los costados, $2\frac{1}{2}$ por la popa, y una pulgada menos por la proa.

52. Los fondos de popa y proa antes de unirse al del cuerpo de la lancha tienen distintas dimensiones que las que se han expuesto: el de popa tiene $5\frac{1}{2}$ pies de largo, y el de proa $6\frac{1}{2}$: el ancho del fondo por medio de la lancha es $2\frac{1}{2}$ pies: por los extremos del cuerpo de ella 2 pies, y por los de popa y proa 10 pulgadas: el grueso es de $1\frac{1}{2}$ pulgadas. El fondo del cuerpo de la lancha se fortalece con cinco varengas, que se terminan á una pulgada de los costados de él, y cuyas cabezas están cortadas con una pulgada de obliquidad: el ancho de ellas son 10 pulgadas, y su grueso $1\frac{1}{2}$. La primera se fixa en-

medio de la lancha , y las otras quatro , dos á cada lado distantes entre sí por sus lados exteriores $2\frac{1}{2}$ pies. La popa y la proa tienen dos varengas cada una , de igual ancho , y espesor que las del cuerpo de la lancha , dos se sitúan á 25 pulgadas de las dos ultimas expresadas , y las otras dos á 21 pulgadas de éstas: cada varenga se asegura con seis clavos , quatro en los ángulos á $1\frac{1}{2}$ pulgadas de los extremos , y dos en medio á 3 pulgadas de los lados.

53. Cada lancha se fortalece con diez y seis curvas , cuyo ancho por medio es de 4 pulgadas , y de $3\frac{3}{4}$ por los extremos: en esta parte tienen de grueso 2 pulgadas; por el ángulo del fondo , y la primera traca del costado 4 pulgadas; por medio de este primer tablon , y ángulo de él con la traca superior, $2\frac{1}{2}$ pulgadas. Estas curvas se fixan ocho á cada costado en los intermedios de las varengas: de modo , que la parte de cada una de ellas que asienta en el fondo diste dos pulgadas de la correspondiente al costado opuesto , y tenga el mismo corte en su extremo que las varengas: el otro extremo se termina en la borda: cada curva se fixa con ocho clavos , dos á una pulgada de los extremos con las cabezas hácia dentro , y los otros seis , con las cabezas hácia fuera , se clavan, uno en la traca superior del costado , dos en la infe-

rior, uno en el fondo, y los dos restantes sobre la borda.

54. Las dos curvas, una de cada costado, que caen en la union del cuerpo de la lancha con la proa, se tocan y coinciden en el fondo de la lancha afín que formen una carlinga donde se pueda abrir una mortaja ó caxera para afirmar el pie de un arbol, ó palo, ensamblando tambien en un tirante, que atraviesa en esta parte los costados de la lancha por su borda: los usos de este palo, son remontar la lancha, y atar los cables de las anclas; y tambien el situar cómodamente la lancha en su respectivo carro: así son necesarios dos palos para cada lancha; el que sirve para remontarla, tendrá 12 pies de alto, 3 pulgadas de ancho, y $2\frac{1}{2}$ de grueso por su pie; 3 pulgadas de diámetro en la parte que se ensambla con el tirante; su ancho por la parte superior 5 pulgadas, y su grueso 4: terminará en una horquilla cuyos brazos tengan medio pie de largo. El que sirva para transportar la lancha tendrá las mismas dimensiones, á excepcion de tener solos $3\frac{1}{2}$ pies de alto hasta el nacimiento de la horquilla.

55. El branque y codaste tienen un pie de largo cada uno: el grueso de aquel, por la parte exterior, es de 4 pulgadas, y de 3 por la interior; y el

de éste, 3 pulgadas por la exterior, y $2\frac{1}{2}$ por la interior.

56. Cada costado del cuerpo de la lancha se compone de dos tracas de tablon de $1\frac{1}{4}$ pulgadas de grueso: de la abertura de los dos ensamblados con el fondo resulta la manga de la lancha; pues los otros dos superiores tienen una posicion vertical; así sus dimensiones se coligen de la construccion de la lancha.

57. La borda de ésta se fortalece por la parte interior con una faxa ó traca, cuyo ancho por donde se hagan las caxeras para los toletes, será de 3 pulgadas; y su grueso de $2\frac{1}{2}$: este será el ancho de lo restante de la faxa, y su grueso $1\frac{1}{4}$ pulgadas.

58. Enfin, la lancha yá armada, se fortalece exteriormente con dos zapatas de 14 pies de largo, 6 pulgadas de ancho, y 8 lineas de grueso; clavadas en el fondo del cuerpo de la lancha: de modo, que cubran la union de los tablones inferiores de los costados.

59. Como los carros para transportar con facilidad las barcas, pontones, y lanchas sean unas máquinas que contribuyen esencialmente al mas pronto y oportuno establecimiento de los puentes militares; y que de consiguiente se necesita que tengan

sus dimensiones proporcionadas , y correspondientes á las de los buques que han de cargar , es indispensable acompañar la descripción de las barcas y pontones de la de sus respectivos carros , para no dexar incompleto el conocimiento , que creemos deban tener los Individuos del Cuerpo de este importante ramo. Mas como la exposición de estos carruages , que son unas máquinas bastantemente compuestas , no podría dexar de ser muy confusa , si se intentase sin el auxilio de las figuras correspondientes ; la reservamos para el Tomo de Laminas , como se ha hecho en el Artículo anterior con los demás carruages pertenecientes á la Artillería.

60. Dêxamos de exponer la especie de madera de que se deban construir los carros , respecto á haberse expresado en el Artículo anterior las que son mas convenientes para los carruages. Las barcas , que deben ser lo mas ligeras que sea posible , sin perjuicio de su competente solidéz , así para que sea mas facil su transporte , como para que el puente pueda sobrellevar mas peso , convendrá sean de pino bien acondicionado ; y en su defecto de haya , ó álamo blanco : algunas piezas principales pueden ser de álamo negro , fresno , ó encina.

Número II.

De los aparejos y útiles necesarios para la construccion de un Puente.

61. **L**OS aparejos precisos para un puente militar dependen de la especie y magnitud de éste; pues es evidente que no han de ser los mismos para un puente de barcas, que para uno de pontones, caballetes, pilotages, lienzo y cuerdas, &c. Tampoco deben ser igualmente numerosos, porque se han de proporcionar á la anchura de los rios que se hayan de atravesar.

62. De aquí se infiere, que para que un Oficial encargado de la construccion de los puentes precisos para los movimientos de un Ejército pueda desempeñar esta comision con acierto, y oportunidad, es necesario que el General le revele y confie el plan de operaciones que se haya propuesto seguir; y que en vista de él, se informe el Oficial, por medio de planos exâctisimos, ó mejor y mas acertado, por viages secretos, de los rios, pantános, acequias, &c. que haya en el país que ha de recorrer el Ejército, para que así pueda determinar y providenciar con tiempo los puentes mas oportunos y proporcionados.

63. En caso que el General no le confie el plan de operaciones , deberá el Oficial formarse una idéa de todas las que podrá hacer el Ejército en el país donde se haga la guerra ; exâminar la especie y magnitud del puente , ó puentes precisos para cada una de ellas ; y dár al General un plan de los puentes precisos para todos los movimientos posibles del Ejército en aquel país : con lo qual el Gefe podrá providenciar con tiempo la construccion de los puentes que necesite , y su calidad ó especie : y en caso de no hacerlo , nunca podrá recargar al Oficial comisionado.

64. Aunque , como dexamos expuesto , son muy diversas las especies de puentes que suelen ser conducentes para el tránsito de un Ejército , ó grueso destacamento ; como los mas comunes , proporcionados á todas circunstancias , y mas seguros son los de barcas , y de pontones , para no extendernos demasiado , y hacer muy difuso este Número , trataremos aquí solo de los aparejos precisos para estos dos puentes.

65. De estos aparejos hay algunos de quienes por su sencilléz y ser comunes , aún apenas se necesita el conocimiento de su número : otros son mas extraños y compuestos , y por lo tanto deben tener lugar en este Artículo : así trataremos de ellos con

distincion de los que sirven para el puente de barcas, ó para el de pontones.

66. Afín de dár mayor firmeza y solidéz á un puente contra las corrientes se aseguran cada dos barcas ó pontones con un ancla , las quales tienen la figura y dimensiones que manifiestan las figuras de ellas , que se hallarán en el Tomo de Laminas. La argolla ó *arganeo* que está debaxo de la cruz del áncla , sirve para atar la cuerda con que se zafa ; de quien el otro extremo se ata á un barrilillo ó corcho , para que se pueda coger quando se quiera sin que esté enredado con el cable correspondiente al ancla. Tambien se darán la figura y dimensiones de los grifos , ó escarpías , cuyo uso es buscar las cuerdas de las anclas en caso de haberse roto , ó caído al agua.

67. Para remontar las barcas se han de llevar de prevencion unos arboles de 20 pies de largo , y $4\frac{1}{4}$ pulgadas de quadratura por medio : á $2\frac{1}{2}$ pies de su extremo superior se fixan con clavos dos cuñas de madera , que hacen dos topes para apoyar el arbol contra la borda de una barca. Para sostener la cuerda con que se ha de maniobrar , se abre un taladro á 6 pulgadas de su extremo superior ; pero mejor será armar el arbol por esta parte con una cofa ó

corbata de hierro , que tenga dos brazos encorvados , como manifiesta la figura , de quienes el uno sirve para sostener la cuerda.

68. Para maniobrar con facilidad en el agua con las barcas , ó pontones se llevarán unos timones , ó palancas cuyas astas tienen 20 pies de largo , y sus palas 8 , de quienes tres se ensamblan en las astas , como se verá en las figuras correspondientes. Estos timones no tienen semejanza con los ordinarios ; pero sí el mismo uso , que es dirigir las barcas : para su manejo se abre un taladro en direccion del plano de la pala , que sirve para introducir una manivela.

69. Para el manejo de las barcas , lanchas y pontones se necesitan remos de dos diferentes magnitudes : las perchas ó astas de los mayores tienen 12 pies de largo , de quienes dos se ensamblan en las palas que son de 5 pies de largo : las demás dimensiones las manifiesta la figura. Las perchas de los remos pequeños tienen 6 pies de largo , el uno ensamblado con la pala , cuyo largo es de $2\frac{1}{2}$ pies.

70. Para la construccion de un puente se necesitan varios bicheros de puntas rectas , y curvas en forma de escarpías , como manifestarán sus diseños : sus astas tienen 12 pies de largo ; $1\frac{2}{3}$ pulgadas de grue-

so por la cabeza , 2 pulgadas á tres pies de ella , y $1\frac{1}{2}$ por el extremo , en donde se fixa una pieza de madera que sirve para apoyar el bichero cómodamente contra el estomago.

71. Afín de poder extraer el agua de alguna barca ó ponton , en que entre con abundancia, es necesario llevar algunas bombas de *guimbalete*, cuya construccion y dimensiones se manifiestan por su diseño. El cuerpo de la bomba tiene 4 pies de largo , $5\frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro por la parte exterior , menos por los extremos baxo de las birloas, en donde solo tiene 5 pulgadas : el diámetro interior es 3 pulgadas menos por el extremo inferior, donde se ensancha media pulgada mas : este ensanche , ó embudo que forma la bomba por esta parte, sirve para la entrada del pie , ó cono truncado de la bomba : á 10 pulgadas del extremo superior de ésta se abre un orificio de 2 pulgadas de diámetro para dár salida al agua , y se ajusta en él una canal de 8 pulgadas de largo.

72. El macho del emboló de la bomba tiene 3 pulgadas de alto , su diámetro superior es de 2 pulgadas , y de $1\frac{1}{2}$ el inferior : al rededor de su circunferencia se hacen 4 canales para dár salida al agua.

73. El mango ó asta desde la muletilla del macho, tiene 3 pies 7 pulgadas, su extremo inferior tiene 4 líneas menos de diámetro (que en lo restante de él que es de $1 \frac{1}{2}$ pulgadas) para introducirlo en toda la altura del macho, en donde se fixa por una chabeta de madera. Antes de fixar el mango al macho, se ponen en el extremo disminuido de aquel pedazos de cuero, y de sombrero, que el macho contiene contra el corte en que se disminuye el diámetro. Quando se tenga suela bastante fuerte, pero flexible, bastará poner al principio un pedazo de ella del diámetro interior de la bomba, despues de haberla cocido, y encima dos rodela de sombrero; mas si la suela fuese delgada se pondrán dos rodela de suela, y una de sombrero en medio.

74. Baxo del cuerpo de la bomba se adapta un cono truncado cóncavo: la boca inferior de él se cubre con una rodela de suela, que se fixa por un lado con dos ó tres clavos, afín de formar una válvula. Sobre esta suela se coloca un tapon que se une á ella por medio de tres clavos, cuyas cabezas caen sobre el cuero: se rebaxa la parte de la circunferencia del tapon próxima á la válvula, afín que pueda abrirse sin mucha opresion. Enfín en la parte inferior del cono truncado se hacen quatro orificios para dar en-

trada al agua. La altura del cono es de 1 pie 3 pulgadas, su basa mayor é inferior de 4 pulgadas de diámetro, y de 3 la superior: el diámetro interior es de dos pulgadas, el mismo tiene el tapon, y una de grueso.

75. Para cubrir los nudos, junturas, ú otras aberturas por quienes pueda entrar agua en las barcas ó pontones, se tendrá prevención de varios parches de tres diferentes magnitudes, representados al natural en las Laminas: se hacen de hojas de hierro de media linea de grueso los mayores, y de un quarto de linea los menores.

76. Para arrojar el agua de las barcas, ó pontones, si no entra en cantidad que se necesite de las bombas, se usan achicadores de madera, de la proporcion y dimensiones que representan sus diseños: los unos son de dos manos, y tienen 4 pies de largo; y los otros de una mano tienen $1 \frac{1}{2}$ pies.

77. Como para la construccion de un puente se necesiten fixar sólidamente varios estacones, para lo que no suelen ser suficientes los mazos de mano, se llevarán uno, ó mas martinetes portátiles de la disposicion y figura que representan las Laminas: sus quatro brazos tienen 4 pies, 5 pulgadas de largo, y 1 pie 5 pulgadas la parte de ellos ensambla-

da en la maza : esta parte tiene tres caras exteriores, lo restante de ellos es circular. Para que los quatro hombres que lo manegen estén con mas libertad , se les dá á los brazos alguna inclinacion hácia fuera, que podrá ser de 4 pulgadas : á 6 de los extremos de la maza se ensamblan en cada brazo dos cilindros de madera de una pulgada de diámetro , y que sobresalgan 6 , los quales sirven para que los hombres la manejen con comodidad. Omitimos la descripción del herrage , y demás proporciones porque la figura lo representa competentemente.

78. La grande longitud que ordinariamente tienen las maromas , como se verá en el Artículo siguiente , las hace muy dificiles de manejar : por lo que parece preferible , por mas expedito para las maniobras , hacerlas de un tamaño proporcionado con una lazada á cada extremo para poderlas unir sencillamente , atravesando en la lazada de una que entre en la de otra un palo de proporcionado grueso : por este medio se evitará tener que emplear maromas muy grandes en puentes pequeños.

49. La longitud , que en atencion á lo que llevamos expresado , deben tener las maromas necesarias para la construcción de los puentes es 50 toesas, suponiendo que están yá formadas las lazadas : estas

deben tener $1\frac{1}{2}$ pies de largo por su parte interior; para cada una se necesitan 8 pies de cuerda, cuyo cabo se enlaza 5 veces en la maroma. Mas si este cabo no fuese cortado, sinó natural de la cuerda, no se necesita que sea tan largo; pues como en él están todos los hilos doblados, componen por sí una especie de lazada, que sirve para hacer solidamente la que se ha prefixado.

80. Estas maromas se componen por lo comun de 216 hilos, y tienen 2 pulgadas de diámetro: en el Artículo siguiente se podrá vér qual debe ser el mecanismo de su fábrica, para que resulten de la mejor calidad. Mas siempre se ha de tener presente, que como se expresará en dicho Artículo, las cuerdas de tres ramales solamente son muy indociles, y poco manejables, por cuya razon convendría que las maromas descritas fuesen de quatro ó mas ramales: aunque en éstas suelen los cordeleros hacer la supercheria de llenar su interior de estopa.

81. Las anclas se atan con cuerdas de 60 toesas de largo, y una pulgada de diámetro: regularmente se componen de tres ramales y de 60 hilos.

82. Las amarras sirven para enlazar las barcas de dos en dos por las popas quando están cubiertas, y tambien para mantenerlas á la distancia que se

quiere atandolas á sus argollas , y cruzandolas de una á otra de popa en proa : asímismo se emplean en contener y fixar las barcas sobre sus carros. La longitud de estas cuerdas debe ser de 5 toesas , y 2 pies para las lazadas , y su diámetro 11 líneas ; regularmente constan de 56 hilos.

83. Las cuerdas tirantes para los carros de barcas tendrán 13 toesas de largo , y 14 líneas de grueso : se suelen hacer de 4 ramales y 80 hilos. Estas cuerdas se emplean tambien para remontar las barcas. Mas las cuerdas destinadas peculiarmente á este fin se hacen del mejor cáñamo , y tienen 80 toesas de largo , y 8 líneas de grueso : se componen de 44 hilos. Tambien las hay de mano que se componen de solo 22 hilos , y suelen tener 6 líneas de grueso.

