



2/253

8 AS

tit: 39576

Sig.: 8 AS

Tit.: Tratado de artillería para el u

Aut.: Morla, Tomás de

Cód.: 51049418



1.<sup>o</sup> Semestre, Tomo 2.<sup>o</sup>

Inventarios de Art.<sup>os</sup>, Armas de Fuego y Pistolas,  
Jueces Notificiales, Escuelas Prácticas y Mecánicas,  
Cargos.  $\frac{176}{19}$   
 $\frac{196}{215}$   
 $\frac{215}{240}$

De este Tomo, para el 2.<sup>o</sup> semestre de  
Artill.<sup>er</sup>, el art.<sup>o</sup> de Minas, excepto los  
parrafos 7.<sup>o</sup> que están señalados.

R. 11979

**TRATADO  
DE ARTILLERIA**  
*PARA EL USO DE LA ACADEMIA  
DE CABALLEROS CADETES  
DEL REAL CUERPO DE ARTILLERIA,*

DIVIDIDO EN TRES TOMOS Y OTRO DE LAMINAS,

Que tratan de las principales funciones  
de los Oficiales de este Cuerpo  
en paz y en guerra.

ESCRITO  
POR DON TOMAS DE MORLA.  
TOMO SEGUNDO.

SEGUNDA EDICION, CORREGIDA

Por disposicion del ESCMO. SEÑOR  
**D. MARTIN GARCIA Y LOYGORRI,**  
Director y Coronel General del espresado Real Cuerpo.

---

CON SUPERIOR PERMISO.

SEGOVIA, IMPRENTA DE D. JOSEF ESPINOSA.  
AÑO DE 1816.





TRATADO

DE ARTILLERIA

PARA EL USO DE LA ACADEMIA  
DE CABALLEROS CADETES  
DEL REAL CUERPO DE ARTILLERIA,  
dividido en tres tomos y otro de laminas,

Que tratan de las principales funciones  
de los Oficiales de este Cuerpo  
en paz y en guerra.

ESCRITO

POR DON TOMAS DE MORIA.

TOMO SEGUNDO.

SEGUNDA EDICION, CORREGIDA

Por disposicion del Excmo. Señor

D. MARTIN GARCIA Y LOYGORRI,

Director y Coronel General del Cuerpo Real de Artillería.

CON SUPERIOR PERMISO.

SEGOVIA, IMPRENTA DE D. JOSE ESPINOSA.

AÑO DE 1816.



# TRATADO DE ARTILLERÍA.

## PARTE PRIMERA.

DE LOS CONOCIMIENTOS PERTENECIENTES A UN OFICIAL

DE ARTILLERÍA EN TIEMPO DE PAZ.

### ARTICULO VII.

*De los inventarios de los efectos de artillería; y de su colocacion y arreglo en los almacenes.*

1. **D**e las comisiones mas sencillas y fáciles que puede tener un oficial de artillería es la de inventariar los géneros y efectos de los almacenes de una plaza, con el fin de formar un documento, en que se manifieste la existencia de los géneros que contienen separados en clases. Para ello bastaría un formulario igual á los que hay impresos, en los cuales se encuentran los nombres de todos los efectos que pueden ser necesarios para el surtido de un almacén, divididos segun sus especies.

2. Mas este modo de hacer los inventarios meramente mecánico, es propio de los guarda-almacenes para entregarse de los efectos de un almacén, respecto que á ellos les compete unicamente la existencia de los géneros; y no el servicio que puedan hacer, que debe ser el principal objeto de un inventario hecho por un oficial; para el cual debe

éste hacer un reconocimiento exacto de la calidad de cada género, examinar la duracion de su uso, y el destino que podrá dársele si está deteriorado ó inútil: todo con el fin de que el ministerio reemplace lo que haga falta segun sus ideas y proyectos, y conozca el servicio que podrá tener lo que exista en los almacenes.

3. Desde luego se percibe que para hacer un semejante inventario con acierto, es necesario tener una completa noticia de los géneros que se han de inventariar; saber conocer y discernir su estado; apreciar su solidéz, resistencia y calidad; estar versado en los medios de recomponer los deteriorados, y de aplicarlos á otros usos en que puedan ser útiles; en fin poder computar lo que producirán los absolutamente inservibles, si se venden ó aplican á usos muy diversos.

4. Para poder desempeñar esta comision es por consiguiente indispensable una larga práctica, que es la única que puede instruir en estos puntos suficientemente, y dar una cierta espedicion y desembarazo, precisos para saber distinguir lo que es digno de consideracion, de las nimiedades y reparos frívolos propios de los que proceden sin un claro conocimiento de las cosas que manejan, y que en lugar de dominarlas y poseerlas, están por el contrario dominados de ellas y llenos de confusion. Sin embargo debemos prevenir que el oficial, que en un tal encargo se vé atado y confuso, es porque procura desempeñarlo, de consiguiente es preferente al que no tomándolo con zelo y eficacia prescinde de todo; aprecia y valúa al poco mas ó menos lo que no entiende; ó se entrega y pasa sin ningun examen por los juicios de los artesanos facultativos, que las

mas veces pueden tener interes en no proceder con rectitud.

5. Nuestro objeto en este artículo no puede ser dar todas las reglas é instrucciones necesarias para reconocer, apreciar y valuar la multitud de géneros que encierra un almacén: esta obra además de ser muy superior á nuestras fuerzas, sería demasiado larga y voluminosa. Nos reduciremos, pues, en defecto de ella á esponer ciertas reglas y reflexiones generales, que dén al menos ideas y luces, para entrar con algun conocimiento en el espresado encargo, y que faciliten su desempeño.

6. Con este fin trataremos primero, con la mayor concision y brevedad que podamos, del modo de reconocer y valuar todos los efectos, que regularmente se almacenan en las plazas de armas: y despues espondremos el modo de formar un inventario de todos ellos con órden y claridad: y estos serán los asuntos de los dos primeros números de este artículo.

7. En la colocacion de los efectos que encierra un almacén, que es otro de los asuntos de este artículo, se debe cuidar principalmente de su buen órden y disposicion, para que cada especie de los géneros que haya pueda estraerse, y contarse ó removerse cuando convenga sin confusion y con presteza: y tambien de que estén situados con las correspondientes precauciones para que no se deterioren con el tiempo: uno y otro punto penden de las proporciones del almacén, y de la distribucion de los efectos en él. Mas debiéndonos servir de los almacenes que existen, á menos de no tener defectos esenciales, solo trataremos del modo de colocar en ellos los efectos relativamente á su buen órden, limpieza

y conservacion; y este será el objeto del tercer y último número de este artículo.

## Número I.

### *Del modo de valuar los efectos de un almacén.*

8. Los efectos de un almacén se pueden considerar generalmente bajo de dos especies: en la primera comprendemos todas las armas, municiones y pertrechos que sirven con ellas, como son cureñas, arzones, carros, esplanadas, instrumentos de minadores y zapadores, &c. Bajo de la segunda entendemos las maderas en bruto ó viejas, el hierro y acero en barras, los ingredientes para fuegos artificiales, y una infinidad de instrumentos para artesanos, como de herreros, carpinteros, toneleros, linterneros, &c. En esta division se verá, que los utensilios de la 2.<sup>a</sup> especie no pueden recaer por lo regular bajo del conocimiento de los oficiales; y por lo tanto estos se deben valer para su conocimiento de los oficiales de las maestranzas, y de los operarios mas capaces y justificados de ellas: teniendo siempre cuidado de que estos ú otros artesanos, de quienes se valgan, no puedan tener interés alguno en aprobar ni desaprobár. En los que gozan sueldo fijo, podria haber el interés de ahorrarse de trabajar en la recomposicion ó fábrica de los efectos; y en todos, el de que vendidos algunos pudieran adquirirlos á poca costa. En fin siendo muchos los motivos que puede haber para que no haya legalidad, el oficial encargado deberá confrontar sus pareceres, cotejar y hacer experimentar las razones que dieren de aprobar y desaprobár los efectos. Una comision de

estas que parece absolutamente mecánica, suele exigir mayores atenciones, trabajo y perspicacia, que las mas abstractas y teóricas.

9. Pero los efectos de la primera especie, estos, los que inmediatamente sirven en las operaciones militares, deben ser todos reconocidos por los oficiales, pues son quienes los manejan, y á cuyo cargo están. Iremos tratando de ellos separadamente aunque con brevedad.

10. El 1.º y mas principal de todos deben ser las piezas de artillería: éstas pueden ser de hierro ó bronce; nuevas ó viejas. Las de hierro están destinadas particularmente á la marina; pero cuando las hay en las plazas se deben reconocer como las de bronce: examinar el grueso y proporcion de sus metales, la calidad de estos y su fundicion; ver si el herrumbre ha profundizado demasiado; si su ánima está igual sin escarabajos ni grietas; si su fogon está aún regular y de servicio: y despues el medio mas seguro para poderse fiar de ellas con confianza, es hacerlas disparar dos ó tres veces con cargas mas fuertes que las que se les piensa poner para su uso ordinario. Es de advertir que sintiéndose estas piezas antes de reventarse por la union del fondo de la recámara con el ánima, se debe limpiar esta parte con el mayor cuidado, é introducir la estampa preparada, de modo que se note en su pasta la menor rendija ó grieta: en cuyo caso se dará por inútil la pieza.

11. Los cañones nuevos de bronce no necesitan ningun reconocimiento, porque ya le habrán sufrido antes de estraerlos de la fundicion, y regularmente los acompañará su filiacion: lo mismo decimos de pedreros, morteros y obuses.

12. Pero las piezas de bronce que han servido, exigen un delicado exámen: estas se pueden inutilizar de tres diferentes modos: el 1.º por grietas, escarabajos y vientos: el 2.º por haberles hecho perder su direccion los golpes de las balas; por haberse torcido el cañon; por tener surcos y asientos de bala en su ánima demasiado profundos; ó por haberse ensanchado considerablemente el ánima: y en fin el 3.º por haberse desfogonado la pieza; esto es, aumentado el diámetro del fogon tan considerablemente, que dé salida á gran parte del fluido producido por la inflamacion de la pólvora. Veamos los perjuicios que pueden ocasionar á las piezas estos tres defectos.

13. Los escarabajos y vientos son mas ó menos dañosos á las piezas por su magnitud y posicion: los que están en la superficie exterior son menos malos que los que se hallan en la interior; los que en la caña son menos espuestos que los del segundo cuerpo; y los de éste menos que los del primero; pero todos agravan el mal estado de la pieza segun lo que se internan en ella. Generalmente toda grieta por pequeña que sea, que atraviese ó esté próxima á atravesar todo el grueso de metales, inutiliza el cañon absolutamente: lo mismo decimos de los escarabajos y vientos. Pero cuando estos defectos son poco profundos y están en la superficie exterior, no alteran el estado del cañon: cuando se hallan en la interior y en la caña, si son poco profundos, se dará por de buen servicio; si muy profundos no podrá servir para batir, ni para otros fines que exijan cargas muy fuertes; pero estando por la parte interior y hácia la recámara, por poco profundos que sean, el cañon no deberá servir para batir sinó es en notable necesidad y con muchas precauciones, no sea que quedando

fuego en los senos que forman estos defectos, se incendie la pólvora al introducirla. No obstante estos cañones pueden ser de larga duracion, cuando se trata de hacer un fuego poco vivo y con cargas pequeñas. Mas si dichos senos ó cavidades profundan mucho, el cañon se reputará como absolutamente inservible; no solo porque brevemente se inutilizaria abriéndose, sinó tambien por el grande peligro á que se espone quien le carga. La razon de la diferencia esencial que hay entre estos defectos por su posicion es: que inflamándose la pólvora en la recámara ó primeros cuerpos, es mucha mayor su fuerza en ellos que en la caña, en la que el fluido producido es menos elástico por estar ya mas dilatado. Estos defectos son originados de la mala ligazon de los metales, de su poco afino, de no ser afines entre sí, de estar poco secos los moldes, ó ser estos de materias que produzcan con el intenso calor de los metales fundidos algun vapor ó fluido; ó en fin del mal estado de la fundicion; por estar demasiado caliente, ó no estarlo en suficiente grado.

14. Cuando un cañon está en buen estado de servicio por tener su ánima igual, y muy poco ó nada ensanchada; y solo se notase en él un viento ó escarabajo, que por su posicion y profundidad dege la pieza inútil: se podrá rehabilitar poniéndole grano de cobre en el parage donde estuviese el defecto, segun se dijo en el artículo II. Mas antes se debe examinar si el cañon ha hecho un fuego largo y vivo; porque en este caso el defecto que se notase en él podria provenir de estar el estaño disuelto y exalado si así puede decirse, y entonces nunca sería el cañon de largo servicio, y de consiguiente no debe rehabilitarse; pero si su ánima no está muy di-

latada por la boca, ciertamente no habrá hecho mucho fuego, ni puede hallarse interiormente en tan mal estado.

15. El ánima de un cañon segun se deja espuesto, puede estar viciada de diferentes modos. 1.º Estando torcida de modo que el cañon haya perdido su direccion, como sucede cuando es de metal muy dócil, y hace un fuego muy vivo y continuado que lo ablanda, y deja sin resistencia para mantener la gravitacion de la caña y parte del segundo cuerpo contra los muñones: (accidente que se observó en el sitio de Gibraltar de 1727 con varios cañones fundidos con un seis por ciento de estaño). 2.º De resultas de los fuertes golpes de las balas en la caña, pues siendo continuados y repetidos en un mismo parage, y estando los metales calientes, hacen torcer la boca al cañon. En uno y otro caso la pieza queda absolutamente inútil, y por tal se debe dar.

16. 3.º Estando surcada y golpeada: este defecto tiene su origen en el mucho viento de las balas, en ser quebradizas é irregulares, y en lo dócil del metal de la pieza; pero de cualquier principio que provenga siendo considerable, la pieza se deberá dar por inútil: porque aun quando no lo estuviese, pocos disparos la rematarían. Si acaso pueden tener algun remedio los cañones así maltratados, este será barrenarlos de nuevo para un calibre mayor que el correspondiente á sus dimensiones, y destinarlos para batir de rebote, ó para arrojar granadas: pues debiendo ser cortas las cargas en estas ocasiones, no necesitan tan considerables refuerzos; y lo costoso de un cañon de bronce exige se tomen estas y otras semejantes providencias para no multiplicar

sus fundiciones. Mas si los surcos, golpes y asientos fuesen superficiales, y de sola una ó dos lineas de profundidad, el cañon estará de buen servicio singularmente respecto á las plazas; pero se debe tener la precaucion de no cargarle con balas irregulares y de mucho viento, que aumenten á pocos disparos sus defectos, y de sujetarlas entre dos fuertes tacos de filástica, para que no puedan golpearle de nuevo.

17. 4.º Estando abocinada: esto es, que forme un cono truncado, cuya base mayor está en la boca del cañon: este defecto único prueba que la pieza es de muy buena calidad y ha servido mucho; pero como las balas no tengan entonces una justa direccion, y la metralla se esparza demasiado, se dará el cañon por inútil si el abocinamiento fuese de seis ó mas lineas; y por de buen servicio si no llegase á ser de tres lineas. Estas piezas podrian rehabilitarse tambien barrenándolas de nuevo para un calibre mayor.

18. Generalmente todo cañon de bronce que no esté torcido ó reventado por fuertes y repetidas grietas, pudiera ser de buen servicio en las plazas y aun en los egércitos, si se barrenase de nuevo y destinase á batir de rebote ó á arrojar granadas. Con la bárrena se pueden tambien rehabilitar los que de resultas de un balazo no admiten las balas correspondientes á sus calibres.

19. En fin el tercer defecto que puede inutilizar una pieza de artillería, que se reduce á haberse desfogonado, es común á los cañones y demas piezas: todas llegan á este estado despues de un continuado fuego, aunque unas mas tarde que otras. Generalmente se desfogan primero las que no teniendo grano, está el fogon en el mismo metal de su com-

posicion : y entre estas las de un metal ágrío , por- que será este tanto menos tenaz , compacto y resis- tente ; pero á todas se las puede echar granos de cobre ó hierro. Los franceses echaban antes los gra- nos calentando la pieza fuertemente, y llevando con cobre fundido un hueco hecho en el parage del fo- gon. Pero aunque es cierto que el fogon abierto en esta especie de granos es durable, sin embargo hay la contra de que no consolidándose jamás perfecta- mente el nuevo metal con el bronce, se hacen muy en breve por su union escarabajos tan considerables que se pierde la sonda. Los granos de cobre, y de hierro batido se echan abriendo una tuerca en el fo- gon, é introduciendo en ella á pura fuerza una rosca de cobre ó hierro batido de la mejor calidad, pro- curando que se ajuste y adapte exactamente. Esta rosca tiene en medio un taladro, que es el nuevo fo- gon ; y ademas le sobresale un dado, en el que se acomoda el ojo de una palanca para introducirla: este dado se hace saltar á fuerza de mazo cuando es de hierro, y despues se lima la superficie. La per- feccion de los granos consiste principalmente en la buena calidad del cobre ó hierro, y en ajustarse con el metal del cañon. Es claro que segun el diá- metro que tenga el fogon cuando se le eche grano, habrá de ser éste mayor : sin embargo siempre se le puede echar á una pieza un segundo grano, y quan- do el primero ha sido pequeño dá lugar á un terce- ro: por esta razon no se debe jamás cuando se co- noce que una pieza es de buen metal, dejar aument- ar demasiado el diámetro del fogon, sino echarle el primer grano á tiempo. De todo lo cual se infiere, que una pieza no se debe dar por inútil aunque ab- solutamente desfogonada, con tal que se la pueda

poner un grano. *Véase el número IV. del artículo II.*  
 La descripción de la máquina correspondiente á esta operacion se halla en la lámina I. de este artículo, cuya esplicacion es la siguiente.

Figura A... Plano de una máquina de roscar, llamada *terraja*.

*a b*... Banco de dicha máquina.

E C G C... Caja de la *terraja*: todas las piezas que forman ésta caja son de hierro, así como los pernos con que se afirma el banco.

C... Costados de la caja.

E... Cabezal del tornillo.

G... Cabezal opuesto al del tornillo.

L... Cuchilla en dos mitades para abrir las roscas.

T... Tornillo con que se comprime la cuchilla.

*p*... Tuercas que sujetan los costados de la caja á sus cabezales.

*x*... Pernos con que se afirma la caja en el banco.

*ef*... Rebajo abierto en el tablon del banco para el juego de la llave con que se aprieta el tornillo.

*g*... Perno para estribar la cabeza del tornillo.

*h*... Pernos que afirman el tablon del banco con sus pies.

Figura B... Elevacion de la *terraja* vista por el costado.

*g*... Perno para estribar el tornillo.

*l*... Tuercas con que se aseguran los pernos *X*.

*Piezas sueltas que pertenecen á la terraja.*

Figuras C, D, W... Plano de un costado de la caja, y dos elevaciones, una vista por la parte interior *D*, y otra por su testera *W*.

*a*... Agugeros para los pernos *X*.

*b*... Agugeros para los pernos *p*.

- cd...* Muesca ó canal en que se encajan los cabezales y la cuchilla.
- ef...* Altura de dicha muesca.
- Figura E, F... Plano y elevacion interior del cabezal del tornillo.
- ef...* Muesca que puede suprimirse porque no tiene uso alguno.
- h...* Tuerca del tornillo de la terraja.
- Figuras GH... Plano y elevacion por la parte interior del cabezal opuesto al del tornillo.
- dc...* Espigas de dichos cabezales que pasan por los agujeros *b* de los costados de la caja.
- ab...* Rebajos de los espresados cabezales para su encaje en las muescas de los costados referidos.
- m n...* Muesca de la cuchilla.
- Figura Y... Perfil del cabezal del tornillo cortado por la linea CD (figura E.)
- Figuras KL... Plano y vista interior de una mitad de la cuchilla.
- ab...* Rebajo que se encaja en la muesca de los costados.
- cd...* Idem para su encaje en la del cabezal G.
- Figura M... Vista de la cuchilla por la linea *pq* (figura K.)
- Figuras R S... Plano y vista de costado de la llave ó palanca para hacer pasar por la cuchilla los cilindros que se quieren roscar.
- Figura T... Tornillo cuya tuerca se halla en el cabezal E.
- Figura V... Llave para el uso del espresado tornillo.
- Figuras XZ... Vistas por las dos caras contiguas de los pernos que sujetan la caja al banco.
- Figuras *l. m...* Plano y elevacion de las tuercas con que se aseguran los pernos X.

Figuras *n. o...* Rodaja de hierro que se interpone entre el banco y las tuercas *l*, para mayor firmeza de sus pernos.

Figura *q...* Plano de las tuercas para los tornillos fijos en las espigas de los cabezales de la caja con que se les sugetan los costados.

Figura *p...* Elevacion de las tuercas *q*.

Figuras *r. s. t...* Granos de hierro que se ponian anti-  
guamente en la artillería.

*Uso de esta máquina.*

El cilindro que se ha de roscar se introduce en la cuchilla, uniendo bien al cabezal *G* una de sus mitades, y empujando la otra con el tornillo *T* (figura *A*); se comprime fuertemente entre ellas el cilindro, pero es de advertir que antes de pasar á la operacion de roscar se debe estribar bien la cabeza del tornillo en la de un perno fijo en el banco figurado en *g* (figura *B*); luego habiendo colocado la llave (figura *R*) en la cabeza del mismo cilindro se le hace girar de izquierda á derecha por cuyo medio se consigue que salga el cilindro por la accion de la rosca de la cuchilla, y de sus córtes con la rosca marcada ó principiada en toda su longitud: en seguida se vuelve á introducir en la cuchilla sin abrirla, con solo darle vueltas en sentido inverso, y se repiten las operaciones de hacerle entrar en la cuchilla, comprimirle y sacarle conforme se ha explicado, hasta que la rosca nueva adquiere toda la profundidad que tiene la de la cuchilla: por este modo se roscan en la espresada terraja los granos que se ponen á la artillería en esta fábrica.

Figuras *O. P...* Elevacion de la máquina de poner granos en campaña representada en disposicion de

- abrir taladros, y perfil cortado por su ege.
- a...* Barrena para taladrar.
- b...* Sombrero ó palanca de cuatro brazos para dar las revoluciones á las barrenas, y comprimirlas al mismo tiempo cargándole de peso con balas, ú otros cuerpos pesados; pero que no tiene uso quando se rosca el taladro.

Figura Q... Elevacion de la espresada máquina dispuesta para roscar los taladros.

- a...* Cuerpo de la nuez para abrir las roscas.
- h...* Cuchilla colocada en la nuez.
- e...* Palanca para el giro de la nuez.

Figura N... Plano del sombrero.

Figuras *a, b, c, d, e, f, g...* Barrenas de varios córtes para abrir los taladros que no están ya en uso.

Figura *h...* Cuchilla de la nuez.

Esta máquina se ha perfeccionado últimamente, y se abrirá una lámina adicional que la represente, y entonces se hará tambien su esplicacion, que por ahora sería escusada.

20. Hemos hablado en la suposicion de que los cañones que se reconocen son de ordenanza; pero quando no lo sean, se deben hacer con ellos ciertas pruebas para examinar su calidad y resistencia, si aun no han sido reconocidos: en el artículo II. hemos dado noticia de cuales puedan ser estas pruebas; y de los instrumentos y maniobras que se necesitan para reconocer las piezas: así escusamos entrar en este por menor, y solo nos falta añadir que para el servicio de las plazas no se deben reprobear las piezas porque sean de calibres ó dimensiones extraordinarias, sinó por sus defectos; pues que siempre se podrán emplear con utilidad quando están de buen servicio.

21. Los morteros, pedreros y obuses se pueden inutilizar de los mismos modos que acabamos de espresar lo egecutan los cañones, por lo que es escusado estender nuevas reflexiones. Pero debemos advertir que cuando los morteros tienen el ánima desigual ó golpeada son de muy mala calidad; pues ademas de alterar considerablemente la direccion de las bombas, suelen romperlas y por consiguiente quedan perdidas. Tambien es de notar que los morteros, y pedreros maltratados pueden servir muy bien para arrojar bombas y piedras desde las plazas sobre los caminos cubiertos y fosos, y mucho mejor para fuegos artificiales.

22. El reconocimiento de las demas armas se puede deducir de lo que se espondrá en el artículo siguiente, que trata de ellas; pero siempre se ha de tener la precaucion de hacerse acompañar de armeros inteligentes, que puedan notar no solo sus defectos, sinó el costo de sus recomposiciones.

23. El reconocimiento de las municiones merece particular atencion, y singularmente el de la pólvora; pero ya se ha tratado de ella. Las balas como todo hierro disminuyen con el tiempo de volúmen, porque sus superficies se convierten en orin que salta en cascarillas; y así cuando son muy viejas y no han estado resguardadas del ayre y humedad, quedan sensiblemente de menor diámetro: defecto muy notable, pues como se deja espresado, una bala que tiene mucho viento maltrata el ánima del cañon, y su direccion no lleva certeza alguna. Sin embargo cuando no se pueden acomodar á otro cañon de menor calibre, por no poderse tornear, se deben usar con la precaucion de oprimirlas entre dos tacos fuertes y consistentes que las sugeten; para lo

cual son enteramente inútiles los tacos de esparto ó fieno, y mas estando secos. Las balas que teniendo poco peso, tienen no obstante su justo calibre, son de hierro de mala calidad y quebradizo: su fuerza es menor, y su velocidad se disminuye considerablemente por la resistencia del aire; por lo que no se deben usar para batir obras fuertes. Téngase tambien presente, que segun los esperimentos del conde de Buffon, las balas que sufren un fuego violento para acomodarlas á un calibre inferior, quedan desecadas ó calcinadas, y de consiguiente muy frangibles y ligeras. Véase el artículo III.

24. Las bombas y granadas pueden tener dos defectos esenciales: el 1.º por lo mal proporcionado de sus metales; y el 2.º por su mala calidad. El espesor de la bomba puede no ser igual, sinó aumentarse considerablemente en su fondo, así porque esta es la parte que sufre el impulso de la pólvora, como porque sinó fuera mas pesada caeria indiferentemente con la boqueta hácia bajo ó de lado: y en uno y en otro caso se podria apagar la espoleta. Mas este aumento de metales debe ser muy igual al rededor del ege, porque de lo contrario no resistiendo igualmente al impulso de la pólvora, varía mucho de direccion, torciéndose hácia la parte mas pesada: la resistencia del aire obrará tambien con desigualdad, y esto contribuirá á hacer sus tiros aun mas inciertos que lo que regularmente son. Por otra parte si las bombas son de hierro de mala calidad, sinó se rompen al impulso de la pólvora y choque contra el morterc, lo harán al caer en tierra, y su efecto será ninguno. El mejor modo de reconocerlas es haciendo algunos disparos con las que parecieren de peor calidad sobre un terreno duro, y con bastante eleva-

cion. Es de notar que en una plaza se pueden consumir, y ser útiles muchas bombas de mala calidad; pues las que se echan al foso, camino cubierto y aun esplanada, no siendo arrojadas con mucha violencia ni cayendo sobre piedras, no se romperán aunque sean malas: las peores se pueden destinar para las brechas, fogatas, barriles fulminantes y otros artificios.

25. Pero lo que mas se debe atender en el reconocimiento de las bombas es su destino: si como se lleva dicho se piensan usar para la defensa del camino cubierto, foso, brecha, &c. no importará nada que su hierro sea escesivamente ágrío, antes bien será apreciable este defecto; ni tampoco que el herrumbre haya aumentado considerablemente el viento de ellas; mas estos dos defectos serán esenciales y no se podrán suplir, si se trata de bombas que se quieren esforzar mucho para arrojarlas á grandes distancias, en cuyo caso, si la bomba fuese de un hierro muy ágrío se rompería al salir del mortero; y su mucho viento sería causa de que su direccion fuese muy incierta. Es pues necesario que las bombas destinadas para arrojarse á distancias considerables, y particularmente las que se deben usar con morteros de plancha, sean de un metal gris ceniciento suave y con menos viento. Sin embargo de la aceptacion y uso que han tenido las bombas escéntricas por las razones que dejamos espuestas, la esperiencia ha manifestado serles preferentes las concéntricas, ó que tienen igual espesor por todas ellas á escepcion del culote, singularmente habiéndose de arrojar con morteros de plancha.

26. Por lo perteneciente á las granadas debemos esponer que si estas se destinan para obuses,

ó para cañones de mucho calibre arrojándolas de rebote, para cuyo efecto son muy preferentes á las balas de igual diámetro, será conveniente y aun necesario que sean concéntricas, sin boquilla, de un metal muy dulce y correoso, y nada reforzadas por sus culotes.

27. Es de notar qué tanto los cañones y morteros, como las balas y bombas que pueden ser útiles y de buen servicio en una plaza, son de desecho cuando se trata de dotar un tren de artillería para un ejército. Todas las armas, municiones y pertrechos deben ser en este caso de la mejor calidad.

28. Las cureñas y demas carruages se pueden inutilizar en todo ó en parte; es decir, rompiéndose sensiblemente alguna parte principal; ó estando todas igualmente quebrantadas. En el primer caso se debe valuar y notar el gasto de sus recomposiciones; pero en el segundo se ha de notar si el defecto nace de estar apolillada, y pasada la madera. Si la polilla ó podredumbre ha profundizado mucho la cureña es inútil, y solo se pueden aprovechar algunos pedazos de tablones y sus hierros, quemando lo restante. Pero cuando la polilla no se ha internado, la cureña se podrá renovar y servir para un calibre mas inferior. En países escasos de leña y maderas apropósito para nuestras máquinas, es donde se deben aprovechar particularmente todos los pedazos de madera que estén buenos: así en cualquier carruage que se dé por inútil, se ha de valuar lo que se podrá sacar vendiendo cuanto sea enteramente inútil, si acaso no tiene herrage, ó éste se puede separar con facilidad; pues de lo contrario es necesario quemarlo.

29. En el reconocimiento é inventario de las maderas de un almacén, debe tener presente el ofi-

cial comisionado los varios usos y destinos que se las pueden dar para saber acomodarlas: reconocerá en la tablazon, la que es apropósito para esplanadas de cañones y morteros, para manteletes, encofrar minas, formar los hornillos de ellas, &c. En los cuartos y troncos delgados examinará los útiles para rayos de carruages, durmientes, atraques para atacar minas, puntales para sus galerías, astas y mangos de instrumentos, &c. En los maderos gruesos ó troncos, reconocerá para lo que pueden ser útiles segun su especie, y el modo de serrarlos para aprovechar mejor la madera. El artículo IV. da suficientes noticias para desempeñar este punto.

30. Los salchichones se inutilizan absolutamente con el tiempo, secándose cae la hoja y quedan claros, su rama se hace quebradiza, y se rompe á la introduccion de los piquetes: igualmente se suelen podrir las lias con que están atados: por consiguiente cuando llegan á este estado, no podrán servir sinó para faginas que necesitan menos resistencia, fuegos artificiales, ó para quemarse como leña, y en este último caso se debe valuar su producto; pero siempre convendrá proponer su venta cuando no se espere próximamente ocasion de emplearlos, pues sinó se inutilizarán absolutamente. Los gabiones ó cestones pueden ser muy buenos aunque viejos, con tal que sean de ramas correosas como las de mimbre.

# 31. El artículo VI. que trata del cordage, da suficientes noticias para saber reconocerlo y averiguar su calidad: y el mismo prescribe las reglas por las que se debe reconocer la cuerdamecha: en él se hallarán métodos para poner de buen uso la inútil, cuando su fábrica haya sido buena.

32. Asimismo el artículo III, que trata del hier-

ro, abunda de reflexiones útiles para reconocer y averiguar la calidad de este metal, y tambien la de los instrumentos fabricados de él.

33. La mayor parte de los fuegos artificiales se inutiliza perdiendo su actividad cuando ha mucho tiempo que están hechos: en cuyo caso se pueden renovar muchos de ellos con baños ó infusiones; pero esta renovacion no se debe egecutar hasta que sean necesarios. Los mas comunes y esenciales que son las espoletas, estopines y lanzafuegos son muy fáciles de reconocer: el mayor defecto que pueden tener las espoletas es el correrse, y estas se deben volver á cargar: los estopines poco fuertes son tambien muy malos, porque no inflamando la carga se necesita poner otro despues de perder tiempo considerable temiendo no salga el tiro. Los lanzafuegos pueden tener dos defectos notables: uno es chispear mucho y este es el peor, porque de él pueden resultar varias desgracias; y otro el gotear, tambien notable, porque se suele introducir el fluido que gotea por el fogon, y arrojar el tiro al tiempo de entrar la carga siguiente. Por lo cual cuando tienen alguno de estos dos vicios con exceso se deben dar por inútiles. El artículo IX. dará mas estensas noticias del modo de reconocer y apreciar la calidad de los fuegos artificiales.

34. Las medidas exactas para la pólvora es un punto muy esencial; así porque generalmente en morteros y pedreros, y muchas veces en los cañones se necesitan cargas justas como por ser la provision mas costosa, y esencial de una plaza. Un error grosero en las medidas, y por consiguiente en la distribucion de la pólvora, pudiera acelerar y aun ocasionar la rendicion de una plaza. El reconocimiento de las medidas es muy sencillo, pues se reduce á pesar la canti-

dad de pólvora de que es medida, y verterla en ella sencillamente; sin embargo puede ocurrir que habiéndose hecho la medida para pólvora gruesa, sea chica para la menuda; ó al contrario. Si en los almacenes de pólvora fuera toda igualmente gruesa y triturada, pudiera haber medidas exactas y constantes; pero como suele haber pólvora de diferentes especies y figura, es casi imposible que haya una medida exacta y comun á todas. Lo mas perjudicial es que en pólvora de una misma calidad, la mas redonda y gruesa pesa mas en igual volúmen; y en igual peso tiene mayor actividad empleada en cantidades considerables. Si sucediese lo contrario, un error compensaría el otro, como acontece en varias cosas; pero en esta el uno agrava al otro. Parece que el único arbitrio de eludir esta dificultad es pesar la pólvora, siempre que se necesite exactitud; mas este medio es muy prolijo, y aun casi impracticable en muchas ocasiones: asi creemos seria muy útil tener varios juegos de medidas de tres especies para pólvora gruesa, mediana y menuda.

35. Hemos recorrido los defectos mas principales de un almacen: de los muchos restantes, unos son muy sencillos, y muestran su calidad á primera vista; y otros y con ellos varios de los que se han enumerado, necesitan para su reconocimiento el auxilio de artesanos hábiles: ya digimos al principio que nunca se debe confiar un oficial enteramente de ellos; pero sí examinar sus razones, cotejarlas con las de otros, y adherirse en fin al partido que le parezca mas útil y ventajoso al real servicio, que es el sólido y verdadero objeto que debe tener en todas sus comisiones.

## Número II.

*Del método de formar el inventario de los efectos y utensilios de una plaza.*

36. El inventario de los almacenes de una plaza se forma ordinariamente para hacer ver el guarda-almacen de ella la existencia de los efectos que están á su cargo, y la legítima estraccion de los que falten: en este caso se arregla por el que últimamente se habrá hecho, y se añade y quita el cargo y data. En tales inventarios no suele haber ningún reconocimiento, y se estiende la relacion ó estado sin espresion de lo que necesita recomponerse ó surtirse, del servicio que puede sacarse de lo inútil, y otras muchas reflexiones que debiera haber: aún la utilidad ó inutilidad de los efectos se gradúa á bulto, y las mas veces sin conocimiento alguno, sinó es el de los inventarios anteriores, que se copian en esta parte. Esta especie de inventarios no es propiamente el objeto de este artículo; pues se reducen á una cuenta del guarda-almacen, tomada y formalizada por el comisario.

37. Pero cuando se trata de formar el inventario de los efectos que se hallan en una plaza nuevamente conquistada ó adquirida; ó que se hace con la intencion de manifestar el servicio que se puede esperar de los de una cualquiera plaza, así para su defensa como para dotar de ellos un ejército, expedicion ó grueso destacamento: entonces se debe formar con toda proligidad y exactitud, y es una co-

mision propia de los oficiales mas hábiles y experimentados.