84. Para facilitar la remoción de los aparejos de un puente se llevan varios cinchos ó cargaderos, que se componen de una faxa ó cincha de 2 pies de largo, con dos lazos á sus extremos de 4 líneas de diámetro , por los cuales entran dos pedazos de cuerda de 5 pies cada uno , y de $2\frac{1}{2}$ líneas de diámetro.

85. Tal es el principal cordage que tiene uso en un puente de barcas ; pero si este fuese de pontones, serán las principales cuerdas de diferentes proporciones á las expuestas , como se vá á manifestar.

Las maromas deben ser menos largas; y su grueso será el mismo que el de los cables de las barcas, bastando uno de éstos para un puente de 31 pontones, y su mitad para uno de 13, ó 14.

86. Las cuerdas para las anclas de los pontones tendrán 40 toesas de largo, y 11 líneas de diámetro, y se compondrán de 3 ramales, y de 57 hilos. Las amarras sirven para enlazar los pontones de dos en dos: con el extremo que queda despues de atadas á las argollas, se enlaza el ponton á la maroma, y de este modo no se necesita de otras cuerdas: tienen 2 toesas de largo, y 6 líneas de grueso; regularmente se componen de quatro ramales de á 5 hilos cada uno: finalmente estas amarras se cruzan de un ponton á otro.

87. Supuesto el conocimiento de los principales utiles y pertrechos que se emplean en la construccion de un puente de barcas ó pontones parece sería oportuno individuar cuál debería ser el número de cada util para un determinado puente: mas como además de poder variar al infinito la magnitud del puente, es necesario llevar de respeto un repuesto de todos ellos, para remplazar los que se inutilicen, que serán mas ó menos segun su calidad, y mayor ó menor uso del puente: nos limitaremos

á solo una noticia de los nombres de los pertrechos y utiles precisos para la construccion de uno y otro puente.

88. Los pertrechos precisos para un puente de barcas son: las barcas sobre que se ha de construir el puente, viguetas para ensamblar las barcas de dos en dos, tablones para que atravesados sobre las viguetas formen el pavimento, lanchas para las maniobras de las anclas y otras, maromas, cables, amarras, cuerdas para remontar, cinchos, cordage menudo, anclas, grapas para sujetar las viguetas, clavos proporcionados para los tablones, corchetes ó grapas grandes y medianas, bicheros, estopa para calafetear, brea, marmitas para la brea, hachas de viento, linternas para reconocer las barcas, cera para las linternas, cabrestantes con sus aparejos, bombas y achicadores, remos, timones, y martinetes.

89. Además de estos pertrechos se necesitan varios, utiles como son cuñas, trepantes, barrenas de varios calibres, sierras grandes y pequeñas, serruchos, martillos, tixeras, mazos herrados, almainas, pies de cabra, gatos ó crikes, y otros varios instrumentos de carpintería.

90. Para un puente de pontones, se necesitan

á muy corta diferencia los mismos pertrechos y utiles que para uno de barcas, con la diferencia de haber de ser menos robustos como yá se dexa explicado.

Número III.

De la construccion efectiva de los Puentes militares.

91. **P**ARA determinar la especie de puente mas oportuna para el paso de un Ejército, es indispensable estar instruído de la situacion, número, y circunstancias del Ejército; de sus proyectos; de la posicion y fuerza del Enemigo; y sobre todo, de la situacion, anchura, fondo, y rapidéz del rio, ó rios que se hayan de pasar: las primeras nociones pertenecen directamente al General, el que en virtud de ellas debe prevenir si necesita dos ó mas puentes en un propio parage, para que pase mas prontamente el Ejército: si éste ha de llevar Artillería de batir: si se ha de quemar el puente inmediatamente, como sucede en las retiradas: si ha de pasar el Ejército á viva fuerza: si el rio está en disposicion de no poderse transportar barcas ni pontones á sus orillas: si solo habrá de pasar un grueso

destacamento : si habrá en el rio , por hacerse algun comercio por él , ú otro motivo , algun crecido número de barcas. Estas y semejantes noticias comunicadas al Oficial encargado de la construccion de los puentes , les serán muy utiles para determinar los pertrechos y utiles que debe acopiar, preparar, y transportar con el Ejército.

92. Las nociones relativas á las circunstancias del rio que haya de pasar el Ejército , son mas privativas del Oficial de Artillería encargado de los puentes , é indispensables para poder desempeñar su comision con acierto : á este fin expondremos aqui las principales diferencias , que debe haber en la construccion de un puente , relativas á las circunstancias del rio sobre que se eche. Es de notar , que reservamos para el Número siguiente todos los medios de pasar los rios , azequias , fosos , &c. Quando no es necesario para ello un puente formal.

93. Si el rio fuese muy ancho y profundo , será preciso valerse del puente de barcas ; pues nunca será prudente hacerlo de pontones , quando su ancho pase de 70 toesas. Mas si fuese muy ancho , pero poco profundo , será mas cómodo y pronto usar de puentes de caballetes ; cuya construccion es muy sencilla , y por lo tanto la omitimos. Es verdad , que

la diferencia que puede encontrarse en el fondo del río, por ser mas ó menos cenagoso, hará variar tambien la construccion del puente: en caso de ser el fondo poco firme, será siempre lo mas acertado asentar los pies de los caballetes en los ángulos de unos triángulos muy sólidos.

94. Si un semejante río tuviese su fondo muy desigual y fangoso, ó hubiese falta de maderas para un puente de caballetes, se le podrá echar de pontones: á este efecto se estrecharán las márgenes, y aumentará el fondo, por medio de unos diques que sirvan de calzadas para las cabezas del puente.

95. Si se hubiese de echar algun puente sobre un torrente, será preciso hacerlo de pilotage, porque ni las barcas, ni los pontones, por mas que se afirmen con maromas, amarras, ánclas, y cestones, podrán resistir la rapidéz de la corriente, ni el choque de los arboles que traen los torrentes.

96. En los demás rios de un ancho regular se deberá usar de puentes de pontones, sencillos, quando no ha de pasar por ellos Artillería de batir, y dobles, en el caso de haberla de tolerar. Los mismos puentes podrán y deberán servir para pasar por pantanos que hagan mucha agua. En los parages donde no tengan bastante para sufrirlos, se deberá usar de

caballetes situados sobre los predichos triángulos de madera.

97. La situacion de los puentes en los rios merece tambien atencion ; pues como éstos serpentean ordinariamente en las llanuras , formando una curva compuesta de partes cóncavas, però convexas; si la cabeza del puente se situase en alguna parte cóncava, se pondrian en aquel mismo seno todos los aparejos y pertrechos para tenerlos á mano; y el Enemigo podria situarse en la convexidad correspondiente, y estorvar con sus baterías la construccion del puente : es cierto que se le podrán oponer otras ; pero la posicion de las contrarias será ventajosa á la de las que defienden el puente , porque éstas tirarán del centro á la circunferencia , y aquellas al contrario , de la circunferencia al centro.

98. Es pues absolutamente mala la posicion de un puente en el seno de un rio ; así se deben escoger con preferencia los ángulos convexos , para empuñar al Enemigo , que se quiera oponer á su construccion , en el seno que forme la orilla opuesta. Asimismo, se procurarán todas las ventajas que pueda presentar la naturaleza del terreno ; y se tendrá cuidado de proporcionar al puente salidas cómodas y descubiertas. En caso de no haberlas , y estar de-

terminado yá el parage en donde se ha de echar, será indispensable formar con faginas, piedras, y tierra dos calzadas mas anchas que él, por quienes pueda el Ejército entrar y salir cómodamente.

99. Las mas de las ocasiones suele ser preciso hacer un reducto, ú otra obra de fortificacion de campaña, á la entrada ó salida del puente, segun á la parte que estuviese el Enemigo, afin que éste no pueda impedir el paso de todo el Ejército con sus bagages, por cuya razon se llevarán con el puente dos ó mas carros de instrumentos apropiato para estas obras.

100. Si las orillas del rio, sobre que se ha de echar un puente, fuesen muy extendidas, y de poco fondo por consiguiente, de modo, que no puedan resistir una barca, ó un ponton, será preciso estrechar las margenes por medio de diques, ó que los primeros tránsitos del puente se formen con caballétes.

101. Determinado pues el parage donde se ha de echar el puente, y conducidas á la orilla las barcas ó pontones que lo han de formar, se procederá á su construccion, con el mayor orden, y celeridad que sea posible: lo que se logrará si se dán providencias oportunas, y se executa por artesanos, y tra-

bajadores versados yá en semejantes construcciones; ó que al menos se hayan ensayado antes que llegue la ocasion ; pues sin esta precaucion es muy difícil evitar que no haya desorden, equivocaciones, y confusion.

102. Las lanchas , que se ha dicho en el Número anterior deben acompañar los pertrechos de un puente , ó las que se encuentren en el rio servirán desde luego para pasar á la otra orilla competente número de trabajadores , instrumentos , y utensilios para formar la esplanada , ó calzada en que deba terminar el puente , y que corresponda á la que ha de formar la cabeza, que se principiará desde luego.

103. Mientras se trabaja en las calzadas atravesará el rio una lancha , que irá á situarse en la margen opuesta , en la misma direccion que ha de tener el puente , y en donde haya agua suficiente para sostener un ponton , en la suposicion que el puente ha de ser de pontones : en dicha lancha se llevarán un cabo de una maroma , y otro de una cuerda delgada , señalada de doce en doce pies con nudos ó pedazos de lana de color. El cabo de maroma se pasará á los obreros que haya á la otra margen, para que con un lazo de barquero lo aten al tronco de un arbol , ó á un grueso piquete , fixado con el mazo ó

martinete descrito en el Número anterior , y afirmado con tornapuntas. Y con la cuerda delgada, señalada como se ha dicho , se conocerá el número de pontones que son necesarios para formar el puente; en la suposicion que deben distar unos de otros 12 pies.

104. Luego que esta lancha haya llegado á la otra orilla , y se haya asegurado el cabo de la maroma , se enlazará el otro cabo al aparejo redondo de un cabrestante , por cuyo medio se pondrá la maroma con toda la tension y firmeza posible , procurando que esté á un pie , ó pie y medio de la superficie del agua.

104. Al mismo tiempo con otra lancha situada frente por frente de la sobredicha, y en la misma disposicion ; esto es , en el parage de esta orilla donde el agua pueda sostener un ponton se tomará el otro extremo de la expresada cuerda delgada , y se verá si exáctamente es divisible por 12 pies la distancia que marque la cuerda : en caso de no serlo , y de sobrar algunos pies, se dividirá este residuo por medio, y señalando en la maroma, ó con un bichero hácia lo interior del rio por una y otra margen , la distancia de la mitad de este residuo á las lanchas , se tendrán notadas las situaciones del primero y ultimo ponton.

106. Entretanto se habrán echado al agua los pontones , y atado á los argollones de sus proas dos amarras ; menos en el primero y ultimo en quienes solo se atará una : con los cabos de estas amarras se asegurarán y fixarán á la maroma , guardando todos entre sí la distancia de 12 pies ; y las mismas amarras , una á un lado , y otra al opuesto se irán á atar á los argollones de popa de los pontones laterales; de consiguiente vendrán á formar dos diagonales en los intermedios de los pontones.

107. Si el rio tuviese mucha corriente , ó la maroma no fuese muy fuerte , ó la magnitud del puente fuese muy considerable , se pasará otra maroma por la parte de abaxo de los pontones , paralela á la primera , y á la qual se atarán tambien con los cabos de las amarras , que se atan en los argollones de popa.

108. Asimismo, si por ser la corriente demasiado rápida se presumiese que las maromas no puedan ser suficientes para resistir el empuje de las aguas, se afirmarán con ánclas , una por cada dos pontones. Mas como las ánclas no suelen ser a proposito para toda especie de fondos , será aun mejor valerse en lugar de ellas de cestones fuertes y grandes llenos de piedras.

109. Situados y afirmados los pontones, se principiará á construir el pavimento del puente atravesando desde la calzada al primer caballete ó ponton las viguetas correspondientes, que se afirmarán con las clavijas ó grapas de que hemos dado noticia, y sobre ellas se colocarán los tablones yá barrenados, para poder clavarlos, ó tornillarlos, segun se hubiese dispuesto. Las lanchas servirán para ayudar á hacer los tránsitos de ponton á ponton con mayor brevedad, y expedicion.

110. Siendo quasi indispensable poner barandillas ó pasamanos al puente, para que la tropa, bagages, y carruage puedan pasar con menos recelo y peligro; será preciso ponerselas mas ó menos altas, bien trabajadas, y vistosas segun el tiempo que haya, duracion del puente, y su objeto. Como las construcciones de estas barandillas pueden ser muy diversas, y todas igualmente útiles, nosotros prescindiremos de ellas; y solo se dirá que de qualquier modo que sean se han de armar sencilla y prontamente. Las barandillas mas simples y necesarias, serán las hechas de pilastras de madera de $2\frac{1}{2}$ á 3 pulgadas de quadratura, y dos pies de alto, que disten unas de otras seis pies, y se ensamblen por espigas en escopladuras herradas abiertas enmedio de los

tablones , á una pulgada de sus extremos ; y que sobre ellas se ensamblen y aseguren unos pasamanos de tres pulgadas de ancho , y una y media de alto.

111. Esta misma construccion que se acaba de exponer para un puente de pontones , es la que se debe observar en uno de barcas ; con sola la diferencia de que debiendo estar éstas mas equidistantes ; esto es , habiendo de haber 20 pies de una á otra , en lugar de 12 que hay entre cada ponton , (suponiendo que una y otra medida se haga de centro á centro , ó de costado derecho , á costado derecho) , la cuerda que sirve para vér el número de barcas que se han de echar al agua , ha de estar señalada de 20 en 20 pies ; y que todos los pertrechos y utensilios destinados para el puente de barcas han de tener las dimensiones y proporciones descritas en el Número anterior.

112. Si el rio fuese tan rápido que se pueda temer que el puente así construído , no podrá sostener el choque directo de las aguas , sin embargo de estar fortalecido con doble maroma , y áncoras , ó cestones , se construirá en forma de un ángulo saliente hácia la corriente. Para lo qual , en lugar de la maroma que se ha dicho debe atravesar el rio de orilla á orilla , se pondrán dos que se crucen en media

de la corriente, con un ángulo mas ó menós fuerte segun se quiera lo forme el puente, que se debe construir sobre las dos mitades de cada una que formen al ángulo saliente. En este caso serán precisos algunos pontones mas que en el antecedente, porque será mayor la longitud del puente. Construído éste se pondrán dos ó mas barcas ó lanchas provistas de bicheros á la parte de arriba de él, para apartar los troncos, vigas, y demás sólidos que pudiese traer naturalmente la corriente, ó echar el Enemigo para romper el puente.

113. Asimismo, por encima de él, y con lanchas, se reconocerá, particularmente de noche, con el auxilio de hachas y linternas, si los pontones ó barcas hacen agua, que se extraerá ó con los achicadores, ó con las bombas si hubiere precision por ser en cantidad: luego que se haya sacado, se calafeteará el parage por donde éntre, y si fuese necesario se pondrá uno de los parches descritos en el Número anterior.

114. En caso de crecer demasiado las aguas, de resultas de algunas lluvias fuertes, se desarmarán los dos tránsitos del puente que lo unen á las calzadas, y se irán aflojando las maromas segun se aumenten las aguas: tal vez será preciso alargar los cables de las

ánclas ó cestones. En este caso se vigilará con la mayor atencion en apartar los troncos , broza , demolimientos de presas y edificios que trayga el agua.

115. Quando un Ejército numeroso ha de pasar con prontitud , y sin detener sus marchas un rio , es necesario que yá estén construídos los puentes, que en este caso no debe ser uno solo , sinó tres , para que el Ejército pueda pasar en otras tantas columnas, una de Infantería , otra de Caballería , y la restante de la Artillería y bagages.

116. Yá se ha expuesto, que si el puente fuese de barcas será bastante sólido y seguro para que pueda pasar la Artillería de batir ; mas no lo será siendo de pontones : en este caso es preciso llenar el puente introduciendo un ponton entre cada dos del puente , y asegurandolos igualmente á las maromas ; con cuyo medio quedará capáz de resistir al peso de la Artillería gruesa.

117. El puente sencillo de pontones es suficiente para dár paso á la Caballería, bagages , y Artillería de campaña ; pero siempre es necesario que por medio de Centinelas , y Oficiales , se procure que la tropa pase con orden , guardando sus distancias , y á un paso vivo ; que la Caballería eche pie á tierra y pase desmontada con los caballos del diestro , para

de este modo no trote ni galopee ; y que mientras que los caballos están sobre un ponton los ginetes estén sobre otro; en fin un semejante orden deberá guardarse con la coluna compuesta de Artillería y bagages.

118. Yá se dixo, al principio de este Artículo, que son muy diversos los puentes de barcas y pontones que hasta ahora se han inventado : tambien varía mucho la construccion y dimensiones del pavimento , aunque siempre compuesto de tablones atravesados sobre viguetas , que lo están sobre las barcas ; mas todas las variaciones que haya sobre estos puntos serán indiferentes , con tal que no perjudiquen á la solidéz y sencilléz del puente : objetos esencialísimos , y que siempre se deben tener presentes.