— 38. Por real resolucion de 9 de mayo de 1738 está mandado, que todos los inventarios ó estados se hagan bajo de una misma fórmula: como esta es muy estensa, y la utilidad de copiarla toda se reduce á saber los nombres de los efectos, que suele haber en un almacen (lo que facilmente se puede conseguir ó por los anteriores inventarios, ó por estados sueltos que muchos tienen y se hallan impresos, ó por la coleccion de ordenanzas donde se encuentra, ó en fin por la práctica); nos escusaremos de trasladarla, y solo pondremos las clases en que se deben distribuir todos los efectos para espresarlos con la mayor claridad, que son las siguientes:

*Cañones de bronce.*

*Morteros y pedreros de bronce.*

*Bronces, cobres y estaños.*

*Cañones de hierro.*

*Morteros y pedreros de hierro.*

*Cureñas de campaña.*

*Cureñas de plaza.*

*Cureñas de marina.*

*Armones ó abantrenes.*

*Afustes de morteros.*

*Pertrechos para montar y mover piezas.*

*Armas y utensilios para servicio de las piezas.*

*Armas sueltas de las piezas.*

*Armas y utensilios para el servicio de morteros.*

*Balas rasas para los 7 calibres regulares de mar y tierra.*

*Metralla para idem.*

- Balas enramadas ó de palanqueta.*  
*Pasabalas de los 7 calibres.*  
*Balas rasas de calibres irregulares.*  
*Pasabalas para las de calibres irregulares.*  
*Instrumentos para balas rojas.*  
*Instrumentos para echar granos.*  
*Bombas y granadas reales.*  
*Granadas de mano.*  
*Espoletas de bombas y de granadas de mano.*  
*Ingredientes y utensilios para fuegos artificiales.*  
*Carruages.*  
*Cordage.*  
*Maderámen.*  
*Puentes portátiles.*  
*Hierro nuevo y acero.*  
*Clavazon nueva.*  
*Herramienta de carpinteros.*  
*Herramienta de carreteros.*  
*Herramienta de herreros.*  
*Herramienta de armeros.*  
*Herramienta de toneleros.*  
*Herramienta de serradores.*  
*Herramienta de mariscal.*  
*Armas y utensilios de caballería.*  
*Municiones para infantería y caballería.*  
*Instrumentos para fundir balas de plomo.*  
*Instrumentos de gastadores.*  
*Instrumentos de minadores.*  
*Tiendas de campaña y utensilios del egército y parque de artillería.*

— 39. Esta division de artículos dará norma para dividir todos los efectos de un almacén en otras tan-

tas clases, colocándolos en el mismo almacén, ó fuera, separadamente, y reconociéndolos despues como hemos dicho en el número anterior: al mismo tiempo se irá formando el borrador del estado ó relacion, y expresando en él la calidad de los efectos.

—40. En la formacion del estado ó inventario, cuando los efectos sean de buen servicio, mediano servicio ó enteramente inútiles y de ningun valor, bastará poner el número de los que hubiese de dichas calidades, bajo una de las tres columnas que se formarán al márgen derecho: de modo, que todo el estado debe ir en la forma siguiente.

	Cañones de bronce.	Buen servicio.	Mediano Inútil
Cañones de 4	30		
Cañones de 8	18		
Cañones de 12	10		
Cañones de 16	5		
Cañones de 20	3		
Cañones de 24	2		
Cañones de 30	1		
Cañones de 36	1		
Cañones de 42	1		
Cañones de 48	1		
Cañones de 54	1		
Cañones de 60	1		
Cañones de 66	1		
Cañones de 72	1		
Cañones de 78	1		
Cañones de 84	1		
Cañones de 90	1		
Cañones de 96	1		
Cañones de 102	1		
Cañones de 108	1		
Cañones de 114	1		
Cañones de 120	1		
Cañones de 126	1		
Cañones de 132	1		
Cañones de 138	1		
Cañones de 144	1		
Cañones de 150	1		
Cañones de 156	1		
Cañones de 162	1		
Cañones de 168	1		
Cañones de 174	1		
Cañones de 180	1		
Cañones de 186	1		
Cañones de 192	1		
Cañones de 198	1		
Cañones de 204	1		
Cañones de 210	1		
Cañones de 216	1		
Cañones de 222	1		
Cañones de 228	1		
Cañones de 234	1		
Cañones de 240	1		
Cañones de 246	1		
Cañones de 252	1		
Cañones de 258	1		
Cañones de 264	1		
Cañones de 270	1		
Cañones de 276	1		
Cañones de 282	1		
Cañones de 288	1		
Cañones de 294	1		
Cañones de 300	1		
Cañones de 306	1		
Cañones de 312	1		
Cañones de 318	1		
Cañones de 324	1		
Cañones de 330	1		
Cañones de 336	1		
Cañones de 342	1		
Cañones de 348	1		
Cañones de 354	1		
Cañones de 360	1		
Cañones de 366	1		
Cañones de 372	1		
Cañones de 378	1		
Cañones de 384	1		
Cañones de 390	1		
Cañones de 396	1		
Cañones de 402	1		
Cañones de 408	1		
Cañones de 414	1		
Cañones de 420	1		
Cañones de 426	1		
Cañones de 432	1		
Cañones de 438	1		
Cañones de 444	1		
Cañones de 450	1		
Cañones de 456	1		
Cañones de 462	1		
Cañones de 468	1		
Cañones de 474	1		
Cañones de 480	1		
Cañones de 486	1		
Cañones de 492	1		
Cañones de 498	1		
Cañones de 504	1		
Cañones de 510	1		
Cañones de 516	1		
Cañones de 522	1		
Cañones de 528	1		
Cañones de 534	1		
Cañones de 540	1		
Cañones de 546	1		
Cañones de 552	1		
Cañones de 558	1		
Cañones de 564	1		
Cañones de 570	1		
Cañones de 576	1		
Cañones de 582	1		
Cañones de 588	1		
Cañones de 594	1		
Cañones de 600	1		
Cañones de 606	1		
Cañones de 612	1		
Cañones de 618	1		
Cañones de 624	1		
Cañones de 630	1		
Cañones de 636	1		
Cañones de 642	1		
Cañones de 648	1		
Cañones de 654	1		
Cañones de 660	1		
Cañones de 666	1		
Cañones de 672	1		
Cañones de 678	1		
Cañones de 684	1		
Cañones de 690	1		
Cañones de 696	1		
Cañones de 702	1		
Cañones de 708	1		
Cañones de 714	1		
Cañones de 720	1		
Cañones de 726	1		
Cañones de 732	1		
Cañones de 738	1		
Cañones de 744	1		
Cañones de 750	1		
Cañones de 756	1		
Cañones de 762	1		
Cañones de 768	1		
Cañones de 774	1		
Cañones de 780	1		
Cañones de 786	1		
Cañones de 792	1		
Cañones de 798	1		
Cañones de 804	1		
Cañones de 810	1		
Cañones de 816	1		
Cañones de 822	1		
Cañones de 828	1		
Cañones de 834	1		
Cañones de 840	1		
Cañones de 846	1		
Cañones de 852	1		
Cañones de 858	1		
Cañones de 864	1		
Cañones de 870	1		
Cañones de 876	1		
Cañones de 882	1		
Cañones de 888	1		
Cañones de 894	1		
Cañones de 900	1		
Cañones de 906	1		
Cañones de 912	1		
Cañones de 918	1		
Cañones de 924	1		
Cañones de 930	1		
Cañones de 936	1		
Cañones de 942	1		
Cañones de 948	1		
Cañones de 954	1		
Cañones de 960	1		
Cañones de 966	1		
Cañones de 972	1		
Cañones de 978	1		
Cañones de 984	1		
Cañones de 990	1		
Cañones de 996	1		
Cañones de 1000	1		
Total de cañones de bronce de todos calibres	30	8	

*Relacion de la artilleria, montages, armones, carruages, pertrechos, municiones, y demas géneros que se hallan en los reales almacenes de esta plaza de N. con espresion de lo que está de buen servicio, mediano ó inútil; hecho con intervencion del comisario D. N.*

Cañones de bronce.      Buen servicio.      Mediano.      Inútil.

<i>Cañones de á 36</i> -----	2	-----	1	-----	1
<i>Id. de á 24</i> -----	6	-----	0	-----	0
<i>Id. de á 18</i> -----	0	-----	5	-----	3
<i>Id. de á 16</i> -----	8	-----	2	-----	0
<i>Id. de á 12</i> -----	4	-----	3	-----	1
<i>Id. de á 8</i> -----	3	-----	3	-----	0
<i>Id. de á 6</i> -----	3	-----	2	-----	1
<i>Id. de á 4</i> -----	10	-----	4	-----	2
<hr/>					
Total de cañon. de bron-	} 36	-----	20	-----	8
ce de todos calibres---					

- 41. Con el mismo método y bajo la misma fórmula se estenderán los demás artículos, que espusimos arriba. Al fin de cada uno se espondrán las recomposiciones, que se pueden hacer para habilitar los efectos, añadiendo el gasto ó dispendio de ellas. Tambien se propondrá la venta de los efectos, de que no se puede sacar utilidad alguna, con el cálculo de lo que producirán.
- 42. Cuando el estado que se forma se ha de combinar con otro de dotacion, se reducirán todos los efectos á de buen servicio, y se espresarán en el estado en una sola coluna, que será la 2.<sup>a</sup>: en la 1.<sup>a</sup> se deberá estender la dotacion: y en la 3.<sup>a</sup> la diferencia de dichas columnas: de modo que espresese lo que sobre ó falte de cada género.
- 43. Finalmente, en estos casos es preciso tener presente y dirigirse por las órdenes ó instrucciones generales, que haya para ellos, y mucho más por las particulares que se den entonces. En efecto despues de la real resolucion de 9 de mayo de 1738 que cita el autor ha habido algunas variaciones sobre el particular, que pueden verse en el reglamento 2.<sup>o</sup> del cuerpo de España artículo 42; y en los 70, 71, 72 y 73 del mismo reglamento de América; y en éste último al folio 321 se halla la fórmula bajo la cual deben hacerse dichos inventarios.

## Número III.

*Reflexiones que deben observarse para el buen orden, limpieza y conservacion de los géneros y municiones en los almacenes.*

44. Si todos los almacenes que hay en las plazas de armas estuviesen fabricados bajo de un mismo diseño, con la sola diferencia de ser sus magnitudes proporcionadas al número de pertrechos, y utensilios que hubiesen de guardar, bastaría para desempeñar el objeto de este artículo un solo plano de las varias vistas de un almacén, con el orden y colocación que debieran tener en él los efectos que encierra; pero como apenas se encontrarán dos almacenes con unas mismas proporciones, porque se diferencian ó por la diversidad del terreno, ó por las ideas de los directores, ó en fin por sustituirseles muchas veces otros edificios hechos á distinto fin: nos es preciso dar noticia de las reflexiones mas generales, que se deben tener presentes para el indispensable arreglo, limpieza y conservacion de los géneros. Con ellas se podrán corregir los defectos mas esenciales de los edificios destinados á este fin, si no bastasen los diversos órdenes de colocación que se pueden formar de los pertrechos para remediarlos.

45. Una de las principales circunstancias que se ha de observar en la colocación de los efectos es que estén separados, y en lugar propio y accesible; de suerte que se pueda remover y extraer cualquiera género, sin tener que llegar á los otros: de cuantos defectos puede haber en un almacén es el mayor la

confusion y mezcla de los efectos; pero para circunstanciar más este principio, dar reglas para seguirle, y proceder con claridad en este número, trataremos consecutivamente del orden y colocacion que se deben dar á cada especie de efectos.

—46. Los almacenes de pólvora debieran ocupar el primer lugar, pues son los que exigen mayores precauciones y cuidado; pero dejamos de hablar de ellos, por haberse ya ejecutado en el artículo I.

47. Los cañones se ponen á la derecha é izquierda del patio del almacén: de modo que los de un mismo calibre se unan por sus muñones, los fogones hácia abajo, y las culatas elevadas á fin que no entre agua en sus ánimas. En el invierno se deben desmontar tambien las piezas que haya en la muralla, dejándolas sobre polines, á escepcion de las que deban quedar para salvas, saludos ú otros fines; pero cuando no haya para estas una especie de manteletes ó tiendas que las cubran, se deben poner en cubiertas, que siendo casi inútiles, se pierda poco en su entera destruccion.

—48. Las balas se apilan tambien en los patios de los almacenes, separadamente las de cada calibre: estas pilas deben ser regulares, lo que se consigue formando el primer orden de ellas, que ha de ser la base de la pirámide de una figura regular, como la de un triángulo equilátero, un cuadrado ó un rectángulo, y poniendo despues los demas órdenes en los huecos que forman cada tres ó cuatro del orden inferior. Ademas que esta especie de colocacion da cierta simetria y sujecion á las balas, tiene la ventaja de que se puede contar prontamente el número que compone una pila. La lámina 2.<sup>a</sup> de este artículo representa estas pilas de balas. La figu-



ra 1.<sup>a</sup> es la base de una pila cuadrangular vista en perspectiva (figura 2.<sup>a</sup>). La figura 3.<sup>a</sup> es la base de una pila triangular tambien vista en perspectiva (figura 4.<sup>a</sup>). Por último en la figura 5.<sup>a</sup> esta representada la base de una pila rectangular igualmente vista en perspectiva (figura 6.<sup>a</sup>).

49. Por la simple inspeccion de estas pilas se observa que todos sus lados ó caras se componen de órdenes de balas que forman progresiones aritméticas de diferencias constantes, cual es la unidad; y así, por medio de la teoría de las séries se encuentra el número de balas que entran en cada pila. Siguiendo estos principios, y suponiendo  $x$  el número de balas de una pila cuadrangular, la fórmula que espresa las balas que contenga dicha pila

será  $\frac{2x^3 + 3x^2 + x}{6}$ : de modo, que una pila cuadrada de balas, cuya base sea de cuatro balas por

lado contendrá  $\frac{128 + 48 + 4}{6} = 30$  balas. Si la base es triangular, y su lado igual  $x$ , el número de

balas será  $\frac{x^3 + 3x^2 + 2x}{6}$ : y así, si el número de balas del lado de una pirámide triangular es 5, el

número de balas que contendrá será  $\frac{125 + 75 + 10}{6}$

$= 35$ . Las pirámides rectangulares se pueden calcular de una sola vez; para ello es preciso saber, que el número de balas que contiene un triángulo, su-

poniendo  $x$  su lado, es  $\frac{x^2 + x}{2}$ . Con este supuesto se

podrá calcular la pirámide ó pila rectangular en la inteligencia de que consta de una pila cuadrada, cuyo lado es el menor de la base de la pila, y de tan-



tos triángulos de balas de igual lado, cuanta es la diferencia del lado menor al mayor; así, una pila rectangular, cuyo lado menor sea  $x$ , y  $z$  el mayor tendrá por espresion de las balas que contiene

$$\frac{20x^3 + 3x^2 + x}{6} + \frac{x^2z + xz - x^3 - x^2}{2}$$

$\frac{3x^2z + 3xz + x - x^3}{6}$ : de modo, que si el número de balas del lado menor de una pila de estas es 5 y el mayor 24, esto es  $x = 5$ ,  $z = 24$  será el número total de balas  $\frac{1800 + 360 + 5 - 125}{6} = 340$ .

— 50. Se ha dicho que los cañones se colocan á los costados del patio; y los morteros al frente, montados si tienen afustes de bronce, y sinó boca abajo sobre el piso ó tablones viejos.

— 51. Las bombas se apilan del mismo modo que las balas y detras de los morteros, con las boquetas hácia abajo para que no entre el agua, que las corroería demasiado; pero se ha de tener presente dar lugar, para que por todas partes puedan pasar cuereñas y carros.

— 52. Los pedreros se ponen al lado restante del patio frente de los morteros; es decir, á derecha é izquierda de la puerta, colocados boca abajo sobre tablones.

— 53. Las granadas se apilan igualmente que las bombas, con las boquetas hácia abajo; pero se debe advertir, que como es difícil que se mantengan las de la base en equilibrio sobre las bocas, es preciso poner una especie de balaustre que las detenga; pues sinó rodarian y se desharía su colocacion simétrica.

— 54. Segun lo que llevamos espuesto los cañones,

morteros, balas y bombas se colocan al descubierto, espuestos al agua y demas intemperies. Cuando los cañones y demas piezas son de bronce, no tiene inconveniente alguno esta práctica; pero cuando son de hierro, y lo mismo decimos de balas, bombas y granadas, el agua los maltrata, convirtiendo en herrumbre sus superficies, y al cabo de algunos años llega á ser notable este defecto: por lo que siempre que haya proporcion para poner dichos efectos en tinglados, se deberá egecutar.

55. Los cubiertos ó tinglados principales de los almacenes deben tener puertas muy grandes á la entrada y salida de ellos; y las cureñas se ponen en los mas próximos á sus respectivos cañones. Su colocación debe ser en hileras, tiradas á cordel á lo largo del almacen: la primera cureña que entre, se sitúa al fin, levantada de contera por medio de un caballete que sostenga sus gualderas; y todas las demas de igual calibre la van siguiendo, y ordenándose de modo que levantadas de contera descansen sobre las gualderas de la que le precede, de suerte que se toquen las ruedas de todas ellas: con este método las cureñas que cabrán á lo largo en un tinglado serán tantas como diámetros de las ruedas, y estension de unas gualderas contenga su longitud. Pero siempre se ha de tener cuidado de separar en distintas hileras las cureñas de diferentes calibres, y dejar entre las hileras 9, ó 10 pies de distancia, para poder removerlas sin confusion.

56. Los arzones se ordenan del mismo modo que las cureñas: el primero debe descansar todo en el pavimento, y los demas cargarse unos sobre otros; de modo que sus ruedas se toquen. Los carros fuertes se colocan unos despues de otros, elevando solo las

lanzas. Los carros de municiones se arreglan como las cureñas, con la sola diferencia de que el primero se pone con las varas elevadas, de modo que descansa sobre el inmediato hasta que las ruedas se toquen.