119. Las proporciones , dimensiones , y uso que se han dado en este Artículo á los puentes de barcas y pontones se refieren á la descripcion que se ha hecho de estos buques ; que podrán resistir tanto mas peso y un puente mas ancho , segun su capacidad ó casco , y la gravedad de ellos ; pues es claro que quanto mayores sean sus dimensiones, tanto mayor volúmen de agua tendrán que equilibrar para irse á fondo , y que quanto mas pesados sean ellos , y sus aparejos , tanto menor peso podrán

sostener para equilibrar dicho volúmen de agua. De lo que se deduce , que para construir un puente , y poder arreglar el peso que puede sobrellevar es necesario : 1.º. hacer el cálculo del peso de un volúmen de agua igual al casco de un buque , y el del buque , viguetas , tablones , grapas , y demás aparejos que cargan sobre él; restar estas dos cantidades, y el residuo deberá ser siempre un cuarto, ó un quinto mayor que la carga ó peso que pueda sobrellevar el puente en una sola barca ó ponton. 2.º. Se deberá calcular tambien la resistencia y solidéz de los buques , viguetas y tablones , segun de la madera que fuesen, para vér si son capaces de sobrellevar el peso con que han de cargar, y resistir los vayvenes y movimientos extraordinarios : estos cálculos suponen el conocimiento de las resistencias de las maderas, y de sus gravedades , que no insertamos aqui por no ser difusos , y porque se hallarán en las Obras de los Señores Musschenbroek , Conde de Buffon, y Duhamel de Monceau , como se ha dicho en el Artículo anterior.

Número IV.

*De las máquinas y medios mas usuales
para el paso de rios , canales,
fosos , &c.*

120. **H**AY muchas ocasiones en la guerra en que conviene pasar un rio sin echar puente en él: sea por no haberlo , ni proporcion de construirlo; porque lo escarpado y ágrío del camino no permita su transporte; ó por la situacion y resistencia del Enemigo: en estas circunstancias es preciso buscar el medio mas pronto , y seguro de pasarle , adecuado á las proporciones y designios del Ejército.

121. En el supuesto de que haya de pasar un rio sin echar puente, al menos, un grueso destacamento, que atrincherado á la otra orilla sostenga al Enemigo, y dé tiempo para que se construya un puente por donde pasen lo restante del Ejército , sus trenes de Artillería y bagages , y que asimismo sirva de dexar asegurada la retirada , es necesario valerse de barcos, ó de balsas: los barcos mas cómodos, seguros, y útiles que éstas , (quando no se está á presencia del Enemigo), debe haberlos en el rio , ó en los que en-

tran en él. Y las balsas se construyen á la misma orilla del rio con facilidad y presteza.

122. En todos los rios caudalosos , y muy anchos suele haber pocos puentes : de consiguiente, para el tránsito de ellos , comercio del país , y pesca, son precisos muchos barcos , de quienes es necesario valerse para pasar el rio , usando de la mayor diligencia y actividad en recogerlos y asegurarlos antes que el Enemigo lo penetre ; porque en este caso , se debe pensar , que no perderá tiempo en recoger, quemar , ó destruir todos los que haya en las inmediaciones.

123. Determinado que esté el paso de un rio en los barcos que en él haya , y estando el Enemigo próximo , se darán las providencias necesarias para que en una noche se junten en el parage por donde se intente el paso todos los de las cercanías; y para que concurra al mismo tiempo , y con toda la celeridad posible , un grueso destacamento , que pasando en ellos aquella madrugada se atrinchere , y fortifique inmediatamente á la orilla opuesta , afín de asegurar el tránsito de todo el grueso del Ejército , que no debe tardar en llegar , y pasar con el mayor orden y presteza , haciendo mudar los remos á menudo , y valiendose , si es mucha la corriente,

de maromas atravesadas que aseguren y faciliten los viages de los barcos : para lo qual , si estos son grandes , se pueden armar en sus popas unos tornos, que por medio de maromas fixas en la otra orilla , y de algunas poléas , acelerarán mucho los viages , sin gran trabajo de los remeros.

124. Quando los barcos que se encuentren en el rio tengan una cierta igualdad y proporcion , se podrá construir sobre ellos un puente mucho mas sólido y capaz que ninguno de los portátiles ; con tal que se lleve ó halle en las inmediaciones , aunque sea demoliendo algunos edificios , madera apropiado para su pavimento. Esta especie de puente es la mas útil en todas ocasiones ; y particularmente en las retiradas , en qué suele convenir quemar el puente luego que se pase por él : lo que se debe ocultar cuidadosamente , no sea que percibiendolo los dueños de los barcos , (tal vez Enemigos, ó poco afectos) , los barrenen por la noche y se huyan : lo que expondría á un inminente peligro al Ejército.

125. Como no en todos los rios haya suficiente número de barcos para poder pasar un Ejército , pues aun quando los haya los recoge el Enemigo , siendo quasi imposible su pronta construc-

cion; y que además es muy peligroso su uso á presencia de los Enemigos, porque con su Artillería los echaría á pique: se hace indispensable el uso de las balsas en muchas ocasiones, y particularmente en esta última de estar á vista del Enemigo; y haberse de efectuar el paso del rio á viva fuerza.

126. La construccion de las balsas es muy sencilla y expedita; se pueden hacer muchas en poco tiempo; no presentan un grande objeto al fuego del cañon, porque están á flor de agua; los materiales de que se componen se hallan en qualquiera parte, pues bastan algunas pieles, barriles, toneles, ó caxones, y las vigas, y tablas sacadas del demolimiento de algunos edificios; además, son máquinas ligeras y portátiles porque se componen de varias piezas que se preparan y hacen en el campo del Ejército, y se transportan á la orilla del rio donde se atan y traban unas con otras en poco tiempo.

127. Una balsa, segun el Caballero Folord, se compone de muchos marcos ó plataformas de madera de 15 á 16 pies de largo, y 10 ó 12 de ancho, (dimensiones que deben variar, segun las de las maderas de que se tenga provision), compuestas de quartones ó viguetas quadradas de pino; debaxo de

estos marcos se ponen muchas órdenes de caxones embreados de 4 á 5 pies de largo , y 2 de ancho, contiguos unos á otros , y fuertemente ligados y trabados á los marcos , que se cubrirán con unas tablas delgadas y ligeras clavadas por encima.

128. Es evidente que se pueden transportar en qualquier carruage , y aún acémila estos marcos por ser muy ligeros : de ellos se forma la balsa , uniendo los entre sí con fuertes ligaduras , hechas en sus costados con cuerdas ó correas , y trabas de madera , que sean del grueso de los quartones. El frente de la balsa se cubre con un mantelete en forma de puente levadizo , que vá levantado por medio de dos cuerdas , quando la balsa pasa de una orilla á otra ; y que se dexa caer sobre la orilla opuesta , á la que se aferra por unos garfios , para que no se la lleve la corriente , y entonces sirve para facilitar el desembarco. Este mantelete se forma de tablas y bastidores , y se cubre con dos órdenes de colchones , que se dexan pender hasta baxo del agua , para que precavan los caxones de las balas de fusil.

129. A los dos costados de la balsa se pondrán unos montantes ó caballetes que sirven para poder jugar los remos sobre ellos ; y por detrás se guarnece con una linea de faginas de medio pie de diáme-

tro, cuyo uso es impedir que la tropa se deslice y cayga al agua.

130. Pudiendo ser visto del Enemigo un costado de la balsa, además del frente, convendrá cubrirlo en este caso, con un mantelete de tablas, y mejor de zarzos, hechos de ramas gruesas y correosas; y que tenga 5, ó 6 pies de alto, segun el Enemigo domine mas ó menos el paso del rio.

131. En lugar de caxones, se pueden usar barriles, toneles, botas; y aún mejor pieles de macho ó carnero bien cosidas y preparadas, llenas de ayre, y atadas fuertemente sus bocas, y ellas á los marcos.

132. Segun la relacion del citado Autor, seis de estas balsas son suficientes para que pasen de una vez 7500 hombres de infantería; para lo que deben situarse en ellas formados en filas y sin distancias: con cuyo medio se obtendrá tambien la ventaja de que la tropa se encontrará formada á su desembarco.

133. Las expresadas balsas servirán con mucha utilidad para pasar la caballería y bagages del Exército, y tambien el trén de Artillería de campaña, haciendolas un poco mas fuertes; pero de ningun modo creemos que puedan servir para pasar la Artillería de batir, á menos de no hacerlas mucho mas sólidas, y con varias órdenes de viguetas enlazadas

entre sí. En qualquier caso es indispensable calcular el peso que puede sostener la balsa sin irse á fondo; esto es lo que pesa un igual volúmen de agua, que el lugar que ocupa la balsa, rebaxado el peso de ésta: y despues vér qual es la resistencia de los quartones, y tablas, para que cargado un peso sobre uno, ó mas puntos de la balsa no se rompa por ellos.

134. En caso de no haber oportunidad de barcas, balsas, ó puentes sobre quienes pueda pasar con seguridad la Artillería de batir, y que además sea necesario conducirla, se podrá executar su paso por baxo del agua, del modo que dice San-Remy en el Tomo II^o de sus Memorias se executó en este siglo al paso del Necker, rio que desagua en el Rhin, y es el siguiente.

135. Se dexan las piezas sobre sus carros fuertes ó cureñas, á quienes se ligan y atan fuertemente sus correspondientes armones; de modo, que en ninguna manera puedan separarse: se hace pasar á la orilla opuesta del rio el número de mulas ó caballos que se crean necesarios para tirar las piezas: se ata una maroma á la lanza, y para precaver el accidente de que se rompa la clavija, que une el juego delantero, se atan de ella dos cuerdas menores á las cabezas de las gualderas: al otro extremo de la maroma

se ata un cordel , por cuyo medio se pasa á la otra orilla , de modo que atraviese el rio : se enlazan á este cabo de ella varios balancines para que pueda tirar el número de bueyes , mulas , ó caballos necesarios para pasar la pieza por baxo del agua.

136. A la trasera de cada carruage se atará una semejante maroma , para que pasando á la otra orilla la guarnezcan igualmente de balancines , y se pueda pasar otra pieza ; pero aún sería mas expedito que las maromas tuviesen á sus extremos unas fuertes lazadas , por quien unirse á un cabo de maroma guarnecido de los balancines correspondientes , y que serviría para pasar todas las piezas , enlazandolo sucesivamente á las maromas.

137. Es evidente que este arbitrio para pasar la Artillería no puede tener uso en los rios muy fangosos , ó cuyo fondo esté muy quebrado y desigual ; tampoco podrá ponerse en práctica en los que tengan sus orillas muy escarpadas.

138. En varias ocasiones , particularmente para pasar un grueso destacamento quando no se encuentra suficiente número de barcos , suele ser muy útil la construccion de un puente volante , que siempre es indispensable en caso de no haber barcas chatas , balsas , ó puentes por quienes pueda pasar el car-

ruage, caballería, y bagages. Esta especie de puente se reduce al hecho sobre dos barcos con viguetas y tablones, que formen un pavimento, ó tablado sobre las bordas de los barcos: éstos han de conservar sus palos que se unen por la parte superior con dos teleras, y un arco de madera; y se sostienen en su posicion vertical con dos escalas de cuerda, cuyos pies vienen á estar á los costados, y dos cadenas que se terminan tambien en los costados por la parte exterior. Enmedio del extremo del tablado que cae sobre las popas de los barcos se construirá un torno en quien se enroscará una marometa que pasando por un caballete, hecho en el mismo costado, y por entre las dos teleras de los palos, irá á dár á unas lanchas, ó barcos, por quienes se tira del puente. Si el rio no es demasiado ancho, será mejor que la marometa lo atraviese, para que así tirando de ella de la otra orilla; ó fixando en algun arbol el cabo y moviendo el torno con manivelas, se mueva el puente con mas facilidad. A una y otra orilla deberán hacerse sobre caballetes, ó barcos dos cabezas de puente, para que sean mas cómodos el embarco y desembarco.

139. Los medios propuestos hasta aquí para

el paso de los rios son conducentes para los caudalosos y anchos ; mas como por lo regular los rios , que se suelen encontrar mas comunmente sobre la marcha , son de poca anchura , y aún de menos aguas , y que no obstante sea necesario formar un paso sobre ellos , particularmente si el Enemigo está cerca , y se puede recelar alguna accion , (en la que nunca conviene que la tropa entre mojada) , nos es preciso dár noticia de algunos de los medios , que se han hallado mas acomodados , para pasar esta especie de rios , acequias , ó canales.

140. Uno de los puentes mas cómodos portátiles , y expeditos para el paso de los rios poco profundos , ó de pantános que tengan mucha agua , es el de toneles ó barriles. Este puente se compone de varios marcos ó *plataformas* montadas sobre carros ; ó por mejor decir , que cada una de ellas es un carro ; pues tienen un exe , y dos ruedas ligeras de 4 pies de diámetro. Cada marco está hecho de 6 viguetas de pino de 13 pies de largo , y 4 pulgadas de quadratura , reunidas por otras tantas tablas de álamo blanco , ó pino , de media pulgada de grueso , dos á cada extremo , y dos enmedio : á las viguetas se afirman varias alflagías ó listones de madera , á quíenes se atan fuertemente con cuerdas

9 toneles ó barriles , cuyas bocas se ponen hácia arriba y tapadas , quando entran en el agua ; y hácia baxo y descubiertas quando fuera. Las dimensiones de estos barriles son $2 \frac{1}{2}$ pies de alto , y dos de diámetro por el vientre : las almagas entre quienes se atan los barriles distan 15 pulgadas , y solo 9 las demás. Cada marco se cubre con tres tableros , compuesto cada uno de cinco tablas que se unen con otras tres que las atraviesan. Enfin , estos marcos montados sobre un exe con sus ruedas , como se ha dicho , tienen por su frente unos ganchos que se traban en correspondientes argollas fixas en sus colas, enlazandose así unos con otros.

141. Estas balsas deben transportarse desarmadas y en carros: quando llegue el caso de servirse de ellas , se arman á la orilla y se atan dos cuerdas á la primera , para dirigir el puente que formen al parage que se quiera de la otra orilla.

142. Otro de los puentes mas cómodos y expeditos para el paso de riachuelos , acequias , &c. es el de lona ó lienzo fuerte, que usó en Flandes Don Luis de Velasco , General de nuestra Artillería : este puente se forma tendiendo un lienzo embastado con cuerdas sobre unas barcas ligerisimas , anchas , cortas , chatas , y tales, que se transportan cinco en un

carro, unidas por listones de madera que sostengan el lienzo. La experiencia ha manifestado, no solo que este puente es bastante fuerte para el paso de la Infantería, sinó que además es de una construcción prontísima.

143. Mas los puentes mas generales, expeditos, y fuertes para pasar rios angostos, acequias, canales, fosos, &c. son los contruidos de troncos de arboles robustos, (á quienes se les haya quitado todo su ramage para transportarlos con mas comodidad de los bosques ó alamedas mas inmediatas): los quales se atraviesan de modo, que sus extremos se apoyen á una y otra margen: al través de ellos se sientan las ramas mas gruesas; y sobre ellas se hace el piso con faginas y tierra. Por un semejante puente pueden pasar todos los carruages; y aún la Artillería de batir. Si se recelase que falten faginas, y arboles robustos, se hará prevención de vigas fuertes de treinta pies de largo, con suficiente cantidad de maderos para hacer el pavimento.

144. Asimismo, si el rio fuese muy estrecho; de modo, que solo tenga 4 ó 6 toesas, se podrán hacer para el paso de la tropa varios puentes de cuerdas ó cadenas aseguradas á troncos de arboles, ó

robustísimos piquetes , y tiradas por cabrestantes. También puede hacerse un puente sobre los bancos ó caballetes de los talleres de carpinteros , carreteros , &c. sobre varios carros ó galeras. Mas nosotros no entramos en el por menor de todas estas especies de puentes , así por ser sencilla su construcción , como por miedo de extender demasiado los límites de este Artículo.

145. Quando los rios que se han de pasar son muy profundos , y poco anchos , pueden executarse los desembarcos por medio de barca-puentes sencillos : éstos se reducen á un barco tan grande y capaz quanto pueda sufrir el rio : entre los dos palos de popa y proa se forma un cuadrilongo de quartones y tablas , igual á la distancia que hay entre los palos , y que descansa , ó se sostiene contra una telera que los enlaza y afirma : su costado inferior forma un exe que entra en dos quicios situados en el borde de uno de los costados del barco ; y al otro extremo superior del cuadrilongo se atan dos cuerdas , que pasando por poléas fixas en la parte superior de los palos , facilitan su movimiento al rededor del exe : quando se navega de una orilla á otra se lleva levantado el cuadrilongo , con lo que cubre la tropa embarcada ; y en llegando á

la orilla se dexa caer y aferrar en ella , y así sirve de paso á la tropa para salir ó entrar en el barco.

146. Los barca-puentes dobles se diferencian de los sencillos en tener un semejante cuadrilongo á cada costado : su uso es limitado á las acequias ó rios profundos , y tan estrechos que caidos los cuadrilongos se aferran en las dos orillas : en cuyo caso haría el barca-puente el oficio de un excelente puente.

147. Las *Sambucas* son una especie de barca-puentes sencillos ó dobles , destinados á pasar los fosos de una Plaza , y de consiguiente que tienen arregladas sus dimensiones á las de los fosos para quienes se quieran usar. La *Sambuca sencilla* en lugar del cuadrilongo plano de tablas , tiene uno que forma gradas , por quienes se pueda subir para escalar la muralla de una Plaza.

148. Este mismo uso puede tener un qualquier barco que haya en el rio de cuyas aguas se llenan los fosos , con tal que sea bastante grande para hacerle en la popa un castillo , que vuela y sobresalga en forma de nariz : por los costados se cubre con parapetos fixos , y por la proa con un mantelete que se dexa caer en la contraescarpa , y sirve para facilitar el embarco de la tropa. Esta máquina

la inventaron y pusieron en uso los Españoles en el sitio de Harlem ; mas al presente ni éstos barcos, ni las Sambucas pueden ser útiles sinó en sorpresas , ó asaltos imprevistos , y tal vez quando esté absolutamente desmontada la Artillería de la Plaza : en cuyo caso tambien se usarían con mucho riesgo , por la cantidad de bombas , granadas , y otros fuegos artificiales con que procuraría el Enemigo incendiarlos ó echarlos á fondo.

149. El paso de los fosos en el ataque de una Plaza no se puede quasi intentar en el dia con puentes , barcas , ni otra máquina de esta especie ; sinó cortando las aguas , ó llenando el foso ; medios prolixos , y que no pertenecen directamente á los Oficiales de Artillería , ni son propios de este lugar.

150. No obstante de haberse individuado en este Artículo , la construccion de las barcas , y pontones sobre quienes se pueden formar y construir los puentes militares , que suelen acompañar los Exércitos ; y que en el Tomo de Laminas se darán todas las conducentes para la mas completa inteligencia de este punto , debemos prevenir que siempre será muy oportuno , y aún necesario valerse de artesanos ó constructores experimentados y prácticos.

150. En fin , aunque se han inventado otras mu-

ehas máquinas , además de las expuestas , para el paso de los rios , omitimos su descripcion , por creer que las propuestas son suficientes para todas las circunstancias y ocasiones que pueden ocurrir en la guerra , si al Oficial encargado de un asunto de tanta importancia , se le instruye y hace capaz de todos los puntos y proyectos conducentes á su comision , y sabe discernir y apreciar las diversas combinaciones que hay que hacer , para tomar las providencias mas oportunas , afín de desempeñar el delicado y difícil objeto que se le ha confiado.



ARTICULO VI.

Del cordage , y cuerdatecha.

I. **E**L conocimiento y distribucion de las cuerdas necesarias para el manejo y dotacion de un Navío , es uno de los puntos mas complicados de la Marina : dificultad que no existe respecto á la Artillería , porque en ésta son limitados el número de destinos que tienen , y el de sus especies. No obstante , como sean considerables los inconvenientes que pueden resultar de la falta de inteligencia en ellas , como son : un exorbitante consumo ; detenciones de los trenes ; acrecentamiento de pertrechos ; y otros perjuicios ocasionados de la mala calidad y conservacion del cordage , se hace esta materia digna de atencion , y de ser tratada con especificacion de todos los principios que puedan dar un suficiente conocimiento de ella.

2. Si en la mala calidad del cordage interviniese solo la ignorancia , y mal método de fabricarlo de sus Artifices , bastaría para su reconocimiento, exponer el modo de probar y experimentar algunos cabos ; con cuyo exámen quedarían reconocidas todas las cuerdas de la misma ó igual fábrica ; mas

como suele haber de ordinario malicia y dolo en semejantes artesanos , se hace preciso dár noticia del modo de fabricar las cuerdas , para poderlas examinar fundamentalmente ; sin haberlas de sujetar á experiencias en quienes siempre se deterioran.

3. Aunque se pueden hacer , y efectivamente hay cuerdas de diferentes materias , como lino , algodón , esparto , corteza de tilo , pita , lana , cerda , seda , &c. no se tratará en este Artículo sinó de las de cáñamo , que son las únicamente usadas en la Artillería : pues las demás ó tienen corta duracion , y poca resistencia , como las de esparto , y corteza de arboles ; ó son muy costosas por lo escaso , y precioso de las materias como las de cerda , y seda.

4. Supuesto que solo se hayan de dár conocimientos de las cuerdas de cáñamo , reduciremos éstos : 1º á saber conocer y apreciar la mejor calidad del cáñamo , su preparacion , y fábrica : 2º á exponer las circunstancias que aumentan ó cercenan la resistencia de las cuerdas : 3º enfín , á dár noticia de su reconocimiento , conservacion , y uso en la Artillería : tres puntos que compondrán los tres primeros Números de este Artículo.

5. Aunque la fábrica de la cuerdamecha sea diferente de la que tienen las demás cuerdas ; y su

uso absolutamente diverso , y en nada análogo con el de ellas , nos parece oportuno tratar de su fábrica , conservacion , y reconocimiento en este mismo Artículo ; así por convenir con las demás cuerdas en su formacion , como por no aumentar el número de Artículos con uno muy corto , y desproporcionado á la extension de los demás : en esta inteligencia se darán todas las nociones de ella en el Número IVº y último de este Artículo.

Número I.

Del cáñamo , y modo de fabricar las cuerdas.

6. **E**L cáñamo es una planta harto conocida , cuya corteza verde y áspera se compone de una infinidad de filamentos que se extienden por todo su largo : prevalece muy bien en los países templados , y aún mejor en los frios que en los cálidos. El que se ha criado en tierras secas es demasiado duro y elástico.

7. Su cosecha es por Agosto , y se hace arrancando las matas y poniendolas , despues de haberlas despojado de su semilla , en fosas llenas de agua , que será mejor corriente , en donde se cargan con

maderas ó piedras para que se sumerjan , en cuya disposicion se dexan hasta que la corteza se sepáre facilmente de las partes interiores : esta preparacion sirve tambien para afinar y suavizar los filamentos. Sacadas las haces de la fosa se deshacen , y ponen al sol hasta que están secas : entonces se extraen los expresados filamentos de dos modos diferentes ; ó haciendo pasar los de cada planta entre los dedos, para que dexen la corteza y médula de la planta ; ó bien secando mucho mas las plantas al sol en los climas meridionales, ó en hornos en los que el sol no tenga suficiente actividad , y machacandolos y sacudiendolos despues , ó haciendolos pasar por entre dos maderos repetidas veces : el cáñamo que se saca con este segundo método es muy suave y fino ; pero tiene mas desperdicios.

8. El color del cáñamo influye poco en su calidad , y aunque comunmente se reputa por malo el obscuro , suele ser bastante bueno ; pero son muy malos los demasiado oscuros , y los manchados, pues una y otra cosa son pruebas ciertas de haberse podrido : tambien lo es su olor , que siendo pútrido ó humedecido es señal infalible de que el cáñamo es de mala calidad. Este es de dos distintas especies : una tiene sus hebras ó filamentos qua-

si redondos ; y la otra planos como una cinta : ésta se afina mejor. La mayor ó menor longitud de los filamentos contribuye tambien á la bondad de las cuerdas ; pues siendo cortos es preciso torcerlas demasiado , lo que es un defecto , como despues diremos ; y si muy largos se doblan dos ó tres veces formando desigualdades : es pues preferible el cáñamo de una vara y quarta , ó tercia de largo. La señal mas cierta de la bondad del cáñamo es su resistencia al romperse ; y si á esta qualidad se le junta la de ser fino , suave , y que revuelto y enroscado entre las manos no toma con precipitacion su antigua figura , será excelente : es verdad que el muy elástico es mas fuerte ; pero sus cuerdas no tienen tanta resistencia ni duracion.

9. Supuesto que el cáñame sea de buena calidad se ha de conservar , mientras no se trabaje , en parage donde se ventile , y no esté expuesto á la accion del sol que lo quema , ni á la humedad. Quando se quiera emplear , es preciso prepararlo y limpiarlo antes , lo que exige diversas maniobras. En la primera se separa de la corteza , y médula que aún tiene , y de las hiervas , hojas , polvo , y filamentos mas bastos , que se hayan doblado varias veces : todo lo que se consigue batiendo los cerrones , ó atados

de cáñamo sobre un caballete de madera , con un cuchillo , tambien de madera , de media quarta de ancho , y tres de largo : el cáñamo que ha pasado por esta maniobra , llamada *espadar* , no queda aún enteramente limpio ; á este efecto y para desenredarlo se rastrilla : operacion que excusamos exponer por ser bien conocida , y comun respecto al lino ; así solo se advertirá , que en lugar de un solo rastrillo se usan tres , unos más espesos ó finos que otros , por los quales se pasa sucesivamente el cáñamo. En fin , el cáñamo así limpio se suaviza y perfecciona con uno de tres instrumentos : el primero se reduce á una argolla de hierro que tiene una especie de corte por la parte interior ó cóncava ; por el qual se hace pasar el cáñamo oprimiendolo contra el corte : otro es una tabla fixa en una mesa , que tiene en medio un agujero de tres ó quatro pulgadas , formado por cortes que hagan la figura de puntas de diamante , contra quienes se hace rozar igualmente el cáñamo : finalmente , el tercero es una especie de carda circular , hecha de la piel de un *erizo* , y así llamada , la qual suaviza y limpia el cáñamo perfectamente ; y por lo tanto es el instrumento más usado.

10. Limpio y suavizado el cáñamo se hila al tor-

no , operacion muy conocida , por lo que excusamos circunstanciarla , y solo expondremos algunas reflexiones útiles acerca de ella.

11. Para que el hilo de cáñamo sea bueno ha de ser igual , terso , muy unido , y no ha de hacer mechas ; lo que se conoce destorciendolo , y observando si los filamentos hacen resistencia al separarse , y si forman bolsas ; pues uno y otro es prueba de este defecto , y por consiguiente de la mala fábrica del hilo.

12. Nada se puede decir de fixo sobre el grueso ó diámetro del hilo , que debe variar segun el destino que se proponga darle : el del cordel de azote , hilo acarreto , bramante , y otras cuerdas sencillas y delgadas , debe ser muy fino : y tan grueso como las cuerdas nombradas , el que haya de entrar en la fábrica de maromas , betas , &c. Mas en medio de esta diversidad se ha de tener presente , que los hilos muy gruesos son perjudiciales á la resistencia de las cuerdas ; porque es inevitable que los filamentos que ocupan el centro de ellos , se prolonguen por toda la longitud de sus axes , mientras que los exteriores se enroscan sobre ellos formando espirales , de lo que resulta : que quando se use una cuerda compuesta de semejantes hilos , los

filamentos del centro estarán extendidos directamente, y los otros tanto mas obliquamente quanto mas disten del centro; así todos tendrán diferente tension, y se romperán con mas facilidad: todo lo que confirman las experiencias hechas á este fin; por las que tambien consta que los hilos de 3 á 4 lineas. de circunferencia son los mejores para las cuerdas.

13. Hilar el cáñamo se reduce á juntar de tal modo unos filamentos con otros torciendolos, que el rozamiento que tengan que sufrir para separarse, sea mayor ó igual á la fuerza que necesitan para romperse; y así parece á primera vista, que quanto mas torcido esté un hilo, tanto mas fuerte será: consecuencia absurda y contraria á la experiencia, que constantemente demuestra que el hilo menos torcido es el mejor. Reflexionando un poco sobre el torcido del hilo, se encontrará esto mismo; porque en él se distinguen dos especies de fuerzas, la una que comprime unos filamentos contra otros, (la qual es igual á un peso, que estando sobre la cuerda la comprimiese en el mismo grado); y la otra que los obliga á que dexando su natural direccion, se enrosquen y formen una espiral; lo que no se consigue sin violencia, como se colige de la fuerza con que se destuerce una cuerda que

se dexa en libertad quando se fabrica; y esta fuerza hace el mismo efecto que un peso igual á ella, que estuviese pendiente, y por lo tanto deteriora y debilita el hilo. De lo que se infiere, que éste será mejor quando únicamente tenga el torcido necesario para que sus filamentos no se sepáren, el qual se conocerá observando si un hilo muy tirante se rompe ó deshace.

14. Todo cáñamo es elástico; y en fuerza de esta propiedad si se dexa suelto, quando se tuerce, vuelve por movimientos contrarios á tomar su natural posicion; y con tanta mayor violencia quanto mas torcido está: es, pues, preciso para que se mantenga enroscado en las cuerdas, como es menester, quitarle en parte su elasticidad, y oponerle otra fuerza que lo obligue á permanecer en la posicion violenta que se le ha dado; y á esto se reduce el arte de fabricar cuerdas.

15. Lo primero se consigue suavizando el cáñamo quanto es posible, antes de emplearlo, con los medios yá propuestos; y humedeciendo y estregando fuertemente las cuerdas, despues de hechas, con mallas, esparto, y gerga: esta operacion, además de hacerle tomar al cáñamo la nueva posicion que se le ha dado, limpia, pule, é iguala la superficie de las cuerdas.

16. Lo segundo se logra torciendo las cuerdas en direccion contraria que sus ramales ó hilos , con cuyo arbitrio la fuerza que estos hacen para destorcerse se opone y llega á equilibrarse con la que hace la cuerda al mismo fin. Esto se vé en la fábrica del bramante , que se reduce á torcer dos hilos en la propia direccion con que ellos se han torcido : unirlos por los extremos opuestos á la muletilla de la rueda : fixar la union en un corchete , que pueda moverse sobre su exe ; tener separados los hilos mientras que no estén bien torcidos , y entonces dexarlos unir poco á poco , y uniformemente apartando el instrumento , que los separa junto al corchete , con movimiento igual hasta llegar á la rueda : entonces dexados los hilos en libertad , procurarán destorcerse en fuerza de su elasticidad , y como no pueden executar lo al rededor de sus exes respectivos , lo executan al rededor de uno comun á los dos , enroscandose mutuamente hasta que la nueva fuerza que hace el cáñamo para perder este nuevo torcido , comun á los dos hilos , equilibra la fuerza particular de ellos.

17. En la fábrica de esta cuerda , la mas simple de todas , se ha de observar igualmente que en las demás : 1.º que para que el torcido sea igual y uni-

forme , es preciso que los hilos de que se forman se unan sucesivamente , y á proporcion que se tuerzan, lo que se consigue haciendolos pasar por canales abiertas en un cono truncado de madera , llamado *cuadrado ó zoquete*. 2.º que es necesario poner algun contrapeso al fin de la cuerda , para que pueda acortarse á medida que se forma , sin quedar en libertad : el qual contrapeso debe ser proporcionado á la resistencia de la cuerda.

18. Las cuerdas propriamente así llamadas , no se hacen inmediatamente de hilos , sinó de ramales ó cordones formados de muchos hilos : éstos ramales en número de tres ó quatro , por lo comun, se componen de 3 , 4 , 6 , 10 , 20 , &c. hilos, segun el grueso de éstos , y el que deba tener la cuerda , torcidos separada é igualmente : despues se reúnen por un extremo , se acomodan en las canales del cuadrado , y se tuercen por el extremo en que se han reunido. Para que el cuadrado se mueva uniformemente y á proporcion del torcido, se acomoda en una especie de carro , cargado de mas ó menos peso , segun el grueso de la cuerda, que mediante esta maniobra quedará formada , y se pule y remata del modo yá dicho.

19. Dadas estas noticias superficiales de la fá-

brica de las cuerdas , veremos ahora las propiedades de éstas , segun las diferencias que se pueden practicar en el modo de fabricarlas : conocimientos mas propios de nuestro objeto , y mas útiles para el desempeño de los encargos que podamos tener concernientes al cordage.

Número II.

De las circunstancias y propiedades de las cuerdas respecto á su resistencia.

20. **S**I el mecanismo de la fábrica de las cuerdas no exigiese varias nociones circunstanciadas indiferentes á nuestro objeto , excusariamos este Número con solo haber dado mayor extension al precedente ; pues es claro , que manifestando los medios para hacer una buena cuerda , se prescribirian los defectos de ella , y en fin los métodos de reconocerla. Mas como para conseguir la brevedad que nos hemos propuesto , sea preciso tratar muy por encima las materias que no pertenezcan directamente á nuestro intento , hemos dado solo una idéa de la fábrica de las cuerdas en el

Número anterior, y en este veremos brevemente los incidentes que ocasionan en ellas sus diversas fábricas.

21. Yá hemos indicado que las cuerdas no deben estar muy torcidas: este es el defecto mas notable y perjudicial que puedan tener, y que tiene su origen en cierta hermosura é igualdad que dá á las cuerdas: ilusion que ha llegado á engañar á varios Autores, haciendoles creer que una cuerda resistiria mas que todos sus hilos sueltos é independientes, error que se manifiesta por las razones siguientes: 1^a. Estando enroscados en espiral los ramales, que forman una cuerda, ocuparán sus superficies exteriores mas lugar que las interiores, y de consiguiente tendrán las partes adyacentes á aquellas mas tension, y por lo tanto no podrán alargarse, quando las otras están aún en proporcion de poder ceder, y así se quebrarán antes que ellas. 2^a. Como yá se dixo en el Número anterior, el torcer una cuerda equivale á cargar sus filamentos é hilos de un peso igual á otro que se le pusiese encima, é hiciese el mismo efecto; por lo que si se tuerce mucho, y con exceso, esta sola fuerza la romperá. 3^a. Quando se estira fuertemente una cuerda se alarga, y los filamentos mas tirantes se rompen, mientras que los

otros sufren un fuerte rozamiento : todo lo qual es en detrimento de ella. 4^a. La direccion obliqua de los hilos y ramales contribuye tambien á debilitar una cuerda : supongamos que esté fabricada de solo dos hilos , ó ramales : éstos formarán espirales , y sus direcciones un ángulo constante de obliquidad, que se conocerá tirando tangentes á dos puntos de ellos : si se completa el paralelógramo , manifestará éste la division de la fuerza total de la cuerda , y que solo una parte de ésta , tanto menor , quanto mas torcida esté la cuerda , contribuye á su resistencia.