57. Las cábricas, escaletas y trinquibales se deben colocar á la entrada de los almacenes, porque son los útiles mas necesarios para mover, montar, desmontar piezas, y cualesquiera otros efectos muy pesados. Las paredes de los tinglados que encierren el carruage, deben estar guarnecidas de perchas, armeros ó especies de estantes, donde se coloquen con separacion y orden los espeques, cucharas, atacadores, sacatrapos, escobillones, rascadores, y demas armas del servicio de los cañones: tambien se pueden colocar semejantes perchas, y aun será mejor, en la nave de enmedio de los almacenes; cada una debe tener un número que especifique el calibre para que son los utensilios que contiene.

58. Debajo de la escalera que sube al primer piso, se puede poner un depósito pequeño en arcones con llave, que encierren algunos útiles de los que puedan necesitarse con frecuencia: tales serán algunos tirantes, gatos, clavos, estaquillas, mazos, martillos, unto para los eges, barrenas y otros útiles de esta especie.

59. El plomo se pone en cuevas ó bóvedas subterráneas que estén bien secas: los barriles que le contengan se apilan á dos de altura sobre maderos ó entarimados fuertes, teniendo cuidado de dejar espacio suficiente para poder removerlos y pasar facilmente. Es de notar que el guarda-almacen debe conocer los diferentes calibres de balas que encierran los barriles, y tenerlos numerados con claridad, no sea que por remitir balas de calibre ordinario de

fusil para alguna accion, las remita de otro mayor; lo que ha solido suceder algunas veces. Tambien se debe procurar que haya balas para todas las especies de armas que contenga el almacen, y cuando no, suficiente cantidad de moldes para hacerlas.

60. Las mechas, como ya digimos en el artículo VI. se guardan en toneles ó barriles, que se ponen á tres de altura en piezas altas y muy secas. En ciertos tiempos se deben abrir algunos barriles para examinar si se han humedecido, y en este caso despues de asolearlas se sacuden fuertemente para que despidan el polvo: tambien se suelen poner en rollos sin embarrillar sobre tablones á 7 ú 8 rollos de altura: cuidando siempre de que no estén en piezas húmedas ni bajas.

61. Los sacos terreros se ponen exactamente contados en barriles semejantes á los de la mecha ó en serones, numerando en cada uno los sacos que encierra: se acomodan en la misma pieza que las mechas y tambien á tres de altura.

62. El cordage poco grueso se suele embarrillar como la mecha, y entonces se rotulan los barriles, y se ponen solo á dos de altura á causa de su mucho peso; pero los cables, maromas y demas cordage grueso se dejan enroscados en la misma pieza que el otro, teniendo cuidado que sea muy seca, porque la humedad los corrompe ó altera su calidad.

63. La colocacion y orden de las maderas en un almacen merece particular atencion; pues es necesario resguardarlas del agua y humedad notable, porque no se pudran, y al mismo tiempo esponerlas al aire para precaverlas de la polilla; y asi no se deben ajustar unos maderos con otros, sinó dejar algunos intersticios ó huecos para dar paso al aire. En

este supuesto los frascos de pólvora se apilan por calibres, es decir, por magnitudes de diámetro y longitudes, poniendo tres ó cuatro cuñas de una pulgada de grueso entre cada uno, á fin que el aire pueda pasar y conservar la madera. Los tablones y tablas se apilan tambien con cuñas como los frascos. Las viguetas ó maderos pequeños haciendo el segundo orden una especie de reja con el inferior: esto es, poniendo en el primer orden todas las piezas de madera paralelas y distantes unas de otras, y haciendo que las del segundo orden crucen sobre las del primero y tengan la misma posicion; y así se continúa hasta que la pila tenga ocho pies de altura. Las pinas se apilan dos en una direccion y dos en otra, con las curvaturas hácia dentro: la altura de sus pilas debe de ser de 15 á 16 pies. Los rayos se apilan como las viguetas. Los eges se ponen tambien unos sobre otros. Los cubos de las ruedas no se conservan bien sinó bajo del agua ó en lugares muy húmedos; porque conviene que no estén secos cuando se trabajen: véase el número IV. del artículo IV.

64. El salitre, azufre y los barriles de espoletas, que son materiales para fuegos de artificio, y que exigen un lugar seco, se ponen en parage apropiado y separado; y cuando no lo haya, en un extremo de la pieza de las mechas y sacos terreros; debiendo estar bien cerrados los barriles, y numerados con espresion de las especies, peso y número. Los aceites para artificios se deben poner en cuevas ó lugares frescos, para que se puedan conservar: las cubas de ellos deben estar fortalecidas con fuertes aros de hierro, y numeradas la cantidad y especie de aceite: debajo de cada una ha de haber un barreño para recoger el aceite que sudan. La pez y demas resi-

nas están ordinariamente en cubetos y barriles, que son precisos para su transporte, y aun para conterlas cuando hay pocas; pero en las plazas donde haya considerable cantidad de resinas se han de poner en grandes artesones, porque como fermentan hacen saltar los aros, y hay que renovar con frecuencia los barriles. Las faginas y camisas embreadas se conservan mejor en lugares secos que en los húmedos.

65. Los instrumentos de minadores y zapadores que tienen mango se colocan por especies en los desvanes en pilas de 4 á 5 pies de altura, los cabos hácia dentro sostenidos por travesaños de madera con sus muescas para sugetarlos, y se hace de modo que la pila sea cuadrada. Los instrumentos que aun no tienen mangos, se ponen por especies en pilas pequeñas de pie y medio de alto solamente para que no sufra el piso.

66. Los gaviones, cestones, espuertas y demas utensilios de rama ó mimbre deben estar siempre á cubierto; pero es de advertir que aunque los lugares húmedos conservan estos utensilios, los pudren tambien si la humedad es considerable: en lugares secos se aflojan y deshacen enteramente.

67. El punto mas delicado y que merece mayor atencion en esta materia, es el de las armas: todas deben estar en lugar seco y aseado. La mejor disposicion que se puede dar á las de fuego como mosquetes, fusiles y carabinas, es en armeros: y solo se deben untar con aceite algunos muelles y eso por la parte interior, y en poca cantidad; pues de lo contrario se forma una pasta que impide su movimiento: tambien es necesario untar la madera, porque el aceite la conserva y es contrario á la polilla. Asi-

mismo se deben tapar todas las bocas de los cañones con cilindros de madera para impedir la introduccion del polvo. Se han de tener de prevencion varios instrumentos para lavar y limpiar por soldados en una sala de armas las que tuviesen necesidad. Las picas y demas armas de asta ó muy largas deben ponerse horizontalmente, y que descansen con igualdad, porque de lo contrario se encorvan.

68. El acero, hierro, clavos, pesos, romanas, medidas y otros utensilios, que seria muy prolijo individualizar, se deberán colocar en los parages mas oportunos y secos, donde se puedan conservar largo tiempo en estado de servir. Para que no sea preciso romper un barril, para saber la calidad y especie de los clavos que encierra, se pondrá pendiente de un hilo uno de la especie que contiene el barril.

69. Se han espuesto concisamente la disposicion y situacion de los principales efectos de artilleria en un almacén; mas como este pueda tener muy distintas dimensiones y proporciones, siempre será preciso acomodarse á él en cuanto se pueda sin incurrir en colocar los efectos de una especie en distintos lugares y sin arreglo. Igualmente se hace indispensable no omitir diligencia á fin que todos estén en piezas oportunas para su mejor conservacion: á este efecto se elevarán pavimentos, abrirán y cerrarán puertas y ventanas, se harán armarios, y tomarán todas las precauciones que dicte la esperiencia y que hemos insinuado. Los gastos que originen estas obras quedarán escesivamente compensados con la mejor conservacion de los géneros: así seria una economia muy mal entendida el suprimirlos cuando se crean precisos y aun útiles. Véanse en fin algu-

nas otras reflexiones concernientes á la conservacion de los efectos mas principales.

70. El hierro es entre todos los metales el que está mas espuesto á ser alterado con el aire y humedad. Tiene tal afinidad con el oxígeno que se apodera y combina con suma facilidad con el que se halla en el aire atmosférico y con el que entra en la composicion del agua. De aquí resulta aquella costra que se forma en nuestras armas y en toda pieza de hierro que cuando negra es un óxido del hierro al *minimum*, es decir con 27 á 30 por  $\frac{0}{0}$  del oxígeno, y cuando es encarnada llega á tener hasta 48 del mismo principio. Esta costra se desprende con facilidad, y se vuelve á formar otra nueva; de suerte que con el tiempo vendria á desaparecer todo el metal de lo que se infiere lo perjudicial que le puede ser. Despues de oxidado el hierro se combina tambien con el ácido carbónico que se halla en la atmósfera, formando un verdadero carbonato de hierro; pero se ha notado que estas transformaciones del hierro no se verifican con igual prontitud y facilidad en todos los países pues contribuye á ello cierta temperatura de la atmósfera; y así en Segovia por ejemplo, que no deja de ser un país bastante húmedo, pero frio, necesita el hierro mucho tiempo para formar esta costra ú oxidarse. Cuando en un país templado como todo puerto de mar y sus cercanias, lo hace con suma celeridad; lo que deberá tenerse presente para saber preservarle segun la necesidad.

71. En ciertos efectos gruesos y nada delicados de hierro importa á la verdad muy poco que sus

superficies se desigualen y pierdan parte de su grueso; ó á lo menos, el costo y trabajo que pide su conservacion, esceden á las utilidades que se sacarian de ella. Pero en otros muchos, como las armas blancas, muelles y otras piezas delicadas, se pierde el todo no precaviendo el herrumbre. Contra el que se han aconsejado varios preservativos como la cal, las grasas y aceites, de los que no dejaria de ser muy útil usar, particularmente en los almacenes muy húmedos, y en que por lo regular se enmohece mucho el hierro. En caso que por observaciones y esperiencias se encuentre ventajoso usar de ellos, se podrán poner envueltas en cal las piezas menudas de hierro y acero, como hojas y puños de espada ó sable, llaves de las armas de fuego, herramientas de artesanos, &c. y las piezas mayores que convenga conservar con sus justas dimensiones, como los cañones de hierro se podrian pintar con el unto siguiente, que segun Homberg es el mas acomodado á este efecto. Tómense ocho libras de manteca de cerdo y cuatro onzas de alcanfor: despues de liquidadas al fuego, mézclense con cantidad de polvo de hornaguera hasta que la composicion tome un color muy oscuro, y frótese con ella el hierro despues de haberle caldeado.

72. Las maderas exigen tambien especial cuidado en su conservacion: por lo tanto volvemos á repetir se tenga presente quanto se deja espuesto en el artículo IV. acerca de ellas, tanto para asegurarse de su buena calidad antes de cortar los árboles; como para saber apreciar la calidad de estos despues de apeados, preparar y conservar sus maderas.

73. Ultimamente como para la conservacion de los efectos de un almacen y de una plaza, contribuya

en gran manera el aseo y vigilancia sobre ellos, insertamos aquí la siguiente real instrucción compuesta de catorce artículos concernientes al resguardo, y orden que se deben observar con dichos efectos.

**I.**

74. Primeramente las cureñas que se halláren en parages descubiertos, espuestas á las inclemencias de los tiempos, se han de remover y limpiar todos los meses con el mayor cuidado; quitándolas el barro, polvo ó otra cualquiera inmundicia que tengan: y á las que se hallen empleadas con artillería, se les volverán las ruedas, de suerte que siempre descansan la gravedad del peso que mantienen sobre diferente parte de ellas, poniendo al tiempo que se egecuté dicho movimiento mensual toda atención en revistar las piezas que puedan faltar á cada cureña (ya sea de madera ó fierro) para que acudiendo á su puntual recomposición, se llegue á evitar el mayor daño que podría ocasionarse de no acudir con el reparo; cuya igual práctica se ha de seguir con todo el demás carruage que se halle al descubierto.

**II.**

75. Las armas destinadas para servicio de la artillería montada, que serán compuestas de cucharas, atacador y lanada, sacatrapos y rascadores, espeques, guardafuegos, agujas de fogon, y chifles se moverán y limpiarán del modo, y al tiempo expresado en el capítulo antecedente: y deberán permanecer resguardadas en los puestos señalados, aunque sean en los cuerpos de guardia en caso de no haber otros, colo-

cadadas en la mejor forma, sin que se puedan estraer sinó cuando sean precisas para servicio y manejo de las piezas de su destino: ó en caso de urgencia en alguno de los demas puestos.

## III.

76. Los cañones que hubiesen de quedar montados en tiempo de paz, y sirvan para salvas ó sin esta circunstancia, quedarán colocados en plataformas de piedra niveladas, dando parte al ministro de guerra, ó al que tenga á su cargo las dependencias de artillería, de los parages en que ya no las hubiere, para que providencie su construccion, en cuyo ínterin permanecerán las de tablonés, entreteniéndolas igualmente de nivel, pero insensiblemente declinadas hácia la parte del parapeto, y siempre mas elevadas que el terreno en que se hallen, para que con facilidad tengan vertiente las aguas, que las podririan con mucha mas brevedad en defecto de esta providencia.

## IV.

77. Las cureñas y demas géneros de carruages de cualquiera suerte que sean, que se hayan de mantener en almacenes, cobertizos ó depósitos, mas ó menos resguardados de las inclemencias de los tiempos, se han de remover á lo menos de tres en tres meses, observando siempre el cuidado del diferente asiento de las ruedas, y la formalidad de la limpieza y reconocimiento prevenida en el capítulo primero, sin esceptuarse de dicho movimiento las cureñas ó carruages que se hallen desmontados y apilados; y durante el verano, despues de limpios muy bien, se

remojarán con agua especialmente los cubos y pinas de sus ruedas una vez cada mes, ó á la discrecion del sugeto que estuviere encargado de esta observancia, segun las mas ó menos necesidades que tenga el carruage de este beneficio, respecto á los parages en que se halle : bien entendido que al que no esté resguardado del sol no se le deberá echar agua, pues en tal caso le sería mas dañosa que útil.

## V.

78. Todo género de afuste de mortero ó pedrero de madera deberá ponerse levantado del suelo sobre algunos polines, ú otra cosa de igual altura, y se limpiará cada mes el polvo que tuvieren, moviéndolos á proporcion que lo requiera lo húmedo ó descubierto del parage donde se hallen colocados, cuya práctica se egecutará tambien con toda especie de arrastre, aparejos y otros géneros de madera á este tenor, á fin de que no padezcan detrimento alguno que los inutilice.

## VI.

79. Asimismo se habrán de mover de tres en tres meses y quitarles el polvo á las cábricas, escaletas, criques y demas géneros de maderas en general, que sirven para varios fines, y están espuestos á perderse con la humedad y carcoma, si subsistiesen sin removerse; y el mismo cuidado se habrá de tener con toda especie de cordages, y otros géneros de lino, estambre, lana, ante, correa, cuero y otros que las mas veces suelen hallarse mal resguardados y colocados en los almacenes.

## VII.

80. Todo género de armas de fuego, como tambien las blancas, en que se comprenderán las que tengan asta, y los petos, espaldares, morriones y casquetes se han de entretener cuidadosamente siempre limpias, y untadas en el todo ó en las partes que lo necesiten; como asimismo las llaves, guarniciones, ó piezas sueltas, que de unas y otras hubiese, segun sea conveniente para su conservacion.

## VIII.

81. Siendo tambien la pólvora género muy expuesto á deteriorarse por la facilidad con que los materiales de que se compone perciben cualquiera humedad; se deberá tener especial cuidado al tiempo de recibir esta municion, de reconocer muy por menor su calidad, y la de sus sacos y barriles, observando rigurosamente tenga cualquiera de estos géneros todas las calidades y circunstancias prevenidas: y que la prueba se egecute fielmente en todos los parages donde llegue en derechura de las fábricas sin escepcion alguna, en papel ó mesa, y con fusil de municion de infantería, arreglado al calibre último de la ordenanza y balas correspondientes, sin que la carga esceda de la regular, que se considera la equivalente á veinte y cuatro tiros en libra, y se reduce á diez adarmes y dos tercios cada tiro de cuya cantidad se debe proveer el cebo, y disparando á cuatrocientos pasos de distancia contra una pared de piedra deberá la bala hacerse pedazos ó á lo menos plasta muy llana. Y consistiendo mucho la conser-

vacion de las pólvoras en la calidad de los almacenes y repuestos donde se depositan, se ha de usar del arbitrio de poner tarimas, y abrir las ventanas ó respiraderos en el verano, y de otros medios que parezcan útiles al mayor resguardo de las humedades: observando asimismo la práctica que se manda guardar en la instruccion hecha para el modo en que se deben ejecutar los asoleos, siempre que se vea ser necesario este beneficio para restablecimiento de dicha municion.

## IX.

82. Para que en ningun tiempo pueda haber disculpa en quien contraviniendo á lo prevenido incurriese en falta ó descuido, prestando escasez de gente y operarios para su observancia; se declara desde luego que quedan constituidos á facilitar los artilleros competentes para dichas faenas los gobernadores de plazas en que se hallen; y en su defecto deberán suplir á los artilleros los soldados de la guarnicion, cuartel, destacamento, ó cualquiera tropa que se hallase en los parages donde se ofrezcan los espresados trabajos, sin exceptuar de ellos á los inválidos, dragones y soldados de caballeria cuando no haya otros; sin que para esta observancia sea necesaria mas orden particular que esta instruccion, á cuyo intento se pasan egemplares impresos á los capitanes generales, y comandantes de provincias y á los de artilleria, para que distribuyéndolos á los individuos á quienes compete, se hallen todos en su inteligencia, y ninguno pueda negarse á concurrir con el número de soldados, que de la tropa de su comando se pidiere por los comandantes, gefes ó depen-

dientes de artillería encargados de las antecedentes observancias, por considerarlos precisos para las faenas prevenidas y demas que puedan ofrecerse, sin interpretacion contraria á esta disposicion, ni mas escepcion que la de lo prevenido en el capitulo sétimo por lo tocante á la limpieza y entretenimiento de las armas de fuego, y blancas que debe practicarse; en cuanto á las primeras por los maestros armeros nombrados y asalariados por el rey, y por maestros espaderos que se deberán buscar: las segundas, pagándoseles á estos lo justo cuando sean empleados: para cuya satisfaccion se darán las necesarias providencias por el ministro de la guerra, siempre que preceda competente aviso, con noticia del importe, por el comandante, oficial ó individuo que se hallare responsable de este encargo, en el parage donde se haya de practicar.