22. Se infiere de todo lo dicho , que es innegable que el torcido debilita la resistencia de las cuerdas , y tanto mas , quanto mas se aproximan las espirales á ser perpendiculares al exe de ellas ; por lo que una cuerda será mejor mientras mas obliquas á dicho exe sean las espirales. Esta consecuencia se halla comprobada por repetidas y exáctisimas experiencias hechas por el Señor Duhamel , que omitimos por no ser prolixos , y solo sí expondremos la siguiente , por ser terminante en este asunto.

23. Fabricadas dos cuerdas de quatro hilos cada una , de un mismo cáñamo , y grueso ; pero la primera muy torcida , y la otra muy poco , se rompió

aquella con el peso de 46 libras , mientras que ésta sostuvo hasta 76 : deshechas las cuerdas , se fabricaron con los hilos de la muy torcida , una cuerda que lo estaba muy poco , y al contrario una muy torcida con los de la que lo habia estado poco , y se halló : que ésta se rompió con el peso de 43 libras , mientras que la otra sostuvo por espacio de seis horas el de 46 , y no se rompió hasta suspenderle 59 libras.

24. Convencido el Señor Musschenbroek del grande detrimento que padecen las cuerdas torciendolas , imaginó varios métodos de fabricarlas sin esta maniobra ; pero la experiencia ha hecho vér, que las contras que resultan de ellos , son mayores que las provenientes del torcido ; así esta operacion es hasta ahora indispensable , y la falta de resistencia que se origina de ella , se disminuye considerablemente torciendo poco las cuerdas. Para no dexar vaga , y arbitraria la regla porque se han de torcer, se debe notar , que segun reiteradas experiencias del citado Duhamel , en lugar de que segun la práctica ordinaria se hacen mermar las cuerdas al torcerlas un tercio : de modo , que para fabricar una cuerda de 120 pies de largo , se les dá á sus hilos 180, solo se dexarán acortar un quarto , ó un quinto : en

cuya inteligencia deberán tener los hilos de la expresada cuerda 160, ó 150 pies de largo.

25. Se ha visto, que torcer las cuerdas menos que ordinariamente se práctica, es un medio de aumentar su resistencia: queda que exponer cuál deba ser la mas oportuna reparticion del torcido, respecto á poder estar éste en mucho grado en los ramales, y en muy corto en las cuerdas; ó al contrario.

26. Segun los principios expuestos las cuerdas no conservan su torcido sinó proporcionalmente al grado de elasticidad que tengan los ramales que las componen: de modo, que si se rodasen éstos simplemente unos sobre otros, se desharia la cuerda luego que estuviese en libertad uno de sus extremos; pero como los ramales tienen tanta mas fuerza elástica, quanto mas torcidos están, se deberán por consiguiente torcerlos respectivamente mas que á la cuerda, para que ésta conserve y mantenga el torcido necesario: y así, aunque en la fábrica se hagan mermar igualmente dos cuerdas; pero con la diferencia, de que la una tenga muy torcidos sus ramales, y la otra no; ésta no conservará en tanto grado su torcido, y por consiguiente será mejor que la otra. Esto mismo manifiesta la experiencia si-

guiente del yá citado Duhamel.

27. Fabricadas dos cuerdas de un mismo hilo, compuestas de tres ramales de 15 hilos cada uno; y de 30 varas de largo al tiempo de urdirse: se hizo mermar á una y á otra 9 varas; pero con la diferencia que la primera encogió 6 torciendo los ramales, y 3 torciendola á ella; y la segunda $4\frac{1}{2}$ varas en cada una de estas operaciones: y dividida una y otra en tres cabos se halló: que la fuerza media de la primera era de 3633 libras, y la de la segunda, (sin embargo de que sus cabos eran cerca de una onza mas ligeros), 4242 libras: 609 libras mayor.

28. Segun otras muchas experiencias del expresado Autor, continúa aumentandose la resistencia de las cuerdas, hasta ser el torcido de sus ramales solo una quarta parte del total de la cuerda. Yá se ha dado á entender que el torcido se mide por lo que encoge, ó merma la cuerda.

29. En la fábrica de una cuerda hay tres diferentes torcidos: el de sus hilos, el de los ramales, y enfín el de ella; y como todos podrían ser á una misma mano, ó á diferentes, es pues preciso examinar si contribuye á la fuerza de la cuerda las variaciones que se pueden hacer en esta parte.

30. A primera vista parece sería conveniente torcer los ramales en la misma direccion que los hilos : y mas , despues de lo que se expuso hablando del bramante , que se fabrica de este modo. Sin embargo hay una notable variedad entre la formacion del bramante , y la de una cuerda : si aquel se torciese en direccion opuesta á la de los hilos , se desharían éstos , y sería menester torcerlos de nuevo ; pero quando los ramales se tuercen en la misma direccion que lo están sus hilos , se ruedan éstos unos sobre otros , y se tuercen mucho mas cada uno de por sí. Del torcido general de los hilos resulta que los ramales toman una fuerza elástica para deshacerlo , que es necesaria para que se forme la cuerda ; mas del particular de cada hilo se sigue , que éstos adquieren mas fuerza elástica para destorcerse , que la que tenían ; pero como la direccion de esta fuerza de reaccion está en el exe de cada hilo , y no en el de los ramales , su efecto será absolutamente inútil para la formacion de la cuerda , y sin embargo fatigará y debilitará cada hilo en particular. Estos serán en este caso otros tantos muelles que trabajando separadamente , no concurren á producir el efecto que se busca. Se deben pues torcer los ramales en direccion opuesta al torcido de sus hilos. Las

experiencias hechas á este fin prueban que las cuerdas así fabricadas son mucho mas fuertes.

31. Es claro que una cuerda compuesta de 4, 5, ó 6 ramales, tendrá en su centro un hueco, porque no se pueden ajustar exâctamente por esta parte: de lo que resulta, que estas especies de cuerdas son dificiles de fabricar, y por lo comun salen defectuosas: y es la razon, que habiendo un vacío en el exe los ramales no pueden apoyarse en el centro; y así no toman una colocacion uniforme al rededor de este exe aëreo, sinó á favor de la presion lateral que exercen unos contra otros: la qual necesita para conservarse que haya un perfecto equilibrio entre los ramales, y que éstos tengan igual grueso, tension, y torcido: sin lo qual, no dexará alguno de ellos de situarse en el exe de la cuerda, y entonces los otros se enroscarán sobre él: en cuyo caso, el que ocupe el centro se torcerá por sí solo, mientras que los demás formarán espirales al rededor, y lo cubrirán.

32. Una cuerda de esta especie sería muy mala, porque cargada mantendría al principio todo el peso el ramal del exe, hasta romperse, ó quebrantarse: en cuyo caso perdería la cuerda un quarto, quinto, ó sexto de su fuerza; y aún los ramales res-

tantes quedarían mal situados entre sí, y las mas veces incapaces de resistir todos á un mismo tiempo.

33. Para precaver estos defectos llenan los cordeleros el vacío que queda en estas cuerdas, con un cierto número de hilos que sirven de punto de apoyo sobre que ruedan los ramales: y esto es lo que se llama *mecha* ó *alma* de la cuerda.

34. En las cuerdas compuestas de tres ramales no se puede ni debe poner mecha; porque la compresion de éstos llena quasi enteramente el hueco que pueda haber en el exe.

35. Las cuerdas gruesas no se fabrican por lo comun mas que de quatro ramales, y los cordeleros tampoco suelen ponerles mechas, pues no siendo el hueco que dexan capáz de recibir un ramal en el exe, puede muy bien un cordelero diestro fabricarlas sin defecto esencial á costa del cuidado necesario: aunque muchos, sea por desconfiarse de su habilidad, ó por ahorrarse trabajo y cuidado, las pongan mecha.

36. El grueso de ésta debe ser proporcionado al número de ramales de que se componga la cuerda, y á su diámetro; así se determinará apreciando el diámetro del círculo que se puede inscribir entre los ramales. Segun las experiencias del citado

Duhamel , en caso de ponerse mecha en la cuerda de quatro ramales , deberá ésta componerse de la sexta parte de los hilos que entran en uno de ellos : y la de seis será igual á uno de sus ramales.

37. No basta para fabricar bien una cuerda de muchos ramales , saber el grueso de la mecha que debe ponersele ; es preciso tambien saberla situar lo mas ventajosamente que se pueda en el centro ó exe de la cuerda : á este efecto , se hace pasar por un barreno , hecho en el exe del quadrado , y se sujeta solo por un extremo á la muletilla de la manivela en que se reunen y atan los ramales : de modo , que esté situada en medio de ellos ; y así se colocará en el exe de la cuerda , porque á medida que el quadrado se abanza pasará la mecha por el barreno de él , al paso que los ramales por sus canales.

38. No acortándose la mecha tanto como los ramales que la rodean , basta que sea un poco mayor que la cuerda despues de hecha. Algunos cordeleros la dividen en tres ramales , y hacen una cuerda de ella antes de emplearla ; pero por poco que se reflexione se encontrará perjudicial esta práctica ; porque al torcerse los ramales la tuercen mas que lo estaba , de que resulta aumentarse en grueso , y ser mas inflexible ; de suerte , que el exe de

la cuerda queda muy tenso , demasiado cresco , y oprimido por los ramales : y esta es la razon de oirse romper las mechas á qualquiera esfuerzo que hace la cuerda ; (rotura que se encuentra en muchos parages deshecha ésta) : de lo que resulta , que no estando los ramales sostenidos en las partes en donde se ha roto la mecha , se aproximan unos mas que otros al exe , se alargan desigualmente , y la cuerda pierde mucha parte de su fuerza.

39. Es muy dificil remediar en las cuerdas muy gruesas el defecto que se acaba de exponer : cargada una cuerda oprime tan fuertemente la mecha , que no la permite extenderse y la rompe. El tantas veces citado Duhamel ha hecho varias experiencias relativas á remediar este inconveniente ; pero no habiendo encontrado ningun medio que le satisfaga , se contenta con proponer el menos malo , que se reduce : á componer la mecha de hilos sueltos , sin que formen cuerda , y torcerlos en la misma direccion é igualmente que los ramales : situada en esta forma , del modo yá explicado arriba , se destorcerá al tiempo de formar la cuerda , y por consiguiente quedará floxa y flexible , mientras que los ramales que la cubren quedarán tensos. La experiencia ha manifestado , que las mechas puestas con esta

precaucion , no se rompen aún en las cuerdas mas gruesas , con tan poco esfuerzo , ni por tantas partes como las otras.

40. Finalmente , se debe tener presente en esta parte , que no contribuyendo en nada las mechas á la resistencia del cordage , respecto á ceñirse su destino á mantener los ramales en la situacion que deben , es inútil que sean de buen cáñamo ; y que al contrario , podrán ser de estopa.

41. Siendo quasi preciso poner mechas en todas las cuerdas que se conpongan de mas de tres ramales , y no contribuyendo ésta á la resistencia de ellas , se infiere : que las compuestas de muchos ramales contienen una cantidad de cáñamo , que aumenta su grueso y peso , y no su fuerza : por lo que parece regular dár la preferencia á las cuerdas de solos tres ramales aunque sean muy gruesas.

42. Sin embargo de esta ventaja de las cuerdas de tres ramales , son mejores las que se componen de muchos. 1º Porque quantos mas tengan , tanto menos desiguales serán sus superficies ; lo que es muy ventajoso , así para disminuir el rozamiento , como para correr por las poléas , y fatigar menos á los que las manejan. 2º Quanto mas menudos sean los ramales , se necesita menos fuerza para doblegarlos , y

por tanto menos torcido para ponerlos en estado de formar la cuerda : lo que yá se ha demostrado ser una ventaja considerable. 3º Si se dobla un ramal sobre un cilindro , su parte interior no estará tan tensa como la exterior , diferencia que se aumenta á proporcion de su grueso ; y como los ramales de una cuerda están , al pasar por las poléas y tornos, en esta disposicion , estarán sus filamentos mas desigualmente tensos á proporcion de su grueso , por consiguiente padecerán mas las cuerdas de tres ramales. 4º Al torcerse éstos , forman los hilos del centro una especie de mecha , tanto mas gruesa quanto lo sean ellos ; y yá se dexa dicho , que las mechas no contribuyen á la fuerza de las cuerdas. 5º Quanto mas ramales entren en una cuerda , tanto mas distantes estarán sus revoluciones , y por consiguiente habrá mas parte de su fuerza que obre en direccion del exe. En fin , las experiencias hechas á este efecto prueban incontestablemente que las cuerdas aumentan su resistencia á proporcion del número de ramales de que se componen.

43. No teniendo apenas uso en la Artillería las cuerdas embreadas , nos excusaremos de exponer con individualidad el mejor modo de preparar las cuerdas con la resina de pino , llamada brea ; ni las mu-

chas propiedades que se atribuyen al cordage embreado : solo sí diremos , que de las muchas experiencias hechas por el expresado Duhamel con esta especie de cuerdas se infiere : 1.º. que la brea no contribuye á aumentar la resistencia del cordage quando éste se usa en parages secos , antes bien lo deteriora notablemente : 2.º. que tampoco es útil para conservarlo , sinó que , por el contrario , viene á ser una sustancia corrosiva que lo inutiliza : 3.º. que tampoco contribuye á la duracion del cordage expuesto á las alternativas y variaciones del tiempo ; pues el blanco dura una quarta parte mas : 4.º. en fin , que sin embargo de que la brea es contraria á la fuerza , duracion , y conservacion del cordage , quando éste se usa fuera del agua , le es muy útil en caso de haber de estar alternativamente fuera y dentro de ella. De consiguiente se deben embrear las cuerdas que hayan de entrar en el agua para la construccion y seguridad de los Puentes militares : debiendose tener presente , que basta embrear dichas cuerdas despues de acabadas , y solo sus superficies , porque así resistirán á la introduccion del agua , sin perder quasi nada de su fuerza.

Número III.

*Reconocimiento del cordage usado
en la Artillería.*

44. **D**E las nociones dadas en los Números precedentes se infieren qué condiciones y circunstancias deban tener las cuerdas para ser de buena calidad : sin embargo , como el conocimiento de ellas para su admision es el punto en que deben estar mas instruidos los Oficiales de Artillería , nos es preciso individuar , y hacer aplicacion de dichas circunstancias.

45. Si se pudiera estar presente á la fábrica del cordage necesario en la Artillería , serian excusadas para su recepcion ningunas pruebas ni experimentos; porque serian admisibles y de muy buena calidad todas las cuerdas hechas con las precauciones expuestas , con tal que tuviesen las dimensiones que despues se dirán. Mas como por lo ordinario , no haya la oportunidad de poder presenciar la fábrica de ellas , es menester dár reglas conducentes al expresado exámen.

46. Supuesto que la cantidad de cuerdas que se hayan de recibir sean de una misma fabrica , se verá

con el mayor cuidado si todas la de una misma especie están hechas con las mismas precauciones , igualmente torcidas, y de un mismo cáñamo; para lo que se abrirán por uno de sus extremos, afín de que dicho cotejo sea menos falible. Si todas las cuerdas están igualmente fabricadas , bastará tomar una de ellas, la que pareciese peor , para reconocerla ; pero en caso que se halle diferencia notable , se dividirán en dos ó mas clases , segun sus diferencias , y se eligirá una de cada clase , para reconocerlas mas prolixamente.

47. Este reconocimiento puede executarse , ó deshaciendo las cuerdas , y viendo si estaban bien fabricadas ; ó cargandolas hasta vér si resisten el peso que deben respecto á su grueso ; ó tambien de uno y otro modo.

48. Para reconocerlas del primer modo , se dividirá cada cuerda en dos , tres , ó mas cabos : se medirán éstos exáctamente : se destorcerán despues, y se verá , si lo que han mermado en su torcido , la reparticion de éste , y su direccion están conformes con las nociones dadas : si los hilos tienen el grueso prescrito ; si están demasiado torcidos ; si el cáñamo es suficientemente largo y suave ; si está limpio y es de buena calidad. Si se hallan todas estas cir-

cunstancias en los cabos de una cuerda , es claro que ella , y todas las de su clase serán admisibles , y de muy buena especie. Mas se ha de tener presente, que en el enunciado analisis de una cuerda, no se han de pretender hallar rigurosa y exáctamente observadas las expresadas condiciones ; porque usando de esta rigidéz apenas se encontraria cuerda admisible.

49 El segundo medio para reconocer la calidad del cordage , que se reduce á exâminar si tiene la resistencia correspondiente á su grueso , supone , ó exige dos conocimientos que son : saber el modo mas oportuno de medir su resistencia ; y cuál ha de ser éste respectivamente á la cuerda que se prueba: vamos á tratar de uno y otro con la brevedad posible.