## X.

83. Todos los pertrechos, géneros y demas efectos de artillería han de estar curiosamente colocados, y con la posible simetría para que siempre se hallen de suerte que se puedan ver y distinguir, y sus almacenes ó depósitos bien barridos, sus paredes y techados limpios de polvo, telarañas ú otras cualesquiera inmundicias, observando se pongan en estantes los géneros que lo requieran, y otros amontonados por divisiones, y apilados segun corresponda á cada especie, de forma que se puedan contar; pero siempre mas internadas y reclusas las cosas codiciosas y fáciles al extravío por lo regular, que es la entrada en los almacenes de distintas especies de gentes para las operaciones que se hubiesen de ejecutar.

## XI.

84. En los referidos almacenes ó depósitos de artillería no se ha de recoger género, efecto, ni cosa alguna, que no sea propia y perteneciente á S. M. sin que incurran en este abuso ni los mismos guarda-almacenes, ni otros; en cuyos parages nadie podrá entrar sin escepcion de personas, que no sea con la debida decencia (á distincion de los almacenes de pólvora por lo tocante á espadines y bastones) y aun á los operarios y peones se obligará á que degen sus capas á la entrada, y no se permitirá que en los almacenes haya corrillos, juegos, ni aun por diversion: tampoco en ellos se ha de admitir género ni municiones de víveres, sinó es que sea en un caso preciso de no encontrarse por modo alguno parage en donde ponerlos, para los cuales se deberán solicitar almacenes separados; y por ninguna forma se podrá obligar á los guarda-almacenes ni otros individuos de la artillería á que se hagan cargo de ellos ni den recibo, en cuya esencion no se comprenden los guarda-almacenes de Melilla, Peñon y Alhucemas, que deben hacerse cargo de artillería, materiales y bastimentos.

## XII.

85. Y si para el exacto cumplimiento de estas providencias faltasen en algunos parages instrumentos, espeques ú otras cosas, desde luego los sujetos constituidos en los referidos encargos deberán recurrir avisando de lo que necesiten á sus inmediatos gefes de artillería, y estos en derechura al ministro de la guerra para que pueda providenciar lo conveniente para su apronto.

## XIII.

86. Todos los comandantes ó gefes, oficiales de artillería y comisarios de cualquiera provincia, reino, plaza y otros parages donde hubiese pertrechos, géneros y efectos pertenecientes á ella, han de vigilar sobre la observancia de los guarda-almacenes, ú otras personas á cuyo cargo estuvieren, en cuanto en esta instruccion se previene: en cuyo defecto han de quedar aquellos responsables de todos los daños que se originasen y puedan acaecer por omision suya en expedir á tiempo las órdenes correspondientes.

## XIV.

87. Y para que por falta de medios ni orden, no dege de atenderse con puntualidad á estas importancias; se declara, que los gastos que se ocasionaren en ellas se han de satisfacer por los intendentes, precediendo la aprobacion del ministro de la guerra para que se egecuten, y del fondo mensual dotado para entretenimiento de montages de las plazas, juegos de armas para su servicio y máquinas de su manejo.

88. En el número I.º se han espuesto las reflexiones mas precisas sobre el reconocimiento de los géneros y efectos de un almacen de artillería, las cuales son aplicables á cualesquiera otras circunstancias en que sea necesario un igual reconocimiento de cualquiera clase de efectos. En todos los reconocimientos de esta especie no debe guardarse un rigor escrupuloso: este solo es preciso cuando se hayan de recibir géneros de un asentista; pues entonces se de-

be cuidar de que se haya observado en su fábrica la contrata con la mayor puntualidad; y que con la misma correspondan á las pruebas á que se hayan sometido. En los demás casos además del desempeño del servicio, se debe mirar como punto esencial la mayor economía del real erario. En el número II.º se han dado las reglas necesarias para formar los inventarios con inteligencia y utilidad. Y en el III.º se previene la colocacion de los efectos en los almacenes, los medios de conservarlos, y las órdenes que se deben tener presentes en esta parte. Así nos persuadimos que con las reglas y reflexiones espuestas podrá un oficial activo y de alguna esperiencia, desempeñar los encargos que pueda tener relativos al objeto de este artículo. Véase tambien sobre este punto la nueva ordenanza del cuerpo de 1802.



## ARTICULO VIII.

*De las armas de fuego, punta y corte.*

1. **E**n la ciencia militar no hay asunto mas controvertido, y capaz de profundas y sábias discusiones que el objeto de este artículo: han sido, y aun son innumerables las armas usadas por las diversas naciones, y potencias que pueblan la tierra; y que se han variado segun su valor, policía y progresos en la ciencia militar. El manifestar la correspondencia que hay entre el valor é intrepidez de las tropas con las armas de que usa, las ventajas que las distintas especies de estas pueden producir, y cuales sean las mas oportunas al sistema de táctica que se siga, son unos puntos que sólo tocan y pueden ser tratados por los maestros del arte militar, y que además no nos pertenecen directamente: pues nuestra obligación es sólo saber reconocer y apreciar la calidad de las armas actualmente usadas en nuestros egércitos y dirigir sus fábricas.

2. Parece, pues, que nuestro objeto debe ser, señalar las mas justas y adecuadas reglas para dirigir con acierto las fábricas de las armas actuales, á fin de que sean de la mejor calidad, y que tengan las mas convenientes dimensiones para los fines á que se las destinan; mas estas doctrinas aunque de mucha utilidad no pueden ser espuestas con exactitud y bajo principios sólidos, por falta de conocimientos físicos y de repetidos experimentos que para ello serian indispensables.

3. Por otra parte si nos reducimos, como hacen los mas tratados de artilleria, á dar una seca y ári-

da nomenclatura de las armas y sus diferentes piezas, y á copiar las tablas de las proporciones con que está mandado se fabriquen y reconozcan al presente; dejamos reducido á meras prácticas el asunto de este importante artículo, contra lo que se nos ha mandado que egecutemos.

4. Tomando un término medio en el método de tratar las armas, daremos noticia de las que al presente tienen mayor uso en las tropas, que son el fusil y la espada, especificando el mecanismo de su construcción, los métodos de experimentarlas ó probarlas, y algunas reflexiones y noticias concernientes á los medios de perfeccionarlas: representando en el tomo de láminas las figuras correspondientes. También daremos como por digresion una breve noticia de las demas armas, y aun de las antiguas: conocimiento muy propio de un oficial facultativo.

5. Como las armas de punta lo sean tambien regularmente de corte, y ademas haya entre ellas una perfecta uniformidad en sus fábricas y calidades, trataremos de ambas en un solo número, que será el II.º de los dos que compondrán este artículo: destinando el I.º para las armas de fuego que no se montan sobre cureñas y afustes, ó cuyo uso es comun á toda la tropa; pues de las que pertenecen á la artillería se ha tratado en los artículos II.º y III.º

### Número I.

*De las armas de fuego.*

6. La mas antigua de las armas de fuego es el arcabuz, que fue inventado en tiempo de los reyes católicos: su nombre primitivo *acrobuzio* que le pu-

sieron los italianos, denota haberse sustituido á los arcos de los antiguos; así como las piezas de artillería han sucedido con indecibles ventajas á los arietes, ballestones y catapultas. Los primeros arcabuces de cuarenta calibres de largo y onza y media de bala se disparaban por medio de una rueda que hacía el oficio que el pie de gato en nuestros fusiles: su descripción sería prolija, baste decir que por lo complicado de la máquina se abandonaron inmediatamente, inventando otros arcabuces que pendían de un trespies, horquilla ó caballete por un gancho, del cual tomaban su denominación: son tan pesados que necesitan dos hombres para su manejo: se les da fuego con mecha como á las piezas de artillería, y sus alcances son mayores y mas certeros que los del fusil. De estos arcabuces de gancho se encuentran muchos en los almacenes, y son muy útiles en la defensa de las plazas, pero apenas se halla alguno de los de rueda.

7. Lo pesado y poco manejable de los arcabuces dieron lugar al mosquete: este es una arma muy semejante al fusil, con la diferencia de tener en lugar del pie de gato de este, armado de pedernal, un serpiente en que se aseguraba un pedazo de mecha encendida que daba fuego á la carga; pero esta máquina tiene la contra de ser tarda de armarse, é inservible en días lluviosos; por lo que mientras se usó en los ejércitos, jamas fue arma general de ningún cuerpo de ellos, sinó que siempre hubo en la infantería un tercio ó una mitad de piqueros, ó soldados armados de picas.

8. El fusil fue al fin el arma que remplazó los arcabuces y mosquetes, haciéndose general en los dos cuerpos del ejército infantería y dragones á

principios de este siglo: su uso es mas sencillo y pronto que el de las otras armas de fuego, con la ventaja de poder servir aun en los dias de lluvia: es verdad que su tiro suele quedarse sin salir por falta de la piedra, del rastrillo, ó por la de algunos de los muelles; pero sin embargo comparando este defecto con los de las demas armas, queda con mucha superioridad: por esta razon, y la de ser el arma casi única de nuestra infantería, y como el modelo de las demas de fuego, vendrá á ser el objeto de este número, tratando individualmente de él y de todas sus partes.

9. El fusil se compone de cuatro partes principales, á saber, cañon, llave, caja y bayoneta: las primeras le son esenciales en quanto arma de fuego, y la última le es un accesorio, por el cual tiene tambien el uso de arma blanca: trataremos de cada una de estas partes con separacion.

#### *Del cañon.*

10. El cañon que es la parte principal del fusil, es un tubo de hierro cerrado por un extremo en el qual se introduce competente cantidad de pólvora, y encima la bala con la interposicion de un taco: inflamada la pólvora arroja y dirige á esta por la direccion del ege del cañon. A primera vista parece ser obra sencilla hacer un buen cañon; pero exige muchos conocimientos y esperiencia, pues si el cañon falta por la materia de que se fabrica, por su mala union ó poco espesor, será de corta duracion, y reventándose herirá y aun matará á los que estén inmediatos; y si peca por sus proporciones será el tiro incierto y tendrá otros inconvenientes. Veamos qual debe ser la

materia de que se deben fabricar los cañones y sus proporciones.

11. En el artículo III hemos dado varias noticias concernientes á la mejor eleccion y preparacion del hierro, á fin que sea de competente calidad para la fábrica de los cañones; porque ademas de ser el metal mas abundante y barato, despues de batido posee en el mas alto grado las calidades necesarias para la fábrica de toda arma de fuego, que son tener cuerpo y dureza. Es cierto que para los fusiles que se cargan con plomo, metal muy dócil, no es necesaria mucha dureza, y por esta razon parece que los cañones podrian ser de cobre; pero como se dijo en el artículo II. este metal tiene siempre menos cuerpo que el hierro, y ademas siendo cuando puro muy dócil, no podria resistir el uso de la bayoneta, se doblaria el cañon estando caliente, y necesitaria ser mas pesado.

12. De todas las abundantes minas de hierro que se encuentran en España ninguna hay tan apropósito para fabricar cañones como la de Somorrostro en Vizcaya: ademas de ser los fabricados del hierro de esta mina de mejor calidad, solo hay el desperdicio ó merma de un 5 por 100; mientras que es de un 10 el que se padece usando del hierro de otras minas de la misma provincia ó de la de Guipúzcoa. El hierro que produce el mineral de Formigueiros, en los confines del Bierzo y Galicia, es tambien de buena calidad para la fabricacion de cañones.

13. El hierro estraido de dicha mina de Vizcaya en las ferrerías inmediatas, y que se destina para las fábricas de armas, se fragua en planchas ó trozos de la figura de una pirámide rectangular truncada, que tiene tres pies de largo; los lados de su base mayor

son de 4 pulgadas y de  $3\frac{1}{2}$  líneas, y los de la opuesta de 3 pulgadas y  $2\frac{1}{2}$  líneas: el peso de cada plancha es de 10 libras; y el precio de catorce de ellas, (que vienen á pesar 150 libras), es de 100 reales en la fábrica de Plasencia. Este precio ha aumentado considerablemente desde que escribió el autor; y como la alza y baja dependen de muchas circunstancias variables de los tiempos y estado de la nacion, nos parece escusado en una obra de esta naturaleza, indicar el que tiene en el día.

14. Las fraguas en que los fabricantes de cañones de municion trabajan estas planchas hasta formar los cañones, son de 7 pies de largo y  $6\frac{1}{2}$  de ancho: cada una tiene dos fuelles del peso de 14 arrobas cada uno. El carbon que se ha hallado mas útil para trabajar el hierro en la citada fábrica es el de castaño; porque con él sale el hierro mas fibroso y suave: es verdad, que este carbon dura  $\frac{1}{2}$  menos que los de haya ó roble, y por esta razon se suele mezclar con una tercera parte del que producen estas maderas.

15. Los forjadores trabajan dos planchas de las espresadas en una misma fragua, y tardan en igualarlas y combarlas hora y media: luego que estan así preparadas se da principio á formar el cañon soldando los dos lados del tubo ó canal que forma la plancha, lo que se egecuta por medio de 30 caldas que se hacen sufrir á cada cañon, con las cuales, dadas sucesivamente por todo su largo, y el martillo, se vienen á soldar dichos extremos de las planchas. Para que una calda sea buena, es necesario que no sea ni demasiado fuerte ni tampoco floja; porque del primer modo se quemaria ó calcinaria el hierro; y del segundo no se soldaria. Se conocerá por el color del hierro su grado de calor: el color rojo encendido prueba

que la calda aun no es suficiente, el amarillo que es escesiva, y el blanquecino que el hierro suda, y que aquel es el punto de sacarle de la fragua, y batirle para que se suele.

16. El tiempo que un forjador tarda en soldar dos cañones, dándoles las 60 caldas que necesitan para ello, son  $2\frac{1}{2}$  horas: tanto para esto, como para preparar las planchas necesita de dos martilladores, que alternativamente andan los fuelles. Los martillos de que usan el forjador y martilladores pesan 3, y ocho libras para preparar las planchas, y  $1\frac{1}{2}$ , y 5 libras los que usan para soldarlas.

17. Soldándose el cañon sobre una barreta de 5 líneas de diámetro, es necesario aumentar el de su ánima para darle su verdadero calibre, lo que se ejecuta por medio de varias barrenas, que se hacen entrar sucesivamente y cuyo diámetro es cada vez mayor. Estas barrenas tienen diez pulgadas de largo á corta diferencia, son cuadradas y cortan por sus cuatro ángulos, á cuyo fin se hacen de acero templado, de la mejor calidad: están soldadas á una vara de hierro de  $3\frac{1}{2}$  pies de largo, cuyo extremo algo chato se introduce en la cavidad hecha en el centro de una linterna horizontal que le da movimiento. La experiencia ha manifestado que para que un cañon quede bien barrenado, es necesario pasarle veinte barrenas regulares, y al fin dos de 15 pulgadas de largo. Al introducir cada barrena en el cañon se acomoda á uno de sus cuatro planos una astilla ó listoncito delgado de madera suave y correosa como la de avellano para que resulte mas lisa la superficie interior del cañon: precaucion que solamente toman en Francia con solas las dos barrenas últimas y mas largas.

18. Afirmada sólidamente la primera barrena á la linterna que la mueve horizontalmente, se trata de obligar al cañon á avanzarse á su encuentro con un movimiento regular, y de modo que su eje y el de la barrena no formen exacta y justamente sinó una sola y misma línea recta: á este efecto se proporciona la altura de la mesa ó banco de barrenar, á que se sujeta el cañon por medio de un instrumento de hierro de la figura de una doble T, que tiene en sus extremos unas argollas en que se introduce el cañon, y se asegura con cuñas de hierro.

19. Es necesario tener á la mano una artesa ó pila de piedra con agua, que sirve para refrescar el cañon, que se calienta tanto al barrenarse que no se puede manejar. Tambien sirve para recibir las limaduras que salen del cañon, y para refrescar las barrenas.

20. Estando todo dispuesto para barrenar el cañon, se unta con aceite la canal por donde pasa el instrumento de hierro, que hemos dicho afirma al cañon, y la primera barrena que se ha de introducir; y se da movimiento á la linterna: se obliga á avanzar al cañon por medio de una palanca pequeña, que se va sucesivamente apoyando contra unas clavijas verticales, distantes cuatro pulgadas entre sí, y clavadas en los lados del marco que forma la mesa. Cuando la barrena haya llegado á la mitad del cañon, se saca é inclina el cañon para que caigan las limaduras, y se vuelve este á poner en direccion contraria: de modo que si antes entraba la barrena por la boca, entre despues por la recámara. Esto mismo se practica con las ocho ó diez primeras barrenas; pero las demas se hacen pasar todo á lo largo del cañon, teniendo cuidado de estraer las limaduras con tanta

mayor frecuencia cuanto sea menor el número de barrenas que queden por pasar; porque en las limaduras hay granos mas ó menos duros, que movidos por la barrena formarian en lo interior del cañon rascaduras circulares mas ó menos profundas, que no se podrían quitar sinó aumentando su calibre.

21. Despues de haber pasado las 8 ó 10 primeras barrenas, es preciso examinar la direccion interior del cañon: á este fin se pasa por su ánima un alambre que se pone bien tenso, y dando vueltas al cañon sobre él, se notan, mirando contra la luz, los parages por donde no toca al hilo, los que señalados se corrigen sobre un ayunque: esta comprobacion de la rectitud del ánima, se repite varias veces y mas á las últimas barrenas.

22. Cuando solo queden dos ó tres barrenas que pasar, y que se está seguro de la rectitud del ánima, es necesario reconocer los espesores á fin de arreglar la direccion del cañon por la parte exterior. Para ello se usa de una especie de compas ó tenazas de muelles, cuyas piernas conservan siempre una abertura constante: la que entra en el cañon se termina en un cilindro de corcho, ú otra materia flexible, que se ajuste con el ánima en cualquier parage; y la otra pierna tiene á su estremo un tornillo que se oprime contra el cañon, y por la parte que salga de la hembra se conocerá su espesor. Tambien se suele usar de un compas que tenga juego, y con él se conocen los gruesos del cañon por medio de un boton que tiene la pierna exterior, que se ajusta á la superficie en la parte que se quiera examinar. Con uno ú otro instrumento se pueden apreciar los diferentes espesores del cañon, y se anotarán por la parte exterior con golpes de lima mas ó menos pro-

fundos. La máquina á que se refiere la esplicacion que hace el autor desde el párrafo 17 hasta el presente es la llamada *barrena horizontal* y que está representada en la figura 1.<sup>a</sup> 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> de la lámina 1.<sup>a</sup>; y aunque no está en uso en nuestras fabricas sino la vertical de que luego hablaremos, pasaremos á hacer su descripcion.

La figura 1.<sup>a</sup> representa el plano de una máquina de barrenar los cañones de fusil, colocándolos para esto en situacion horizontal.

**L...** Linternas que dan el movimiento á las barrenas **N**, para cuyo fin hay en el extremo de la parte **M** del ege de cada linterna una mortaja en que entra la cabeza de la barrena.

**H...** Ruedas de dientes, unidas al arbol ó ege **G**; las cuales engranan en dichas linternas **L**.

Para que las ruedas **H** se muevan con la velocidad necesaria, que no puede tener la rueda hidráulica, hay al extremo del espresado árbol **G** un linternon tambien horizontal, que recibe el movimiento de una gran rueda dentada vertical asegurada en el mismo ege de la rueda hidráulica; como en el molino de pólvora (lámina 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> del artículo 1.<sup>o</sup>).

**I...** Pieza de madera que sirve de cabezal á las linternas.

**E...** Banco de barrenar que se coloca á la altura competente para que el cañon, que ha de correr por él, tenga su ege en la prolongacion del de la barrena. El banco es un marco que descansa y está asegurado horizontalmente en fuertes pies afirmados al terreno. En el lado interior de las dos piezas mas largas de dicho marco hay una ca-

nal en toda su longitud, guarnecida de chapa de hierro; y las dos canales forman una corredera por la cual corre el cepo de hierro O en que se asegura el cañon Q, pasándole por dos anillos, que hay en dicho cepo, y afirmándole en ellos por medio de cuñitas de hierro.

El cepo se introduce en la corredera por el extremo del banco; y para obligarle á avanzar á medida que se va barrenando el cañon, ó para sacar de este la barrena, se usa de una pequeña palanca P, que se apoya á una de las clavijas que hay en la pieza del banco de la parte opuesta á la en que se coloca el *barrenador*, ú operario que ejecuta esta operacion.

**F...** Pila de piedra con agua para refrescar el cañon y la barrena, y para recibir las limaduras ó virutas de metal.

**Figura 2.<sup>a</sup>** Perfil longitudinal de la máquina de la figura anterior cortado por una línea paralela al ege de la linterna é inmediata á esta, á la barrena y al cañon, y no como está representada en AB de la 1.<sup>a</sup> edicion.

**N...** Juego de barrenas que sucesivamente se emplean para barrenar un cañon; las cuales se tienen colgadas por su órden en un liston de madera sostenido por dos pies derechos J; para lo cual hay puntas de hierro en dicho liston, y están aguceadas las cabezas de las barrenas.

Las demas partes de esta figura se comprenden facilmente por la esplicacion de la anterior, por haberse señalado con las mismas letras.

**Figura 3.<sup>a</sup>** Perfil cortado por la línea CD de la figura 1.<sup>a</sup>

**K...** Liston de madera con puntas de hierro en que

se cuelgan las barrenas como se ha dicho en la esplicacion de la figura 2.<sup>a</sup>

Lo demas se comprenderá fácilmente por la esplicacion de la figura 1.<sup>a</sup>

En lugar de la máquina que acabamos de describir se usa en nuestras fábricas de la barrena vertical representada en la figura 4.<sup>a</sup> de la misma lámina cuya esplicacion es la siguiente.

Por la canal M baja el agua que chocando contra las palas p de la rueda K da movimiento á esta que se halla situada horizontalmente. Esta rueda está unida al árbol ó eje L, fortalecido por aros de hierro h, que en su parte superior tiene embutida una pieza de hierro con una mortaja i en que se introduce la cabeza l de la espiga de la barrena E, que debe ser rectangular, y no cilíndrica como representa la figura. En cada uno de los pies derechos B está abierta una canal, formando las dos una corredera por donde sube y baja el marco C, al cual está sujeta una argolla e por medio de la clavija f introducida en su cola por la parte posterior. Por esta argolla se pasa el cañon, y para que este se mantenga en ella, se ajusta entre uno y otro una cuña de hierro. Introduciendo la punta de la barrena por uno de los extremos del cañon se obliga á bajar el marco C, apoyando los brazos sobre él, ó sirviéndose de una pequeña palanca que se apoya sucesivamente en varias clavijas ó pernos de hierro que hay en uno de los pies derechos B.

Para sacar la barrena se eleva el marco C hasta cierta altura, donde hay un descanso en los pies derechos B, en que se sostiene dicho marco, el cañon y la barrena que queda oprimida y suje-

ta en el cañon; se introduce la cabeza *l* de la espiga de la barrena por un agujero practicado en medio de una barreta de hierro, y cogiendo esta con las dos manos por sus extremos, se tira hácia abajo con esfuerzo.

Como el cañon y la barrena solo están fijos en un punto, el primero en la argolla *e*, y la segunda en la mortaja *i*, se separan del plano vertical, y describen dos conos unidos por sus bases descritas por el punto del contacto del cañon y la barrena; sin embargo, como la posicion y esfuerzo de la barrena es sucesivamente la misma en todos los puntos de cada seccion horizontal del cañon, resulta este barrehado rectamente, como si hubiera conservado constantemente su posicion vertical.

**GH...** Representan dos barrenas sueltas.

Los extranjeros usan generalmente con preferencia de la barrena horizontal atribuyéndole alguna ventaja sobre la vertical; pero para decidirnos no basta la esplicacion que hemos dado de una y otra, y era necesario haberla visto usar para que con la práctica se comparasen las dos.

**23.** Si se hubiesen de arreglar y desbastar esteriormente los cañones con la lima seria esta manobra muy larga y costosa, y no saldrian mejores que los desbastados segun la práctica comun con una piedra de amolar. Esta debe ser igual y sin defecto, su diámetro de 6 á 7 pies, y su grueso un pie: se mueve sobre un eje de hierro de cuatro pulgadas de cuadratura, á cuyo extremo hay una linterna por la cual se da movimiento á la piedra. A pesar de lo que dice el autor, nuestros cañonistas no usan de esta sencilla máquina empeñados en que la muela endu-

rece el hierro y le impide dulcirle y acabarle; y en su lugar lo egécutan á brazo, primero con un limanton de 25 á 30 libras de peso: en seguida con limas bastas planas, y concluyen con las dulces y con aceite. Nos persuadimos que esta práctica no tenga mas fundamento que una oposicion de nuestros fabricantes á adoptar un método que no conocen, y que nos parece mas ventajoso breve y económico.

24. Se principia á desbastar el cañon por la recámara; esto es, por las dos pulgadas inmediatas a la culata; y despues por las dos pulgadas últimas de la caña: uno y otro parage necesitan de mucha exactitud, porque la recámara ha de tener el espesor suficiente para poder resistir las pruebas y ser de un servicio seguro; y la boca ha de tener proporciones exactas, para que se ajuste á ella el cubo de la bayoneta. Arreglado el cañon por sus dos extremos, será fácil desbastarle en todo su cuerpo siguiendo los golpes de lima, y las visuales que se dirigirán por el raso de metales.

25. Para saber los espesores que segun ordenanza debe tener un cañon de fusil, se considera dividido en siete partes, que todas juntas tienen tres pies y cinco pulgadas. La primera que es el principio de la recámara, ha de tener 15 líneas de diámetro: la 2.<sup>a</sup> que es lo restante de la recámara hasta finalizar las cinco ochavas, debe tener por esta parte 12 líneas y 3 puntos: la 3.<sup>a</sup> que son las siete primeras pulgadas de la caña, 11 líneas: la 4.<sup>a</sup> que coge otras siete pulgadas 10 líneas: la 5.<sup>a</sup> de igual longitud, 10 líneas: la 6.<sup>a</sup> del mismo largo, 9 líneas 10 puntos: y la 7.<sup>a</sup> que coge lo restante del cañon, tiene por la boca de él  $9\frac{1}{2}$  líneas.

26. Luego que con la piedra se haya dado á un

cañon los gruesos correspondientes á corta diferencia, se volverá á comprobar su direccion interior por medio del alambre; y despues se le pasarán las dos ó tres últimas barrenas ordinarias y se reconcerán sus espesores con el compas, y se acabarán de arreglar con la piedra: en fin se bruñirá é igualará su ánima con las dos barrenas de 15 pulgadas; y despues se pulirá esteriormente con una lima dulce y con aceite.

27. Terminado el cañon se pasará á cerrar su recámara, para lo que es necesario formar en la parte del ánima próxima á la culata una tuerca de seis ú ocho pasos: lo que se egecuta introduciendo el cañon boca bajo en un cepo de trece líneas de diámetro, hecho en un banco (donde se asegura en posicion vertical); y por medio de dos barrenas ó *forma-tuercas*, que principian por un cilindro terso de igual calibre que el cañon, y que sirve de asegurar la direccion de ella, y se terminan por la barrena ó cortes que han de formar los pasos de la rosca: estos han de ser penetrantes y vivos, para que el tornillo con que se cierra la recámara quede con suficiente resistencia. Este tornillo de la recámara se perfecciona obligándole á pasar por una tuerca de acero, que tenga los mismos é iguales pasos que la que se haya abierto en el cañon.

28. El fogon se debe abrir rasante á la superficie interior de dicho tornillo, para que así venga á dar en el fondo de la recámara; pues de lo contrario serian muy fuertes los culatazos del fusil. Se puede abrir de dos modos diferentes, á saber, con punzon y con barrena ó taladro: se cree mas ventajoso el primero, porque con él se comprime el metal al rededor del fogon, y asi es de mayor duracion; pero la ordenanza previene se hayan de abrir precisamente

con taladro. En vista de las ventajas y contras de uno y otro método nos parece que sería lo mas conveniente abrir hasta mas de la mitad con punzon y el último tercio con taladro para que no salgan rebabas en el ánima. De todos modos es ventajoso abrir el fogon de modo que la punta del punzon ó taladro venga á dar en el tornillo, á una línea de su superficie interior; y despues desde el punto que debe señalarse hasta el centro de dicha superficie ó ege del cañon, se formará una canal, que insensiblemente se venga á perder en esta parte: y en fin se perfeccionará el fogon con un taladro cilíndrico.

29. Los cañones tienen una espiga en el tornillo que cierra sus recámaras, la cual debe quedar á continuacion de la ochava superior del cañon formando un corto ángulo con ella; y en esta espiga hay una abertura por donde entra un tornillo de 3 pulgadas, que atravesando la caja por debajo del guardamonte, afirma el cañon en la posicion que debe tener respecto á la caja. Finalmente en prolongacion de dicha ochava, en medio de ella, y á 20 líneas de la boca del cañon se suelda el punto, que sirve para hacer la puntería, y afirmar la bayoneta por su cubo.

30. Los cañones de fusiles de municion nunca suelen barrenarse, y rematarse con la proligidad y cuidado que hemos espuesto; lo que es causa de que no teniendo igualmente proporcionados sus espesores, y disminuyéndose estos continuamente por la repeticion de limpiarlos con arena, se vienen varios de ellos á reventar en estando un poco calientes; ó en descuidándose un soldado en cargarlos con dos ó mas cartuchos, por no haber salido, sin notarlo, el tiro ó tiros anteriores.

*De la llave.*

31. La llave de un fusil es una máquina bastante complicada por la cantidad de piezas que la componen, aunque todas necesarias, pues faltando una cualquiera que sea quedan las demas sin uso. Llámense llaves redondas aquellas de quienes el cuerpo de la plantilla, y el pie de gato son convexos á la parte exterior, figura que da mayor espesor á estas piezas, y de consiguiente mayor robustez y resistencia. La figura 1.<sup>a</sup> de lá lámina II. representa esta llave vista por la parte exterior y la 2.<sup>a</sup> por la interior: en la 1.<sup>a</sup> se manifiestan la plantilla *h*, el gatillo *d*, su tornillo *e*, la quijada superior *b*, el tornillo pedrero *a*, el rastrillo *i*, la cazoleta *r*, el tornillo del rastrillo *s* y el muelle del rastrillo *p*. En la figura 2.<sup>a</sup> se manifiestan igualmente el gatillo *d* con su tornillo pedrero *a* y quijada superior *b*, el rastrillo *i*, la cazoleta *r*, la brida *f*, la nuez *g*, el muelle real *t*, el fiador *x*, y el muelle del fiador *u*. El corté ó plano *mn* del gatillo sirve para que este descanse sobre el borde de la plantilla despues que ha hecho *trepar* el rastrillo al disparar el arma; y que no maltraté la cazoleta chocando contra ella.

32. La llave se compone de las piezas siguientes.

- A... Plantilla ó platina, vista por la parte exterior.  
 B... Idem vista por la interior.  
 C... Idem vista de canto: *u* casquillo, *x* refuerzo y asiento para el rastrillo; 1 agujero donde entra la nuez; 2 tuercas para los tornillos pasadores; 3 encajes para la cazoleta; 4 tuercas para el rastrillo de esta; 5 tuerca para el tornillo del rastrillo; 6

tuerca para el tornillo del muelle real; 7 tuerca para el tornillo del muelle del rastrillo; 8 agujero para el pie del muelle real; 9 idem para el pie del muelle del rastrillo; 10 tuerca para el tornillo del muelle del fiador; 11 tuerca para el tornillo del fiador; 12 tuerca para el tornillo de la brida; 13 agujero para el pie de esta; y 14 idem para el pie del muelle del fiador.

**D...** Cazoleta vista de costado.

**E...** Idem vista por la parte superior: *a* canal en que se ajusta la parte 3 de la plantilla **C**; *m* oreja; *r* estribo; *s* media caña ó cavidad para la pólvora; 2 agujero por donde atraviesa el tornillo pasador; 4 agujero por donde pasa el tornillo **F** que sujeta la cazoleta á la plantilla; y 5 agujero que da paso al tornillo del rastrillo.

**GZ...** Muelle del rastrillo, visto por la parte exterior y la inferior de la llave: 7 agujero para el tornillo *c* que le sujeta á la plantilla; y 9 pie de dicho muelle.

**H, Y, L...** Rastrillo visto por la cara, costado y espalda: *ab* cara; *ac* tapa; *e* tablon; 5 agujero que da paso á su tornillo **K**.

**K...** Tornillo del rastrillo: *a* rosca; *b* asta; *c* cabeza con su hendidura.

**M...** Tornillo pedrero: *c* rosca; *d* asta; *f* boton; y *r* anillo.

**O...** Quijada superior, vista de costado y por su parte superior.

**N...** Gatillo ó pie de gato visto por la parte exterior: *b* tabla; *c* vuelta ó cuello; *d* cresta; *e* boca ó quijada; y 16 agujero para el cuadrado de la nuez.

**R...** Tornillo del rastrillo.

**P, Q...** Nuez vista por su parte inferior y por la interior: *n* uña para el muelle real; *r* diente ó punto para el seguro; *s* idem para el disparador; *z* tuerca para el tornillo R del gatillo; *i* cilindro que entra en el agujero 1.º de la plantilla; *16* cuadrado que entra en el agujero 16 del gatillo; y *15* pezon ó piton para la brida.

**S, T...** Brida ó estrivillo, visto por la parte interior y superior de la llave: *d* su tornillo, que pasando por el agujero 12 de dicha pieza, enrosca en la tuerca 12 de la plantilla B; *e* pie de la brida, que entra en el agujero 13 de dicha plantilla; *f* tornillo del fiador que atravesando á la brida y al fiador V por los agujeros 11, enrosca en la tuerca de la espresada plantilla; y *15* agujero para el pezon 15 de la nuez P.

**V, X...** Fiador seguro, ó palillo, visto por la parte interior y la inferior de la llave: *a* diente para el seguro; *b* asta; *g* su tornillo, que es el *f* de la figura S; pero debia representarse con la cabeza en la parte superior.

**W, y...** Muelle real, visto por la parte superior y exterior de la llave; pero debia representarse lo de abajo arriba, y lo de derecha é izquierda; *a* oreja; *bc* cabeza; *d* arco ó uña para la nuez; *e* tornillo de dicho muelle, que atravesando por el agujero 6 de esta pieza, enrosca en la tuerca 6 de la plantilla B; *8* pie del muelle, que entra en el agujero 8 de dicha plantilla: *m n* muelle del fiador visto por la parte interior y la inferior de la llave; *k* su tornillo que atravesando el agujero 10 de dicha pieza, enrosca en la tuerca 10 de la plantilla B; *14* pie del muelle, que entra en el agujero 14 de la espresada plantilla B. Acaban de hacerse varia-

ciones notables en la llave del fusil, carabina y tercerola, de las que se hará la descripción cuando se abran las láminas correspondientes.

33. La plantilla es la pieza sobre que se afirman interior y exteriormente todas las demas: por la parte exterior están la espiga del pie de gato, el pie de gato, la cazoleta, el rastrillo y su muelle: el muelle real, el del palillo, la nuez, la brida, y el fiador estan por la parte interior. Es necesario que estas últimas piezas tengan huecos proporcionados en la caja para que no esperimenten ningun rozamiento.

34. El efecto de la llave depende de las fuerzas respectivas de los tres muelles, y de las posiciones relativas de todas sus piezas: un problema, que entre otros muchos no está aun resuelto en el arte de la arcabucería, es determinar la fuerza de uno de los muelles dada la de otros dos. No se procede apenas á su resolución sinó tanteando: se hace la llave, se monta, se prueba, y el tacto decide la cuestion.

35. Este tacto puede ser falaz, pues por ejemplo, si la nuez ó por mejor decir su uña está mal cortada, subirá por ella con dificultad el talon ó uña del muelle real, y se pensará que este es muy fuerte, cuando al contrario podrá ser muy débil: el mismo inconveniente se encontrará por poco rozamiento que tenga el brazo mas largo del muelle real, la nuez, ó el pie de gato contra la plantilla.