50. No basta para experimentar la fuerza de una cuerda atarla por un extremo , y suspender sucesivamente del otro varias pesas ; porque además de ser esto impracticable con las gruesas , acontece que las delgadas se rompen por donde se atan ; y así es menester , para conocer su resistencia , situarlas de modo que al romperse lo executen indiferentemente por toda su longitud , lo que se consigue con las cuerdas menudas del modo siguiente : se afirma en una pared , ó sobre dos caballetes altos , un cilindro

muy grueso de madera sobre el qual se hace pasar la cuerda que se ha de probar, y se ata por un cabo en otro cilindro mas baxo y de menor diámetro: se tiene un caxon con dos asas, y ambas cilíndricas: se hace dár dos ó mas vueltas al cabo pendiente de la cuerda al rededor del asa superior, que ha de ser mucho mas gruesa que la inferior, y se ata despues en ésta. Situada así la cuerda, se ponen sucesivamente varias pesas en el caxon, hasta romperla, cuidando que las últimas pesas que se añadan sean pequeñas.

51. Este arbitrio no es practicable con las cuerdas muy gruesas; porque además de la dificultad de tener y acomodar las pesas necesarias para romperlas, se exponían los que estuviesen empleados á ser heridos y maltratados, si la cuerda se rompiese inopinadamente. Para esta especie de cuerdas es preciso un aparejo semejante al que vamos á describir.

52. Se formará con tres vigas de 6, ó 7 varas de largo, un fuerte trespies: del punto de reunion penderá una cuerda mucho mas fuerte, que la que se ha de probar: se atará ó enlazará á ella una romana, cuya vara ó brazo estará á corta diferencia de nivel, sosteniéndose en esta posicion por su ex-

tremo en unas chabetas ó barrillas que se puedan baxar y subir: para gobernar la romana se construye á competente altura un andamio sobre dos caballetes: se enlazará á la romana un cabo de cuerda mucho mas fuerte, y se hará pasar el otro extremo por una roldana fixa al pavimento: se atará á él y enlazará fuertemente uno de los extremos del cabo de la cuerda que se quiere probar; y la misma operacion se executa con el otro extremo á otro igual cabo de cuerda mas fuerte, que se enlaza al aparejo redondo de un cabrestante: puesta la cuerda en esta disposicion, que vendrá á ser horizontal, se tira pausada y uniformemente por medio del cabrestante quanto se quiere, hasta romperla: á proporcion que se estira se levanta el brazo de la romana, que se pone de nivel corriendo sucesivamente el pylon: de modo, que venga á marcar la fuerza que hace el cabrestante para llegar á romper la cuerda. Si se quiere conocer lo que ésta alarga antes de romperse, se pondrá á su lado una regla dividida en pulgadas.: *si quisierit scire quibus modis*
 53. Supuestos los medios de probar y medir la resistencia de las cuerdas, resta exponer cuál deba ser ésta, respectó á sus pesos, ó á sus gruesos: para determinar este punto con exactitud, sería necesá-

rio hacer varias experiencias con cuerdas hechas de cáñamo nuestro, en nuestras fábricas, y con las precauciones expuestas en los Números anteriores: en defecto de estos resultados, de que carecemos, nos reducimos á dár la tabla siguiente de la fuerza de las cuerdas segun sus gruesos, formada por el célebre Físico Musschenbroek.

T A B L A

Que expresa la resistencia de las cuerdas de distintos gruesos.

Grueso de las cuerdas.	Peso que sostuvieron.
<i>Lineas.</i>	<i>Libras.</i>
Un solo hilo de 1	27.
De 6	120.
Una cuerda de 6	190.
De 8	330.
De 10.	540.
De 12	750.
De 13	840.
De 15	990.
De 16	1030.
De 20.	2080.
De 24	3000.
De 30	4730.
De 36	7900.

54. Para el reconocimiento de las cuerdas se debe tener presente , igualmente que para su manejo , que no aumentan su fuerza á proporcion de su peso ; es , decir que si una cuerda de quatro libras tiene dos grados de fuerza , otra del mismo largo , y doble peso , no tendrá quatro grados , sinó mucho menos : esta falta de proporcion no solo se observa en las cuerdas , sinó tambien en maderas , metales , y quasi todos los cuerpos.

55. Los principios concernientes á la fábrica de las cuerdas , particularmente los que tratan de sus torcidos , son conseqüencias de las experiencias y teorías del Ilustre Duhamel de Monceau , hechas con el fin de perfeccionar las fábricas de cuerdas de la Marina Francesa , de quien es Inspector ; pero como entre nosotros no se hayan introducido aún los métodos que hemos expuesto , y que al contrario se crean comunmente mejores las cuerdas muy torcidas , iguales , y tersas ; no se podrán dexar de aprobar y recibir las que solo tengan este defecto , que las hace de mejor vista : así creemos que por ahora el único medio de que se puede usar para conocer y exâminar las cuerdas , es el de experimentar si su resistencia corresponde á las expuestas en la Tabla precedente , y á exâminar la calidad y preparacion del cáñamo.

56. En caso que un Oficial de Artillería se halle encargado de hacer fabricar el cordage necesario para un Ejército, Plaza, &c. entonces es quando deberá proceder con arreglo á los principios expuestos ; inspeccionando la fábrica , y encargando á los artesanos que se sujeten rigurosamente á las reglas dadas. Veamos ahora las dimensiones de las cuerdas necesarias y mas usadas en los parques y almacenes para el uso de las máquinas de Artillería , que son las expresadas en la Tabla siguiente.

33	70	11	Item de
33	70	12	Item de
33	70	13	Item de
33	70	14	Item de
33	70	15	Item de
33	70	16	Item de
33	70	17	Item de
33	70	18	Item de
33	70	19	Item de
33	70	20	Item de
33	70	21	Item de
33	70	22	Item de
33	70	23	Item de
33	70	24	Item de
33	70	25	Item de
33	70	26	Item de
33	70	27	Item de
33	70	28	Item de
33	70	29	Item de
33	70	30	Item de
33	70	31	Item de
33	70	32	Item de
33	70	33	Item de
33	70	34	Item de
33	70	35	Item de
33	70	36	Item de
33	70	37	Item de
33	70	38	Item de
33	70	39	Item de
33	70	40	Item de
33	70	41	Item de
33	70	42	Item de
33	70	43	Item de
33	70	44	Item de
33	70	45	Item de
33	70	46	Item de
33	70	47	Item de
33	70	48	Item de
33	70	49	Item de
33	70	50	Item de

TABLA

De las cuerdas mas usadas, y de que deben estar provistos los Almacenes y Párques de Artillería.

Especies de cuerdas.	Sus diámetros.	Num. de hilos	Longitud de ellas.
	<i>Lineas.</i>		<i>Toesas. Pies.</i>
Betas de cábria. .	18 ...	240	25
Estringues grandes.	34 ...	380	6
Estringues de carruage.	27 ...	185	6
Estringuetes, ó de atalage.	16 ...	137	6
Cejadores.	12 ...	81	30
Cuerda tirante . .	8 ...	64	50
Idem mediana. . .	5 á 6 ...	48	41 4
Idem delgada . . .	4 ...	30	33 2
Cuerda de trazar. .	2 á 3 ...	24	250
Idem de amarrar. .	3 ...	24	60
Cordel de azote. .	$1\frac{1}{4}$...	3	por libras
Hilo acarreto. . . .	1 ...	3	Idem
Idem bramante. . .	$\frac{1}{2}$...	2	Idem
Maromas de.	30 ...	358	200
Idem de.	27 á 28. . .	304	120
Idem de.	26 ...	286	120
Idem de.	25 ...	278	120
Idem de.	24 ...	270	120
Idem de.	22 ...	200	120
Idem de.	21 ...	242	80
Idem de.	20 ...	216	70
Idem de.	18 ...	189	53 2
Idem de.	16 ...	137	53 2
Idem de.	14 ...	81	16 4
Idem de.	12 ...	76	33 2
Idem de.	11 ...	70	33 2

57. Tales son las cuerdas de que se surten nuestros almacenes : el número de ramales de que se componen es indeterminado ; las betas de cábria , y marmomas mas gruesas suelen constar de 4 y de 5 ; pero tambien las hay de solo 3 : asimismo es indeterminado el número de hilos , aunque la regla mas general es la expuesta en la Tabla : igual variedad suele haber en las magnitudes de las cuerdas. En vista de todo lo expuesto el Oficial encargado de su reconocimiento debe hacerse cargo de los términos en que el Fabricante, ó Abastecedor tenga hecha la contrata.

Número IV.

De la Cuerdamecha.

58. **A**unque la cuerdamecha es necesaria é indispensable en la Artillería , como su uso sea simplisimo , conocido y limitado á conservar y mantener el fuego , excusariamos tratar de ella , á no ser muy útil precaver los daños que resultan de su mala calidad , tales son : un exorbitante consumo por correrse el fuego ; extinguirse éste , ó no formar clavo ; esto es , un cierto carbon ó brasa dura y compacta en el extremo que arde , preciso

para el servicio de la mecha. Además, puede acontecer que sea menester en alguna urgencia del servicio dirigir su fábrica : en esta inteligencia daremos en el presente Número todas las nociones conducentes á la fábrica y reconocimiento de este utensilio.

59. No obstante de ser la cuerdamecha una especie de cuerda , como su fábrica se dirige al fin y uso que debe tener , es muy diversa , y en quasi nada análoga á la de la cuerda : ésta , como se dexa expuesto , debe hacerse del cáñamo mas suave , limpio y peinado ; y la mecha se fabrica de estopas que conserven aún algo de la paja , ó parte leñosa de la planta , con tal que sea muy menuda , y en proporcionada cantidad , y tal es la estopa que resulta rastrillando el cáñamo ; pero la mejor y preferente es la que dexa el lino en el rastrillo.

60. Antes de emplear la estopa en la fábrica de la mecha , es necesario prepararla machacandola con mallos para romper las pajas gruesas que retenga , y despues sacudirla sobre zarzos , ó texidos de mimbres , ó cañas : ésta maniobra limpia el polvo , y deshace las pajas mas gruesas , que dexarían en la mecha intersticios por quienes se propagaría el fuego prontamente y se correría la mecha. Para obviar este inconveniente se usa la estopa de lino , cuya

ventaja no consiste en lo mas fino de sus filamentos, sinó en lo mas sutil y menudo de la parte leñosa, que en este estado contribuye á la manutencion del fuego , y formacion del clavo.

61. Machacadas y vareadas las estopas, se peinan en rastrillos muy claros , afín de quitarles la paja mas gruesa , y los filamentos que se hayan anudado, ó remolinado , y se forman cerros que puedan hilarse regularmente : esta operacion se executa con las mismas ruedas que sirven para las cuerdas ; con la diferencia de haberse de torcer muy poco el hilo, y de ser del grueso del dedo pequeño , si acaso se determina componer la mecha de solos tres hilos, como regularmente se practica , y parece mas apropiado.

62. Torcido así el hilo , y componiendose de tres la mecha , vendrá á tener dos pulgadas poco mas ó menos de circunferencia ; que es el grueso mas regular y ventajoso que puede tener : siendo mas delgada se suele llevar su clavo el fogonazo del cañon ; y mas gruesa se consume demasiado pronto.

63. Los malos Fabricantes cubren los hilos de la mecha con una camisa de cáñamo muy fino y suave : por medio de esta cubierta ligera y poco cos-

tosa , ocultan estopas extremamente bastas , llenas de polvo y de pajas gruesas ; pero esta práctica además de ser peculiar de malos artesanos , es nociva á la bondad de la mecha , como despues veremos , por lo que nunca se debe seguir ; ni aprobar las mechas así fabricadas.

64. Las mechas se fabrican mas ó menos largas , segun la calidad de sus hilos ; porque si éstos son de estopas groseras , y bastas , sería preciso torcerlos demasiado para hacerlos largos. Cada hilo de los tres que componen la mecha , viene á ser un ramal ; y así urdidos tres de ellos igualmente gruesos , torcidos , y largos , se torcerán de nuevo como los ramales de una cuerda , en la misma direccion ó mano que lo están ellos , hasta tanto que tengan suficiente elasticidad para irse torciendo por el extremo opuesto á la rueda , que se dexa en libertad para poder girar : el Fabricante acompaña la reunion de los hilos , ó con la mano , ó con un cuadrado para que la mecha se tuerza y forme con igualdad. La misma ó diferencia del largo de la mecha al de sus hilos al urdirse es de solo un quinto , ó á lo mas un quarto.

65. Freqüentemente despues de urdidas las mechas se cubren con una camisa de cáñamo

corto y suave , igual á la que yá se dixo cubría los hilos : á este efecto se enlaza un extremo de la mecha en una manivela , ó en la muletilla de la rueda , y el otro extremo en una argolla que tenga libertad de dár vueltas : en esta situacion sin torcer mas la mecha se le hace dár vueltas para que el cáñamo la cubra ; afín de que siente mejor , tiene el Fabricante en la otra mano un orillo mojado que pasa por encima en direccion contraria á las revoluciones de la mecha , y en la misma del cáñamo : en el agua que se moja el orillo se deshace una corta porcion de cola ; teniendo cuidado de que no sea mucha , porque esta sustancia impide la propagacion del fuego.

66. No obstante que quasi todas las mechas tienen esta camisa , que las dá cierta igualdad y buena vista , no por esto son mejores ; al contrario es prueba de estar mal fabricadas , y de querer ocultar así sus defectos : aun quando la mecha sea buena , la camisa de cáñamo lejos de serle útil , será perjudicial , porque quemandose mas pronto acelera su consumo , é impide tal vez la formacion de un buen carbon : así debe reprobarse esta práctica.

67. Hasta aquí no se diferencia la mecha de

las demás cuerdas sinó en componerse de malos materiales , hilarse muy gruesa , y torcerse menos: veamos ahora las maniobras ó preparaciones particulares que la distinguen , y hacen capaz de retener el fuego.

68. La primera y principal de las preparaciones de la mecha es cocerla en lexía : á este fin se acomoda enroscada en un caldero , y se carga de piedras para que no se suba á la superficie , se cubre de lexía , y se hierve lentamente por espacio de quatro ó cinco horas , suministrando nueva lexía á proporcion que se evapora la del caldero. Tambien , en vez de cocer la mecha con la lexía , se pone en el fondo de un colador , y encima la cal y ceniza , y teniendo proxima una caldera de agua hirviendo la cuelan por espacio de quince ó veinte horas , del mismo modo que las lavanderas lo practican con la ropa : ésta práctica parece preferible.

69. En cada parte donde se fabrican mechas suele ser distinta la lexía que se las dá : ésta se hace , en unas de cal , y ceniza de borujo de azeytunas : en otras de cal , y ceniza de orujo : en otras , (y es la práctica mas comun) , de cal , y cenizas ordinarias ; pero las mejores cenizas serían las de soda

ó sosa , y de barrilla , á no tener lá contra de ser muy caras. Estas diferencias son poco esenciales, porque todas las cenizas son igualmente buenas con tal que la lexía sea fuerte ; para hacerla de esta especie son necesarias 50 libras de ceniza , y 25 , ó 30 de cal viva , para un solo quintal de mecha. Las cenizas y cal se ponen en lechos alternados en un canasto espeso , y encima se echa agua hirviendo , que despues de filtrada se vuelve á colar repetidas veces , hasta que se impregne y sácie de sales , lo que se conocerá poniendo en ella un huevo fresco y viendo si sobrenada.

70. Además de esta operacion , que es indispensable , se suelen hacer otras muchas con las mechas : tal es la de ponerlas en infusion por quatro horas en agua donde se hayan disuelto quatro libras de salitre por quintal de mecha. Otros Fabricantes ponen las mechas , despues de coladas, en fosas , que unos llenan de zumo de estiercol, y otros de orines de caballo ; pretendiendo que con esta maceracion adquiere el cáñamo una putrefaccion inicial muy ventajosa para conservar el fuego : éstos tienen cuidado de descubrir de tiempo en tiempo algunas mechas con el fin de sacarlas antes que se pudran demasiado. En otras fá-

bricas se amontonan las mechas , antes de salir de la lexía , y se cubren con estiercol de vacas por un mes : tambien se tapan con estopas , y se dexan fermentar por quince dias. En fin , se suele poner en la lexía boñiga de vacas para dár á las mechas un color amarillo , que se cree ventajoso por mera costumbre : aunque como todas las de este color son buenas , se podría pensar que no es solo este el efecto de la boñiga , sinó tambien el que estando desecadas las partículas de este excremento , contribuyen á conservar el fuego , y formar el carbon que se requiere : pues es constante que en las Provincias escasas de leña se mantiene el fuego con dichos excrementos , que arden pausadamente , y tardan en consumirse.

71. Todas estas prácticas son quasi de una especie , y producen á corta diferencia iguales efectos ; pues todas se reducen á dár á las mechas un principio de putrefaccion , que no puede ser tan útil como se imagina ; pero que dá un mal olor , que denota el lugar donde han estado. Para desvanecerlo se halla en el Tratado de Artillería de Siemienowicz el siguiente arbitrio , aconsejado por Frezier en su *Tratado de fuegos artificiales*. Se ponen las mechas en una vasija limpia de tierra.

menosa , colocadas en espirales , teniendo cuidado de que no se toquen unas vueltas á otras : se cubre este primer lecho con otro de arena , y así sucesivamente , hasta llenarse la vasija , que se tapa con una cobertera de tierra , y se embetunan sus juntas : en esta disposicion se pone la vasija á un fuego lento de carbon. Las mechas así preparadas , no expiden al quemarse ningun mal olor , ni aún humo , particularmente si se tuestan con cenizas de enebro.