36. El corte y arreglo de la nuez es muy importante: su parte inferior debe ser circular; la muesca en que se sostiene el muelle real ha de estar sobre la circunferencia de este arco; y la muesca del fiador cuando el fusil está montado un poco mas pro-

funda, para que cuando cae el pie de gato no choque contra ella el extremo del fiador: lo que seria un defecto esencial porque se rompería, y entonces el pie de gato no se podria mantener en el seguro.

37. Todas las piezas de la llave se templen encerradas en cajas pequeñas ó crisoles, como se dijo al fin del artículo III §. 270, 271, 272. Es muy difícil dar á cada pieza, y aun á una determinada parte de una pieza, el grado exacto de temple que le conviene. Hay piezas tan débiles como el extremo del fiador, que se penetran tanto por la cementacion del temple, que vienen á ser un acero muy quebradizo: sin embargo, esta pieza tan débil es la que equilibra la mayor fuerza del muelle real cuando está preparada el arma, que se deja largo tiempo en esta situacion sin conocer las consecuencias.

38. El rastrillo debe cerrar exactamente la cazoleta, y ha de tener cubierta su cara de acero de la mejor calidad: los tornillos han de ser de un hierro fibroso, y tener su cabeza robusta para que no se inutilicen á corto tiempo: tanto sus roscas como las de las tuercas deben ser vivas y sin rebabas; á este fin es necesario renovar frecuentemente en las fábricas los instrumentos con que se hacen.

39. Si se quisiese circunstanciar la fábrica de la llave, el arreglo de sus piezas, su forma mas ventajosa, su posicion, &c. seria necesario un grueso volumen, y se emplearia mejor el tiempo en buscar los medios de simplificar, y disminuir los inconvenientes que resultan de su construccion demasiado complicada.

40. Segun ordenanza las principales piezas de una llave deben tener las proporciones siguientes: 1.º la plantilla 6 pulgadas de largo, 15 líneas de

ancho, y  $1\frac{1}{2}$  de grueso: 2.º la cazoleta tiene  $2\frac{1}{2}$  pulgadas de largo, y su mayor ancho de 13 líneas: 3.º la cara del rastrillo tiene de alto 21 líneas, y el mismo ancho que la cazoleta en la parte por donde la cierra: 4.º el muelle real tiene  $3\frac{1}{4}$  pulgadas de largo, 6 líneas de ancho y 2 de grueso por la parte donde da la vuelta: 5.º el muelle del rastrillo tiene 2 pulgadas de largo y 5 líneas de ancho: 6.º el pie de gato sin la quijada tiene de alto  $2\frac{1}{2}$  pulgadas; las demas piezas pequeñas tienen sus proporciones arregladas á las de estas piezas, y todas son de hierro menos la cara del rastrillo en el que se emplean para fraguarlo tres onzas de hierro y  $2\frac{1}{2}$  de acero; y los tres muelles que tambien se forjan con hierro y acero, este en mayor proporcion en los dos menores. La descripcion, uso y circunstancias de la llave de que se acaba de hablar se refiere á la llave francesa usada en tiempo del autor: á esta se substituyó la llamada á la española, y posteriormente se han usado otras, mistas de una y otra, de que por la premura del tiempo no podemos entrar á hablar en este lugar dejándolo para un apéndice separado, ó para cuando se haga la otra impresion del tratado. Asi terminaremos este punto dando una idea del mecanismo de esta llave por ser á cortísima diferencia el mismo que todas las llaves usadas posteriormente. II

*Mecanismo de la llave llamada á la francesa.*

Quando se halla en el seguro, que es la disposicion que se representa en las figuras 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup>, el diente ó extremo del fiador  $x$  (véase la figura 5.<sup>a</sup>) está dentro de la muesca del seguro (véase la parte  $r$  de la nuez figura 9.) y se mantiene en ella por la elas-

tividad de los muelles real *r* y del fiador *u*. Cuando se prepara el arma, aplicando la mano en el anillo *a* del tornillo pedrero y haciendo girar el gatillo hácia la parte opuesta del rastrillo, venciendo la fuerza del muelle real, la nuez *g* unida á dicho gatillo, gira hácia este muelle que se cierra mas, y el diente ó punto del fiador *x* entra en la muesca *s* de la nuez, quedando en esta disposicion hasta que para disparar el arma se obliga, por medio del disparador (figura M de la lámina III) á subir el asta *b* del fiador, y á salir de dicha muesca, y apartarse de la brida el espresado diente *a* del fiador (figura 5.<sup>a</sup>) con lo que obrando el muelle real *r*, hace girar á la nuez, y caer sobre el rastrillo *i* del gatillo, con la piedra que se supone asegurada entre sus quijadas inferior y superior, venciendo la fuerza del muelle *p* (figura 1.<sup>a</sup>) y haciendo trepar ó girar al rastrillo y abrir la cazoleta, dirigiendo á su mediacaña las chispas, si la llave está bien construida. Como el movimiento de la brida y gatillo es muy veloz, pasa la muesca del seguro *r* por enfrente del diente *a* del fiador, sin detenerse en él (ni maltratarse dicha muesca, que inutilizaría la llave) en el corto tiempo que se hace fuerza en el pie *z* del disparador (figura M de la lámina III) para disparar el arma. Verificado esto, y para volver á hacer uso de ella, se aplica la mano al anillo *a* del tornillo pedrero, y se le vuelve á la posicion que tiene en estas dos figuras cerrando tambien la cazoleta.

Por lo espuesto se ve que el muelle real *r* está mas cerrado, mas espuesto á romperse, y se despliega ó abre con mas fuerza, cuando está preparada el arma; el muelle *u* del fiador en el instante de dispararla, y el muelle *p* del rastrillo, cuando al girar

este se halla su talon en el punto mas bajo del arco que describe. Para que pierdan menos de su elasticidad los muelles, ó no salten algunos, como suele suceder cuando tienen el temple muy fuerte, se acostumbra en las salas de armas á tener estas con el gatillo caído, como queda despues de disparar, y la cazoleta abierta: en este caso conviene tapar tambien el fogon, como se tapa comunmente la boca.

*De la caja.*

41. La caja del fusil es su afuste; así debe afirmarse solidamente en ella el cañon, y quedar apto para hacer fuego: está guarnecida de varias piezas ó aparejos que sirven para fortalecerla, y que abraza al cañon y á la baqueta. Tiene de largo 4 pies 4 pulgadas y 8 líneas; se considera dividida en cuatro partes que son culata, empuñadura ó garganta, hueco de la llave y caña: la culata tiene de largo desde la cantonera hasta la garganta 9 pulgadas, y hasta el cañon 1 pie, 3 pulgadas y 4 líneas: la garganta tiene de grueso 18 líneas á su principio, y se termina á la punta de la plantilla en 20 líneas de grueso: la caña que principia al otro extremo de la plantilla tiene tres abrazaderas de laton, la primera y mayor se sitúa á  $1\frac{1}{2}$  pulgadas de la llave, que es donde principia á esconderse la baqueta: la de trompetilla y brocal se coloca á  $3\frac{1}{2}$  pulgadas de la boca del cañon con su muelle que la sujeta; y la tercera está situada en medio de las dos, y tiene un portafusil de hierro.

42. La canal de la baqueta exige mucha atencion; porque como está cubierta con la madera gran parte de su longitud, se trabaja atientas; y si la

barrena deja de ir recta, y se inclina al lado de la llave, puede al introducirse la baqueta hacer salir al tiro: en dicha canal á 4 pulgadas de su extremo inferior, hay un muelle para contener la baqueta, y que no se salga con los movimientos del fusil.

43. El encage de la llave debe estar hecho con exactitud y limpieza: de modo que todas las piezas interiores estén sin opresion ni rozamiento, pues de lo contrario se moverian con dificultad.

44. Por mas secas que estén las maderas padecen alteraciones con el tiempo, y es necesario cuidar de no oprimir demasiado los tornillos particularmente los pasadores; porque de lo contrario se hallaria rajada la madera despues de algun tiempo.

45. La madera de la caja de un fusil de municion debe ser de nogal cortado despues de tres años, fibrosa, sana, sin nudos, ni grietas: la mejor es la oscura y con vetas, lo que depende de su edad y de la naturaleza del terreno: la blanca del tronco y no de las ramas es de un buen servicio. Para conservarla en buen estado se unta estregándola de tiempo en tiempo con un pedazo de paño mojado en aceite. En marzo de 1804 se hicieron en la Coruña por una brigada de oficiales del cuerpo varias pruebas para averiguar si de las maderas de álamo y la conocida en aquel país y en Asturias con el nombre de *ameneiro* se podrian hacer cajas de fusil que pudiesen substituir á las de nogal; y de sus esperimentos hechos con la mayor exactitud resultó que ambas maderas podrian servir para suplir á la de nogal en las cajas de fusil; pero con preferencia la de *ameneiro* por recibir mas pulimento, ser mucho mas vistosa que el álamo y tanto que iguala en hermosura á la de nogal; y ademas porque habiénd-

dose presentado á la brigada dos fusiles con cajas de esta madera que se hallaban entre 400 que entregó en aquellos almacenes el 2.º batallon de voluntarios de Aragon en 27 de abril de 1797, los cuales estuvieron almacenados sin aquel cuidado regular (porque estaban enteramente inútiles) y espuestos todo este tiempo al polvo en parages oscuros y sin ventilacion, se reconocieron y se halló la madera en buen estado sin que la hubiese atacado la polilla.

Estas pruebas juntas á las noticias que se tuvieron de que la usaba la marina con preferencia al nogal en varias ocasiones; de ser un árbol que no produce fruto; que tarda solo de 18 á 20 años en su total formacion, cuando el nogal necesita de 50 á 60; y por último de ser muy abundante en el reino de Galicia y principado de Asturias, determinaron á la brigada á dar al *ameneiro* la preferencia sobre las demas maderas para reemplazar á la de nogal en la construccion de cajas de fusil.

46. La culata de la caja que tiene 5 pulgadas de ancho, está guarnecida de una cantonera de laton que debe ser fuerte y gruesa para que no se rompa con los grandes golpes que recibe cuando el soldado descansa sobre las armas: se asegura por medio de cuatro tornillos para madera ó *de rosca de lima*.

47. A la parte opuesta del cañon tiene la caja una mortaja ó abertura guarnecida de una plancha de hierro, por donde entra el gatillo ó disparador que va á encontrar con el fiador: de modo que tirando con el dedo del gatillo se apoya este en el fiador, que comprimiendo su muelle, sale su otro extremo de la muesca que le contenia, y cae el pie de gato sobre el rastrillo. El disparador está atrave-

sado de una pequeña clavija, al rededor de la cual se mueve. En el extremo inferior de la plancha que fortalece la mortaja hay una tuerca en que se afirma el tornillo de la culata del cañon.

48. El guardamonte, que es una plancha de laton, consta de tres partes, que son: las hojas anterior y posterior, que se encajan en la madera, y se aseguran con tornillos de rosca de lima; y la de enmedio que hace un arco bajo del cual está el pie del gatillo, y sirve para resguardarle de todo golpe ó rozamiento.

49. Mas abajo del guardamonte hay otro portafusil asegurado á la culata con un tornillo: por el cual y por el de la segunda abrazadera, se introduce la correa llamada tambien portafusil.

50. A la parte opuesta de la plantilla hay una chapa de laton de igual magnitud, engastada en la caja, y sujeta á ella con un tornillo de rosca de lima, y con las cabezas de los dos tornillos pasadores, que van á terminarse en la plantilla, asegurando de este modo la llave á la caja: dicha pieza se llama *portavis*.

51. En fin otro de los aparejos del fusil es la baqueta, que debe tener la misma ó un poco mayor altura que el ánima del cañon: se reduce á un cilindro delgado de hierro, que se termina en una trompetilla del mismo calibre que la bala. Aunque conviene que la cabeza de la baqueta sea de hierro, seria útil que su vara fuese de acero para que conservase mejor su direccion.

*De la bayoneta.*

52. La bayoneta era antiguamente una especie de cuchillo de monte que se aseguraba al cañon in-

roduciendo en él su mango de madera: de lo que se seguía que en armándola quedaba el fusil sin uso como arma de fuego. Su construcción actual facilita que se pueda cargar y descargar el cañon puesta la bayoneta por su cubo, que rodea exteriormente el extremo del cañon, en el cual se fija su posición por medio del punto, y de las cortaduras ó muescas del cubo, que forman dos ángulos rectos: la contra que esto tiene es que usándose el punto, el cañon y la bayoneta, queda ésta demasiado holgada y se sale del cañon: inconveniente que se pudiera remediar con un muelle pequeño como se practica en otras potencias.

53. La bayoneta tiene un pie y  $5\frac{1}{2}$  pulgadas de largo total: su hoja, de tres cortes con dos canales iguales por los costados y otra pequeña á la punta, es de 13 pulgadas, y su ancho en el arranque de 14 líneas: se termina en punta aguda y acerada por el espacio de 4 pulgadas. El cubo tiene  $3\frac{1}{2}$  pulgadas de largo, y el mismo calibre interior que el exterior del cañon: el recodo ó cuello que une la hoja al cubo tiene 6 líneas de grueso, y por el arco que forma queda la hoja separada de la boca del cañon 16 líneas.

#### *De las piedras.*

54. La calidad de las piedras para los fusiles contribuye en gran manera á la seguridad de sus fuegos: es cierto que si los muelles están muy fuertes y la cara del rastrillo bien acerada, cualquiera piedra basta, con tal que sea suficientemente dura para no romperse. Mas en caso de que los muelles no sean fuertes, que no estén bien untados de aceite, ó que la cara del rastrillo esté gastada, cae-

rá el pie de gato sin ningun efecto si la piedra no es proporcionada. La que da mas fuego y con menos choque, es la transparente y blanquecina; y esta es la mas adecuada para las llaves cuyos muelles estan algo flojos; pero si estos fuesen fuertes romperian á muy pocos tiros dicha piedra: es preciso entonces que sea roja, ó *amelada* é igualmente transparente, porque esta propiedad es la mayor prueba de la bondad de toda piedra de escopeta. El reglamento II del cuerpo de 1802 señala las condiciones y requisitos para la admision de las piedras de fusil, ya se reciban por contratas ó por administracion; dando las reglas que deben regir en una fábrica de esta naturaleza.

55. El peso de un fusil debe ser segun ordenanza de 9 libras y 13 onzas, y no será de desecho aunque pese 3 onzas mas, pero este peso se ha de considerar repartido en las varias piezas de fusil, con la proporcion que manifiesta la tabla siguiente.

## T A B L A

Del peso de las diferentes piezas de un fusil.

<i>Piezas del fusil.</i>	<i>Lib.</i>	<i>Onz.</i>	<i>Adar.</i>
Cañon con su tornillo de recámara-----	4 ---	4---	--- 0
Plantilla-----	0 ---	5---	--- 0
Cazoleta-----	0 ---	1---	--- 6
Rastrillo-----	0 ---	2---	--- 8
Muelle real-----	0 ---	1---	--- 8
Muelle del rastrillo-----	0 ---	0---	---15
Muelle del fiador ó palillo--	0 ---	0---	--- 8
Pie de gato-----	0 ---	2---	--- 8
Quijada-----	0 ---	0---	---10
Su tornillo ó anillo-----	0 ---	0---	---12
Nuez-----	0 ---	0---	---11
Brida-----	0 ---	0---	--- 5
Fiador-----	0 ---	0---	---13
Diez tornillos-----	0 ---	2---	--- 0
Caja desnuda-----	2 ---	0---	--- 0
Cantonera-----	0 ---	6---	--- 0
Guardamonte-----	0 ---	3---	--- 0
Portavis-----	0 ---	2---	--- 0
Las tres abrazaderas-----	0 ---	3---	--- 8
Herrage de la caja que se reduce á 9 tornillos de rosca de lima, disparador ó gatillo con su plancha, y tornillo ó ege, portafusil y muelles de trompetilla y de la baqueta.	0 ---	4---	--- 0
Baqueta-----	0 ---	7---	--- 0
Bayoneta-----	0 ---	12---	--- 0
Total-----	9 ---	13---	

56. En la anterior descripción del fusil apenas se han espuesto mas que las principales prácticas y reglas que se siguen en nuestras fábricas, por lo que para no dejar este importante asunto tan incompleto y falto de ideas, estenderémos aqui varias reflexiones concernientes á él. Y antes daremos noticia de todas estas piezas del fusil, carabina y pistolas segun están representadas en las lámina 3.<sup>a</sup> y 4.<sup>a</sup> de este artículo.

En la 1.<sup>a</sup> representa A el cañon del fusil de infantería visto por la boca; c el punto de mira.

B... Escudo ó portavis: *b*, *d* agujeros para los dos tornillos pasadores Z, Z; *e* agujero para el tornillo Z.

C... Cantonera. Se la representa como está antes de doblarla para acomodarla á la culata de la caja.

X... Los cuatro tornillos para madera, ó de rosca de lima con que se asegura la cantonera á la caja.

D... Tornillo de recámara: *n* agujero que tiene en su espiga ó cola; *m* tornillo que sujeta al de recámara, atravesando por *n* y la caja, y asegurándose en la tuerca *r* de la planchuela L.

F... Abrazadera inferior.

F... Abrazadera del medio con su sortija ó anilla de porta-fusil *b*, por la cual y la H pasa la correa llamada *portafusil*.

G... Abrazadera superior ó de trompetilla: *n* agujero para el diente del muelle que la sujeta á la caja.

H... Sortija del portafusil, con el tornillo *s* de rosca de lima para sujetar á la culata de la caja.