72. Preparadas las mechas de uno de los modos expresados , se tienden antes de secarse sobre caballetes , y se enlazan los extremos de cada pieza á dos manivelas con las que se tuerce fuertemente , y mientras que está bien tensa se estrega con una cuerda de cerda , ó con un pedazo de piel de buey guarnecido de tachuelas muy pequeñas y remachadas : este instrumento es preferible , porque las tachuelas raspan la superficie de la cuerda , apartan la paja que aún puede haber , y quitan sus desigualdades , dexandola unida y tersa hasta el grado de que es capáz. Es de advertir , que si la mecha tiene camisa solo se puede pulir con un pedazo de lienzo basto.

73. Pulidas las mechas , se tienden en perchas

ó caballetes al sol hasta que estén enteramente secas : yá enxutas se enrollan en piezas de 20 , ó 30 brazas que suelen pesar ocho , ó diez libras , y se embarrilan para transportarlas , y conservarlas largo tiempo en buen estado : á lo que contribuye mucho tenerlas en lugares secos. Los barriles en que se empaquetan , tienen $3\frac{1}{2}$ pies de alto , y $2\frac{1}{2}$ de diámetro por el vientre : sus dueñas son de álamo blanco , fresno , ó ciprés , y mas comunmente de pino seco ; y se sujetan con 14 cercoles de mimbre , los extremos asegurados con quatro clavos : sus fondos son de pino , y reforzados con una tabla en forma de barra , afirmada con quatro clavos por cada extremo. Igualmente se guardan y conservan las cuerdas.

74. Para reconocer si una cantidad de mechas es de buena calidad , se abren y deshacen algunas piezas por un extremo , y otro : se vé si están fabricadas de malas estopas , llenas de pajas gruesas , suciedades , podridas , mezcladas con hojas ú otros cuerpos heterogéneos : este exâmen debe ser mas prolixo con las que tengan cubierta de cáñamo por las razones yá expuestas. Además , la mecha debe tener una cierta firmeza sin estar muy torcida : se exâminará si la lexía ha penetrado toda

la mecha , lo que se manifiesta desde luego , quando se ha incorporado en ella boñiga de vacas : asimismo han de estar muy secas , y ni su olor , ni color deben notar putrefaccion ni humedad : en fin , se prueban quemando algunos cabos , tomados indistintamente , para vér si conservan el fuego , se queman con igualdad , y no se consumen demasiado.

75. La mecha buena se ha de encender con facilidad , y ha de arder de un extremo á otro sin apagarse , aún quando el tiempo esté humedo : un cabo de 4 á 5 pulgadas ha de durar una hora , formando un carbon duro y puntiagudo que resista quando se le oprima contra un cuerpo sólido. Se suele hacer la prueba de apoyarlo contra un papel extendido al ayre , y si lo quema y taladra se reputa por buena.

76. En los tres primeros Números de este Artículo , que tratan del cordage , nos hemos extendido mas de lo que corresponde á la importancia del asunto , que como diximos al principio no es de los mas esenciales en la Artillería : pues aunque ciertamente las cuerdas son los nervios y tendones de las máquinas , que sin ellas vienen á ser unos esqueletos : no sucede así res-

pecto á nuestras máquinas primitivas , cuya fuerza depende de la pólvora : así las cuerdas solo sirven para las máquinas destinadas á la remocion y transporte de ellas. Pero si se atiende á las preocupaciones comunes sobre la utilidad que resulta de que las cuerdas estén muy torcidas y embreadas ; y tambien á las pocas nociones que se tiene dellas parecerá aún demasiado breve

este Artículo.

Fin del Tomo primero.

T A B L A

De las materias contenidas en este primer Tomo.

ARTICULO I. De la Pólvara, pagina 1^a.

Su influxo en la Artillería, progresos de su teórica, su definicion; y division del Artículo. §. I

NUMERO I. De los ingredientes de que se compone la Pólvara, pag. 5.

Del salitre, y sus propiedades. 7

Conocimiento de las tierras que lo contienen, y su extraccion de ellas. 11

Modo de purificarlo. 16

Defectos en que se incurre en su extraccion. 18

Su reconocimiento. 19

Del azufre, sus qualidades, y matrices. 21

Su extraccion dellas; modo de purificarlo, y reducirlo á flor. 24

Su reconocimiento. 33

Del Carbon, sus propiedades segun sus especies: modo de hacerlo, y reconocerlo. 34

NUMERO II. Composicion y fábrica de la Pólvara, pag. 22.

En qué consiste la perfeccion de la Pólvara, y método de hallar la dosis mas oportuna de sus in-

<i>gredientes.</i>	40
<i>Tabla de Ensayos sobre la dosis mas proporcionada de sus ingredientes , pag. 23.</i>	
<i>El azufre no es esencial á la Pólvara : y tal vez podria ser que se llegue á fabricar Pólvara sin salitre.</i>	43
<i>Fábrica ordinaria de la Pólvara.</i>	50
<i>Sustancias con que se puede triturar la Pólvara para mejorarla.</i>	52
<i>Método de fabricar la Pólvara por compresion.</i>	53
<i>Sobre granar y pavonar la Pólvara.</i>	54
<i>Noticia de sus composiciones mas comunes.</i>	58
NÚMERO III. Del reconocimiento y prueba de la Pólvara , pag. 35.	
<i>Cómo se reconozca.</i>	60
<i>Diversos modos de probarla.</i>	64
<i>Exámen de estas pruebas.</i>	72
NÚMERO IV. De la recomposicion de la Pólvara. pag. 43.	
<i>Causas por quienes se deteriora , y aún inutiliza.</i>	75
<i>Métodos para hacer analisis de la Pólvara inutilizada , separando sus ingredientes para volverla á fabricar.</i>	80
<i>Quándo necesita asolearse la Pólvara , y en qué términos.</i>	89

- Uso y destino del polvorin que resulta de los aso-
léos, remociones, &c.* 96
- NUMERO V.** *Proporcion de los barriles, ó caxones
en quienes se ha de conservar y transportar la
Pólvora, y colocacion de ésta en los almacenes,
pag. 55.*
- De las varias especies de barriles, caxones, y fras-
cos en quienes se puede encerrar la Pólvora: fá-
brica y dimensiones de los que actualmente se
usan.* 99
- Disposicion y situacion de los almacenes de Pólvora:
cómo se deban preparar para que la conserven:
colocacion de los barriles que la contengan.* 111
- Conocimiento general de los pararayos, y su cons-
trucccion respecto á los almacenes de Pólvora.* 118
- Precauciones para transportar la Pólvora.* 122
- NUMERO VI.** *De la inflamacion y fuerza de la
Pólvora, pag. 68.*
- Esta no se inflama sinó con un determinado grado de
fuego, que debe ser mayor á proporcion que el
ayre esté mas rarefacto.* 124
- Consequencias de este principio en quanto al uso de
la Pólvora.* 127
- Sobre si la inflamacion de la Pólvora en las armas
de fuego se puede tomar por instantánea, ó su-*

- cesiva: diversas opiniones acerca de estos puntos: razones en que se fundan.* 128
- La fuerza de la Pólvara consiste en la produccion de un fluido de iguales propiedades que el ayre, en que se convierte parte del salitre: razones que lo demuestran.* 139
- Cómo se pueda calcular por aproximacion la fuerza de la Pólvara.* 143
- ARTICULO II. De la Fundicion de la Artillería de bronce, pag. 87.**
- Sobre el objeto de este Artículo hay pocos principios conocidos: dificultad que se encuentra en descubrirlos: distribucion del Artículo.* 1
- NUMERO I. Del cobre y del estaño, sus afinos y ligas, pag. 93.**
- Descripcion del cobre: sus matrices: su calidad respecto á los países que lo producen.* 9
- De las diversas y principales minas de cobre.* 13
- Preparacion de las menas de cobre.* 15
- Fusion de la mena y su producto.* 23
- Método de llegar á obtener cobre negro.* 29
- Distintos modos de afinar este cobre.* 35
- Cómo se afina en horno.* 37
- Cómo en copela.* 42
- Del estaño: sus propiedades: sus minas, y mine-*

ralizadores.	57
<i>Preparacion y fusion de las menas de estaño.</i>	63
<i>Su afino.</i>	70
<i>Destino y beneficio de los metales de las escorias, solerías, &c. de una Fundicion.</i>	73
<i>Liga de metales que se práctica para fundir las piezas.</i>	81
<i>Propiedades que debe tener el metal de que se fabrican las piezas de Artillería.</i>	86
<i>Estas propiedades solo se hallan reunidas en el hierro : dificultad que se encuentra en fabricar de él las piezas.</i>	87
<i>Ventajas y defectos del cobre, y de sus ligas con otras sustancias metálicas.</i>	91
<i>Experiencias y ensayos que podrian hacerse para llegar á conocer cuál sea la mejor aligacion que se puede hacer del cobre y otras sustancias, para obtener la mejor Artillería posible.</i>	94
NUMERO II. De la moldería , pag. 155.	
<i>Ingredientes y materiales para la fábrica de los moldes.</i>	120
<i>Utiles para el taller de moldería.</i>	144
<i>Taller de moldería , y método de formar los moldes.</i>	147
<i>Conocimiento de las argillas.</i>	177
NUMERO III. De los hornos de Fundicion : y fá-	

<i>brica de las piezas de Artillería , pag. 187.</i>	
<i>Dificultad de dár una teoría completa de los hornos : definicion de éstos : noticia de sus principales partes , puertas y respiraderos.</i>	183
<i>Principios de Física relativos á los hornos.</i>	186
<i>Su aplicacion á los hornos de reverbero.</i>	190
<i>Con qué atenciones deba elegirse un horno.</i>	198
<i>Observaciones generales sobre los hornos.</i>	202
<i>Descripcion de un horno de Fundicion.</i>	205
<i>Cómo se carga un horno; y de qué metales.</i>	210
<i>Colocacion y preparacion de los moldes en la fosa.</i>	212
<i>Modo de dár fuego al horno : especie de leña mas oportuna : actividad del fuego : método de berlingar y extraer las escorias.</i>	222
<i>Precauciones para abrir la caldera y llenar los moldes.</i>	228
<i>Modo de extraer las piezas fundidas de la fosa , de limpiarlas , cortarles las mazarotas , barrenarlas , torneirlas , y rematarlas.</i>	235
NUMERO IV. Del reconocimiento y pruebas de las piezas , pag. 221.	
<i>Artículos de las Reales Ordenanzas de 1728 , relativos á su reconocimiento y pruebas.</i>	245
<i>Real Instruccion sobre el mismo asunto del año de 1778.</i>	272

- Reflexiones acerca del reconocimiento de las piezas: cómo se toman sus dimensiones : dificultad de conocer si sus ánimas están bien centradas.* 287
- Cómo se reconozcan los defectos exteriores: instrumentos para encontrar los que haya en el ánima: sus defectos, y uso.* 297
- Reflexiones sobre las pruebas de las piezas de Artillería: las de fuego ó quebrantan las piezas, ó son insuficientes para hallar su calidad.* 309
- Pruebas que podrian substituirse á las de fuego.* 318
- NUMERO V. Comparacion de la Artillería llamada de Ordenanza , con la actual , pag. 258.**
- Reflexiones sobre la Artillería fundida en sólido: pruebas que ha sufrido.* 330
- Ventajas y defectos de los dos modos de fundir : medios de corregir estos.* 343
- Reconocimiento de dos cañones inutilizados, uno fundido en sólido , y otro en hueco.* 364
- No conviene fundir los morteros en sólido.* 369
- Si conviene torneear las piezas.* 376
- Si es útil poner granos en frio, ó al tiempo de fundir: especie de ellos.* 377
- De los contramuñones de las piezas actuales.* 383
- De las recámaras pequeñas que se han solido poner en los cañones de batir.* 388

ARTICULO III. Del Hierro, pag. 297.

Extendido é importante uso del hierro en el ramo militar: se puede considerar baxo quatro diferentes puntos de vista, que se deben exáminar: division del Artículo.

NUMERO I. De las minas de hierro, su preparacion, fusion y conocimiento del hierro colado, pag. 301.

El hierro es la sustancia metálica mas comun: su abundancia en España: diferencias de sus principales minas.

Preparacion dellas antes de fundirlas.

Hornos de fundicion: su descripcion: cómo se debe darles fuego, y preparar para recibir el mineral: con qué sustancias se ha de mezclar éste.

Pronósticos que pueden hacerse de la calidad del hierro por el estado del horno.

Diferencias del hierro colado; y clases en que se divide.

NUMERO II. De las fundiciones de hierro colado para piezas de Artillería y municiones, pag. 330.

Nociones generales acerca de la fundicion de las piezas de Artillería.

Modo de moldear las municiones y fundirlas.

Vientos de las balas, defectos que ocasionan: medios

- de perfeccionarlas , y reconocerlas.* 93
- Las boquetas de las bombas no son tan útiles como las asas.* 102
- Las granadas no deben estar reforzadas por sus culotes.* 103
- Reflexiones acerca de la falta de resistencia de nuestras bombas , y cañones de hierro colado.* 104
- NUMERO III.** *Extração de una Memoria del Señor Grignon sobre la Fundicion de cañones de hierro colado purificado , ó de régulo de hierro, p. 354.*
- Todos los metales y sus ligas son poco proposito para las piezas de Artillería.* 113
- Igualmente no lo es el hierro colado.* 114
- En qué consiste ser frangible el hierro colado : método de dulcificarlo en cierto modo sin quitarle la fluidéz.* 125
- NUMERO IV.** *Extração del Ensayo de una teoría sobre el modo de hacer las piezas de Artillería de hierro forjado por el Señor Grignon.* 370
- Ventajas del hierro tirado sobre los demás metales para las piezas de Artillería : circunstancias que se han de tener presentes para usarlo con éxito : sus defeños mas comunes.* 141
- Preparacion , fábrica y reconocimiento del hierro de que se quieran hacer cañones de Artillería.* 153

<i>Fábrica de los cañones de hierro forjado.</i>	565
<i>Ventajas de estos cañones.</i>	176
NUMERO V. Del Hierro forjado , pag. 39.	
<i>Disposicion y noticia de las Ferrerías.</i>	186
<i>Cómo se reconoce el hierro tronchando las barras.</i>	196
<i>Propiedades distintivas del hierro.</i>	206
<i>El hierro todo fibroso por su fractura es el mejor;</i> <i>pero no conviene usarlo en todas ocasiones.</i>	224
NUMERO VI Del Acero , pag. 411.	
<i>Carácter del acero: sus diferencias respecto al hierro.</i>	232
<i>El acero se puede obtener de tres modos.</i>	237
<i>Medios para convertir el hierro en acero.</i>	239
<i>Cómo se reconoce el acero.</i>	254
<i>En qué consiste la diferencia del acero templado al</i> <i>que no lo está; y cómo se temple.</i>	265
ARTICULO IV. De la construccion del Car- ruage, útiles y máquinas para el servicio de la Artillería; y de las maderas mas aproposito para ellos , pag. 428.	
<i>Dificultad de arreglar con exâctitud los carruages:</i> <i>division de opiniones acerca de sus dimensiones:</i> <i>necesidad de tener conocimientos de las maderas:</i> <i>division del Artículo.</i>	I
NUMERO I. De las innovaciones introducidas sobre el objeto de este Artículo , pag. 431.	

<i>De las cureñas de Campaña de los calibres menores.</i>	8
<i>Cureñas de campaña de los calibres de batir.</i>	28
<i>Cureñas de Plaza.</i>	29
<i>Cureñas para las costas.</i>	43
<i>Afustes.</i>	44
<i>Carruages para el servicio de la Artillería.</i>	47
<i>Cábría.</i>	48
<i>Cureñas de obuces.</i>	53
NUMERO II. <i>De la naturaleza y calidad de las maderas , pag. 459.</i>	
<i>Maderas usadas en la Artillería , sus calidades respecto á los arboles que las producen.</i>	55
<i>Usos que tienen las maderas , segun sus especies.</i>	70
<i>El terreno contribuye á la calidad de las maderas.</i>	77
<i>La situacion de los arboles causa variedad en sus maderas.</i>	83
<i>Tambien la ocasiona su exposicion.</i>	86
NUMERO III. <i>De la eleccion de los arboles, pag. 473.</i>	
<i>De su edad: estado de su madera en diversos tiempos : ni su edad , ni su volumen denotan quando deben apearse.</i>	93
<i>Señales para conocer el buen ó mal estado de la madera de un arbol antes de apearlo.</i>	102
<i>Cómo se ha de apreciar el volumen de la madera de un arbol.</i>	110

- La figura de un arbol contribuye á la calidad de su madera.* 117
- NUMERO IV.** *Del tiempo mas oportuno para cortar los arboles ; y modo de conservar y preparar sus maderas , pag. 484.*
- Diversas opiniones sobre el tiempo de hacer las cortas.* 123
- No se debe atender al aspecto de la Luna para derribar los arboles : observaciones conducentes para hacer las cortas.* 128
- Diversos modos de apeaar los arboles.* 137
- Sobre si conviene aserrar las maderas despues de cortadas : cómo se deban enxugar y conservar : si es conveniente tenerlas en agua.* 143
- Defectos de las maderas.* 157
- ARTICULO V.** *De los Puentes militares , p. 507*
- Necesidad de que los Exércitos marchen dotados de Puentes ; que deben ser diferentes segun varias circunstancias : division del Artículo.* 1
- NUMERO I.** *De las barcas , pontones , y lanchas mas propias para la construccion de los Puentes militares , pag. 511.*
- Dimensiones y descripcion de una barca.* 9
- Principales herrages della.* 21
- Viguetas y tablonos para formar un puente de barcas.* 27
- Dimensiones y descripcion de un ponton , y de sus*

<i>herrages.</i>	28
<i>Dimensiones y proporcion de las planchas de cobre para forrar un ponton.</i>	45
<i>Viguetas y tablones para construir el puente.</i>	49
<i>Descripcion de las lanchas destinadas al servicio de los puentes.</i>	51
NUMERO II. <i>De los aparejos y útiles necesarios para la construccion de un puente , pag. 539.</i>	
<i>El Oficial encargado del ramo de puentes debe tener conocimiento del país donde se haga la guerra, &c.</i>	61
<i>De las anclas , grifos y demás útiles principales.</i>	66
<i>Maromas , cables , amarras , cuerda tirante , cinchos.</i>	78
<i>Cordage para un puente de pontones.</i>	85
<i>Pertrechos precisos para los puentes.</i>	88
NUMERO III. <i>De la construccion efectiva de los puentes , pag. 551.</i>	
<i>Puntos que se han de tener presentes para la eleccion de un puente de barcas , &c.</i>	91
<i>Cómo se deba echar , asegurar , y cuidar un puente de barcas , ó pontones.</i>	102
NUMERO IV. <i>De las máquinas y medios mas usuales para el paso de los rios , canales , &c. p. 565.</i>	
<i>Paso por un rio con barcos.</i>	121
<i>Paso con balsas : su construccion.</i>	125
<i>Modo de pasar la Artillería por baxo del agua.</i>	134

Diversas especies de puentes.

138

ARTICULO VI. Del Cordage, y cuerdatecha,

pag. 581.

Necesidad de saber apreciar las cuerdas; y division del Artículo.

1

NUMERO I. Del cáñamo, y modo de fabricar las cuerdas, pag. 583.

Noticia de cáñamo: modo de recogerlo y extraerlo de su planta: de prepararlo y limpiarlo.

6

Modo de hilar el cáñamo, y torcer los ramales: en qué consiste la formacion de una cuerda.

10

NUMERO II. De las circunstancias y propiedades de las cuerdas respecto á su resistencia, pag. 592.

Las cuerdas deben estar torcidas solamente lo preciso para no deshacerse.

21

Quál debe ser la reparticion del torcido en las cuerdas.

25

Quál deba ser la direccion respectiva del torcido de los hilos, ramales, y cuerda.

29

Necesidad de poner mechas á algunas cuerdas; y en qué forma.

31

Las cuerdas compuestas de muchos ramales son mejores que las de pocos.

41

La brea es perjudicial al cordage.

43

NUMERO III. Reconocimiento del cordage, pag. 606.

<i>Modo de reconocer las cuerdas examinando su calidad y fábrica.</i>	48
<i>Medios para reconocerlas probando algunos cabos.</i>	49
<i>De las cuerdas mas usadas en la Artillería.</i>	56
NUMERO IV. De la cuerda mecha, pag. 615.	
<i>Su fábrica.</i>	59
<i>Preparaciones de la cuerda mecha, y modo de conservarla, y reconocerla.</i>	67

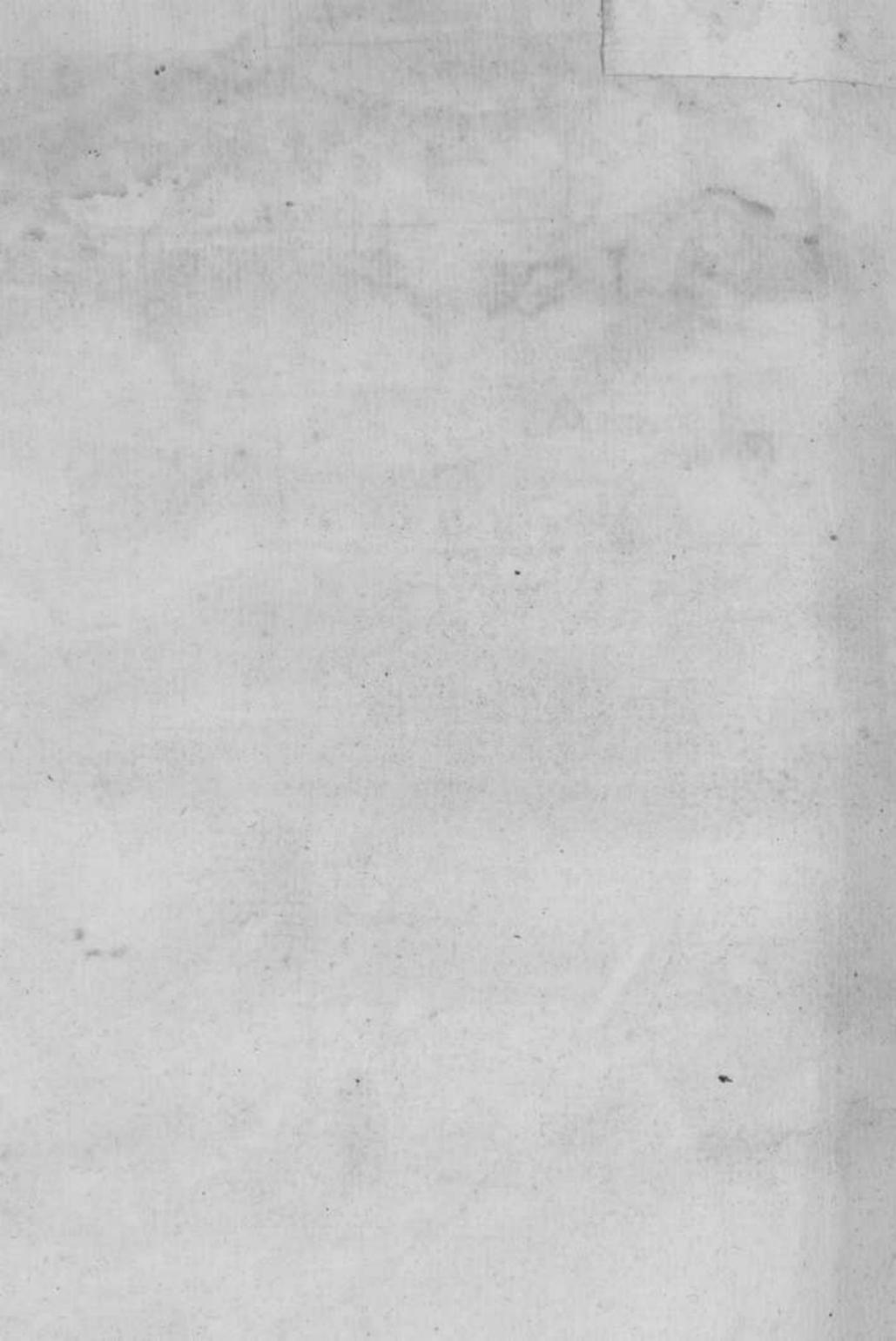


ERRATAS DE ESTE PRIMER TOMO.

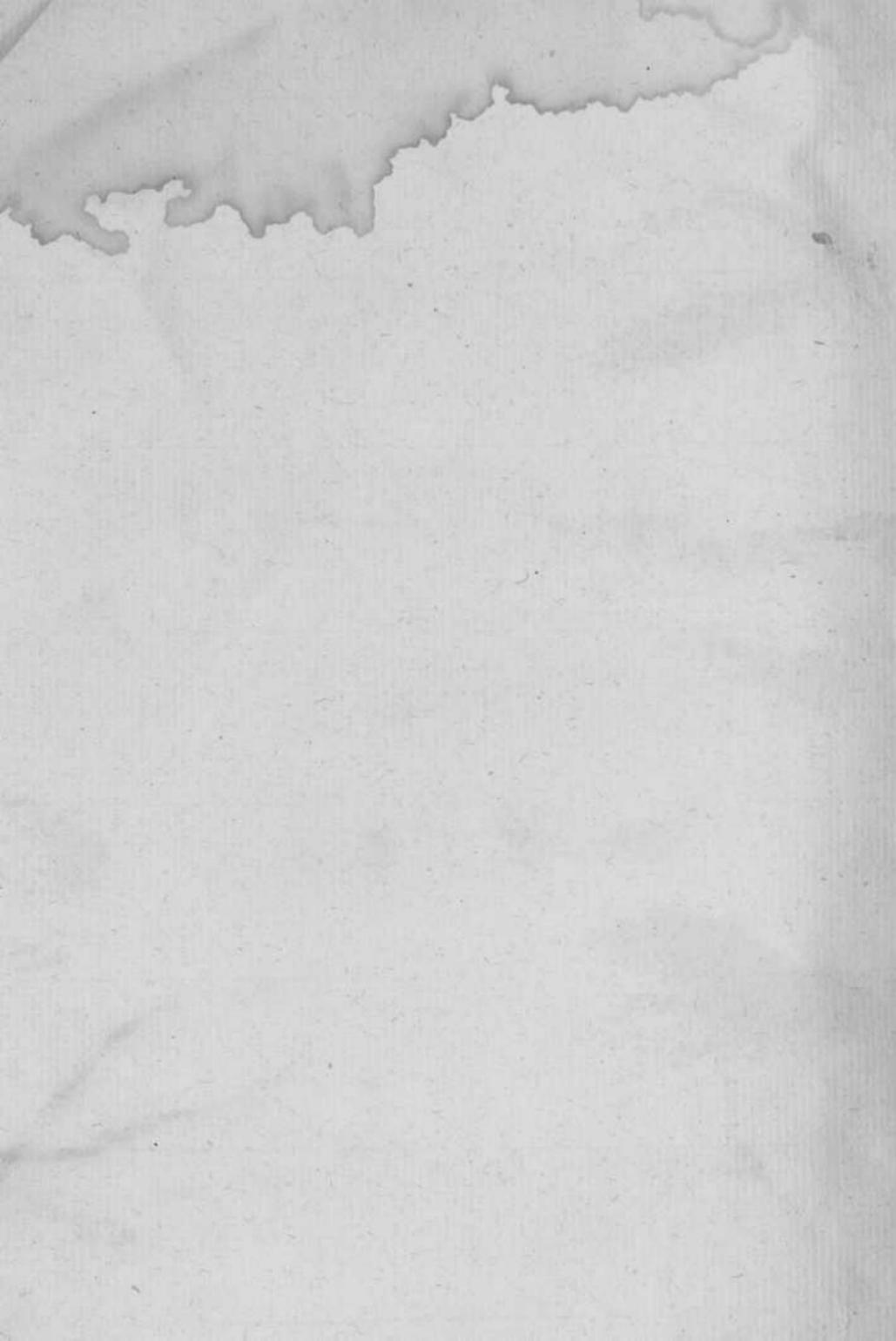
- Pag. Lin.*
- 13... 21 maniantales, lee manantiales.
- 20... 2 del, lee de
- 21... 9 egua, lee agua
- 25... 11 $\frac{5}{8}$, lee $\frac{5}{6}$
- 26... 15 cantidad, lee calidad
- 87... 1 Atillería, lee Artillería
- 91... 25 practica, lee practican
- 95... 6 funciones, lee fundiciones
- 98... 2 lar partes, lee las partes
- 106... 18 espacio, lee espacio
- 118... 11 á 12 demostrará, lee demostrará
- Idem.. 19 acelerar, lee acelerar
- 120... 8 grangibles, lee frangibles
- 123... 16 ó pula; afin, lee ó pala afin
- 126... 19 con todo, lee con toda
- 155... 2 llegue efectuarse, lee llegue á efectuarse
- 166... 25 pólvora, lee pólvora
- 198... 9 escepciones, lee excepciones
- 199... 2 á 3 terrero, lee terreno
- 202... 20 á 21 cobre de México de Lima: la proporción
y de, lee cobres de México, y de Lima: la proporción de
- 205... 20 á 21 mazorota, lee mazarota
- 220... 19 nobre, lee nombre
- 221... 18 Inscrucion, lee Instruccion

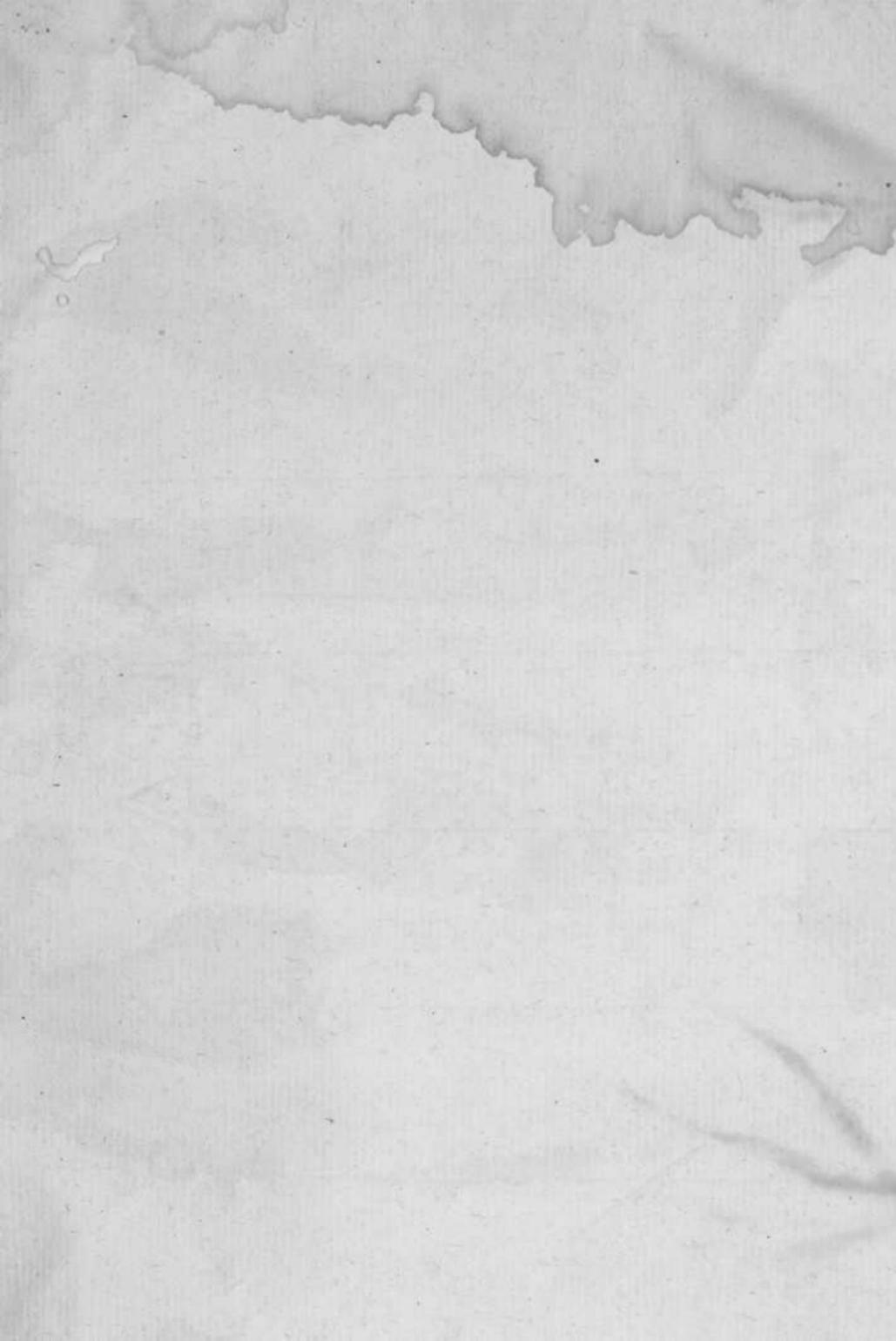
Pag. Lin.

- Idem. . . 20 se eligirá , *lee* se elegirá
 228. 6 á 7 en el terreno , *lee* en terreno
 237. . . 15 obuses , *lee* obuques
 257. . . 7² 8 obuses , *lee* obuques
 267. . . 10 sólio , *lee* sólido
 287. . . 13 exítiria , *lee* existiria
 307. . . 5 Ferrerías , *lee* Fábricas
 314. . . 12 hierro colado , *lee* batido
 321. . . 2 acelerar , *lee* acelerar
 369. . . 4 á 5 áncoras , *lee* anclas
 377. . . 4 de atmósfera , *lee* de la atmósfera
 407. . . 2 disecará , *lee* desecará
 418. . . 6 disecaría , *lee* desecaría
 456. . . 21 correrpondiente , *lee* correspondiente
 499. . . 21 hendirse , *lee* henderse
 509. . . 20 sorprender , *lee* sorprehender
 521. . . 1 quien , *lee* quienes
 554. . . 6 pero , *lee* y
 586. . . 14 por el qual , *lee* por la qual















TRATADO
DE
ARITHMETICA
I.

70404