L... Planchuela del disparador: *r* tuerca donde se asegura el extremo del tornillo pasador *m*. Dicha

- planchuela, embutida en la madera de la caja, está sujeta por el otro extremo *t* con la hoja posterior *cd* del guardamonte *K*.
- M...** Disparador ó gatillo: *s* agujero para un pasador de hierro que atraviesa la caja desde el hueco de la llave, y sirve de eje al disparador; *vx* es la parte del disparador con que se obliga á subir el asta *b* del fiador (figura *X* de la lámina *II*); *z* pie del disparador, en que se aplica el dedo para dicho fin.
- Z, Z...** Tornillos pasadores.
- Z...** Tornillo para el agujero *e* del portavis *B*, que es de rosca de lima, como los *X*, y no como los representa esta figura.
- Y, K...** Guardamonte: *ab* hoja anterior; *bc* arco: *cd* hoja posterior; *e* lengüeta, por la cual atraviesa el pasador que le sujeta á la caja; *ff* tornillos de rosca de lima para el mismo fin.
- Q, N, P...** Casquillos por donde pasa la baqueta en la carabina. La pistola tiene solo dos (lámina *IV* figura 7).
- W...** Chapa que fortalece el extremo de la caja de la carabina. La pistola tiene otra semejante (véase la figura 7 citada).
- R...** Gancho de la carabina. Por su extremo *a* se asegura con uno de los tornillos pasadores, quedando contra el portavis; y por el otro extremo se le asegura por medio del tornillo *b*, que atraviesa la caja: la cabeza de este tornillo se manifiesta en *e* (lámina *IV* figura 5); *n* anillo para suspender la carabina del gancho de la bandolera.
- S...** Portavis de la carabina.
- T...** Escudo que se coloca en la parte superior de la garganta de la carabina y la pistola, inmediato al tornillo de recámara.

V... Tornillos pasadores para la llave y gancho de la carabina.

Figura 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> Representan respectivamente las llaves armadas de carabina y pistola, cuyas piezas son las mismas que las del fusil, aunque con corta variación en la forma de algunas, como en ellas se manifiesta: *a* tornillo pedrero; *b* quijada superior; *d* gatillo; *e* su tornillo; *f* rastrillo; *h* cazoleta; *l* muelle del rastrillo; *n* tornillo del mismo.

Las piezas B, C, E, F, G, Y, S, N, W, Q, P, T, son de latón.

En la lámina 4, la figura 1.<sup>a</sup> representa el fusil montado: *a* muelle que sujeta la abrazadera de trompetilla á la caja; *b* baqueta; *c* portafusil.

La figura 2.<sup>a</sup> el cañón de fusil: *d* espiga ó cola de su tornillo de recámara; *e* punto para hacer la puntería, y para afirmar la bayoneta.

La figura 3.<sup>a</sup> la baqueta de fusil.

La figura 4.<sup>a</sup> la caja de fusil, en la cual se ve el encaje y asiento *r* para la llave.

A... Muelle de la abrazadera de trompetilla.

B... Muelle del baquetero: este se pone dentro del hueco para el cañón, hácia el hueco de la llave, asegurado con el tornillo C, y sirve para sujetar la baqueta por cerca de su punta.

La figura 5.<sup>a</sup> la carabina montada: *e* cabeza del tornillo que sujeta el gancho de la carabina, colocado en el lado opuesto (lámina III figura R); *n* cabezas de los pasadores ó espigas de hierro que sujetan el cañón á la caja; *s* las de los que sujetan los casquillos para la baqueta.

La figura 6.<sup>a</sup> el cañón de carabina: *a* presillas ó anillos por donde atraviesan los pasadores *n* de la figura anterior, y que sujetan el cañón á la caja.

La figura 7.<sup>a</sup> la pistola montada: *m* cabezas de los pasadores que sujetan su cañon, como en la carabina.

La figura 8.<sup>a</sup> el cañon de pistola.

Las figuras 9 y 10 la bayoneta para el fusil: *n* hoja; *r* cubo; *s* codo ó garganta.

La figura 11 la vaina de la bayoneta: *u* contera; *x* abrazadera y boton; *z* doble forro de piel de becerro, del cual se representa quitada una parte á fin de manifestar la longitud de la contera y abrazadera. En todas estas piezas de que acabamos de hablar se han hecho tambien algunas variaciones, como lo digimos de la llave. Pasémos ahora á esponer las reflexiones que hace el autor acerca del fusil.

57. El calibre, longitud y carga de un fusil deben tener una cierta proporcion entre sí por la inmediata dependencia é influjo que tienen: un fusil de corto calibre y demasiada longitud arrojaría su bala con mucha velocidad; pero no teniendo esta suficiente esfuerzo para vencer la resistencia del aire su alcance sería poco mayor, y su golpe causaría menos efecto por el corto diámetro de la bala; y si el calibre fuese grande y corta la longitud del fusil, la velocidad del móvil sería pequeña, y de consiguiente su alcance; á menos de no ser muy fuerte la carga, que entonces sería considerable el alcance, pero insufrible el reculo; y el cañon necesitaría estar muy reforzado para no reventarse, lo que haría embarazoso y poco manejable el fusil. Para poder compensar y evaluar las ventajas y defectos de estas armas, es necesario tener presentes las máximas siguientes.

58. 1.<sup>a</sup> El fusil con su bayoneta ha de tener

un peso proporcionado á las fuerzas regulares de un hombre: de modo que le dege libertad para poder marchar, maniobrar y aun correr con él. 2.<sup>a</sup> La longitud del fusil es muy ventajosa: asi porque aumenta su alcance, como porque hace mas útil y seguro el uso de la bayoneta. No obstante se debe proporcionar á la estatura regular de la tropa, para que esta pueda egecutar todos los movimientos de su manejo con sencillez y presteza.

59. 3.<sup>a</sup> Las balas de grueso calibre se deben preferir siempre á las menores, asi porque sus heridas son mas graves, como por que sus alcances son mayores aun siendo arrojadas con iguales velocidades; respecto á que la resistencia del aire obra en razon de las superficies, que lo están en la duplicada de los diámetros; mientras que la fuerza para vencer dicha resistencia es como las masas, que lo están en la triplicada de los mismos diámetros.

60. 4.<sup>o</sup> Las cargas muy fuertes son perjudiciales, porque la conmocion del arma altera la puntería; y los recullos violentos maltratan é intimidan al soldado, y ademas exigen cañones muy reforzados.

61. Aunque de los mencionados principios se infiere que los fusiles de municion tal vez se podrian proporcionar mejor, aligerándolos y aumentándolos de calibre; sin embargo para poner en planta cualquiera mutacion era preciso empezar por la de variar la calidad del hierro que se emplea en los cañones, y lo superficial de la fábrica de estos. Cuando por malo y de ínfima calidad que sea el cañon de una escopeta hecho en la fábrica de Plasencia, no se suelda menos que con 54 caldas, debe parecer estraño que el de un fusil que tiene que sufrir

mayores cargas, y hacer mas disparos en poco tiempo, solo se suelde con 30. Si se responde que por esta razon está mas cargado de metales, se podrá objetar que este es un motivo para necesitar mayor número de caldas. Es cierto que un cañon de fusil de buen hierro y trabajado con exactitud y delicadeza, es preciso pagarlo mucho mas que uno ordinario; pero su duracion y útiles efectos compesarian ventajosamente este exceso de gasto.

62. Antes de pasar á otro asunto daremos algunas noticias concernientes á la calidad del hierro, que se debe emplear en la fábrica de los cañones para que sean de buena calidad.

63. En el artículo III se dijo: que el hierro fibroso y muy batido procedente de callos de herraduras era el mejor; pero que este hierro solia tener la contra de que estando ya en su perfeccion, le alteraba y descomponia el excesivo fuego, que es preciso darle en las muchas caldas que son menester para soldar bien un cañon. Efectivamente creemos suceda así en nuestras fábricas, en las que cuando se quiere hacer un buen cañon de escopeta, se emplean callos de herradura y llantas viejas, que se unen y forman en planchas por medio de innumerables caldas, y estas planchas se sueldan para formar los cañones por otro crecido número de iguales caldas, con las cuales es preciso que el hierro se desustancie.

64. Parece seria muy oportuno para formar la plancha de que se ha de fabricar un cañon, tomar tres iguales en magnitud, cuidando que la de enmedio que seria de la que efectivamente se formaria el cañon, (pues las otras se desperdician con la accion del fuego, barrenas y piedras

de amolar) fuese de mejor calidad. Este método que no se puede adoptar mientras en las fábricas no haya fraguas grandes y martinets ó martillos de un gran peso, ocasionaria muchas ventajas. Esta precaucion que aunque no lo espresa el autor sabemos que se usa en las fábricas de Francia, dicen nuestros fabricantes que es porque no teniendo aquella nacion mas que hierros frangibles y vidriosos necesitan economizar el bueno: mas sin embargo de no parecernos infundada esta reflexion, creemos muy conveniente esta práctica para poder establecer fábricas de fusil en otras provincias que las de Vizcaya en las que aunque abundan en hierro no son de tan buena calidad como aquel.

65. Es raro que el hierro sea igual, es decir de una calidad exactamente uniforme en toda la longitud de una barra. Esta desigualdad puede provenir de tantas causas que seria extraño que no existiese. ¿El hierro liquido es perfectamente homogéneo en el fondo, medio y superficie del baño? ¿La mina que destila en este instante tiene la misma cocion? ¿El carbon mas ó menos seco y quemado; las diferentes especies de madera de que se hace, y los distintos terrenos donde se cria no deben influir en la calidad de la fundicion? ¿Las quemas y lavatorios del mineral son siempre idénticamente iguales? ¿Las partes terrestres, salinas, &c. están siempre combinadas en la misma proporcion? Mil otras razones prolijas de individualizar, y que la sola vista de un horno hará percibir concurren á producir desigualdades en el hierro. Siendo, pues, muy difícil prometerse, sobre todo para un grande consumo, emplear hierro de una misma calidad, se infiere que fabricando las planchas de que se han de forjar los ca-

ñones de una sola barra, saldrán todos de distinta calidad; en lugar que rompiendo las barras se conocerá y cotejará el grano, por cuyo medio se combinarán estos pedazos de tres en tres con la semejanza posible.

66. Para fabricar un cañon de excelente calidad, capaz de sufrir las pruebas mas violentas, no se debe escoger, como ya digimos, para la barra de enmedio un hierro enteramente fibroso; sinó que en su rotura aparezcan muy pocas fibras en el centro, y que lo restante sea de un grano menudo é igual: el hierro provenido de la fundicion de herrages viejos hecha con ciertas precauciones parece el mejor; al menos de él se han sacado cañones que han resistido las pruebas mas bárbaras.

67. Pero los cañones que han tenido mas crédito son los entorchados, llámanse así los hechos de una hoja ó plancha de hierro muy larga y angosta, enroscada en espiral y soldadas sus revoluciones. Es claro que estos cañones sino pecan por la calidad del hierro, no reventarán por la soldadura que es el parage mas espuesto. A pesar de lo que dice el autor, los cañones catalanes entorchados nunca han competido con los vizcainos que no lo son; y por de contado son mucho mas dificiles de forjar.

68. Seria demasiado prolijo y difuso entrar en el por menor de los cañones hechos de tres pedazos de barras, y que ninguno de estos sea de hierro fibroso: basta haber dado noticia de estos puntos que se hallarán tratados con suficiente estension en el suplemento de la enciclopedia.

69. Ninguna cosa hay mas importante en el uso de las armas de fuego que saber su verdadero alcance, y modo de apuntarlas para herir el objeto

contra que se dirigen: sin embargo apenas hay punto mas dudoso y de menos instruccion. El cazador no necesita esta teoria, porque su práctica repetida le hace adquirir un tino y acierto, que nunca pudieran sugerirle las reglas mas circunstanciadas en el pronto uso de su arma; pero el soldado sin ninguna experiencia y puesto al frente del enemigo, sin poder hacer con la confusion y variedad de distancias comparacion de unos tiros á otros, es imposible que tenga acierto. La experiencia comprueba esto mismo: pues segun los autores tácticos, aun en las batallas mas sangrientas no tiene ninguna proporcion el número de tiros con el de heridos.

70. Los principios teóricos que podiamos esponer sobre este punto, los reservamos para el artículo XI, en donde se tratará del alcance de las piezas de artillería: por lo que nos ceñiremos á espresar los resultados prácticos, relativos á los alcances de los fusiles actuales cargados con buena pólvora.

71. La punteria de un fusil debe variar segun la distancia, y esta la deben saber apreciar de un golpe de vista todos los oficiales de un ejército para mandar apuntar á la tropa de su trozo, compañía ó division á proporcion de ella. La mayor á que se puede tirar con el fusil es á 300 toesas, porque ademas de que las balas no llegarían sino casi muertas, tampoco habria objeto que sirviese de blanco para apuntar; pues á la predicha distancia es necesario dirigir los tiros á los puntos mas altos que se divisen en las tropas enemigas, como son las cuchillas de las banderas y estandartes. Cuando el enemigo esté á 200 toesas se apuntará á las puntas de las bayonetas. Cuando á 150 á los sombreros, cascos ó gorras. Cuando á las 100 á la cintura. Y en fin cuando á 60

toesas á las rodillas, y nunca mas abajo. El tiro de punto en blanco del fusil está á 180 toesas, mas ó menos segun la calidad y cantidad de la pólvora.

72. La carga que corresponde á un fusil de municion para que su bala tenga el mayor alcance posible, quebrantaria el cañon, le calentaria sobre manera, y seria causa de que el soldado que le manejase quedase maltratado con los fuertes culatazos; así debe buscarse con preferencia la mayor que no produzca estos efectos, y esta es á corta diferencia la de siete adarmes de pólvora de municion de regular calidad: si fuese muy buena aun seria preciso acortarla de algun adarme, porque los culatazos serian considerables, particularmente si el cañon estuviese sucio. Véase el artículo XI.

73. Las balas de todas las armas de fuego que no se montan en cureñas, han de ser de plomo, redondas, igualmente sólidas, y que se ajusten lo mas exactamente que sea posible al calibre del cañon, pues así reciben todo el impulso de la pólvora y su direccion es mas cierta: estas balas se hacen fundiendo plomo, y dejándole caldear hasta que quemase un carton luego que se introduzca en él; en cuyo estado se echará con cucharas de hierro en turquesas ó moldes de bronce, que tengan el justo calibre de la bala.

74. Habiéndose tratado de la fábrica y mecanismo del fusil: pasamos á dar noticia del modo de reconocerle; lo que debe ser arreglado á la real instruccion de 1721, en quanto no se halle variada por la posterior de 1737. Así para no repetir las mismas ideas, alteraremos los artículos de aquella segun esta, que por lo general se reduce á confirmarlos. Es de advertir que esta última instruccion se refiere á un

fusil que se remite á cada una de las fábricas para modelo de todos los que en ellas se trabajen.

### ARTICULO I.

75. En cada fábrica debe asistir un oficial de artillería de toda inteligencia y confianza, nombrado por el comandante general de ella, al cual se le debe entregar un fusil bien montado y equipado, con su bayoneta y guarnecido de laton, el cual servirá de modelo para los que en adelante se han de hacer en cada una de las fábricas establecidas por S. M.

### II.

76. Debe tener cada oficial de artillería de cada fábrica los instrumentos correspondientes para justificar con exactitud los calibres de las armas desde 12 hasta 20 balas de plomo en libra; en inteligencia que los cañones de los fusiles para el real servicio han de ser del calibre de 14, para tirar balas de 17 en libra, que han de ser las únicas que use infantería, y caballería y dragones.

### III.

77. No recibirán los referidos oficiales arma alguna que no sea en todo conforme al modelo, &c. *Véase lo que se dice arriba del peso de todas las piezas de un fusil.*

### IV.

78. Es de la obligación del oficial de artillería, que asistiere en las fábricas, reconocer las roscas de

las culatas de una gran porción de los cañones que se presentasen á la prueba; para ver si como es regular, tienen calibre y medio de largo, y seis roscas al menos bastantemente profundas y nada defectuosas de hierro.

## V.

79. Se reconocerá al mismo tiempo el barrenado de los cañones, á saber: si el barreno dejó alguna concavidad; si se descubren culebrinas ó tropiezos que puedan embarazar la entrada del taco: y en caso de algunos de estos defectos, no se deben admitir á la prueba, y los oficiales cometidos para recibirlos los harán romper en su presencia.

## VI.

80. Se calibrarán todos los cañones con precisa justificación para el calibre de 14; y en caso de hallarse algunos de mayor ó menor calibre, no se admitirán á la prueba, y los oficiales cometidos para recibirlos los harán romper en su presencia para que el asentista no intente hacerlos pasar otra vez.

## VII.

81. Cuidará dicho oficial de que la pólvora que ha de servir para las pruebas, sea de la mejor calidad que se usa para fusil y muy seca: la que debe tener siempre en su poder para que no se la truequen; y asimismo tendrá balas de plomo para la prueba, cuyo peso sea de 16 en libra.

## VIII.

82. Hará hacer una medida de cobre ú hoja de lata, que haga la misma cantidad de pólvora del peso de la bala para la carga de la prueba de cada cañon, que será de 16 adarmes de peso (que corresponde á dos cargas ordinarias de ocho adarmes de pólvora cada una) con dos tacos encima de ella de papel de estraza, y tanto peso de postas de plomo como el de dos balas con su taco encima puesto á fuerza: haciendo esta prueba en la referida conformidad, tendrán los fabricantes de los cañones el mismo cuidado al fin de largo tiempo que al principio, sin haber adulteracion en la firmeza de los cañones de fusil.

## IX.

83. Hecho lo referido, y cargados los cañones que deban probarse, se cebarán y pondrán en fila apoyándolos con alguna inclinacion sobre un palo dispuesto espresamente á este fin, y se les dará fuego por medio de una canal de pólvora sembrada en el suelo á suficiente distancia para evitar accidentes.

## X.

84. Despues del disparo se separarán todos los cañones que no hubiesen prendido fuego como suele suceder, se les abrirán los fogones, se cebarán de nuevo, y se les volverá á dar fuego en la forma referida.

## XI.

85. No se admitiran á la prueba los cañones en

bruto antes de ser limados, por ser natural que estando mas cargados de hierro resistan mas, y tambien porque es muy dificultoso de reconocer si ha hecho el cañon algun sentimiento ó tiene alguna abertura.

## XII.

86. Inmediatamente que se haya hecho la prueba, se reconocerá con la mayor atencion cada cañon de por sí, pasándole y revolviéndole sobre la palma de la mano, especialmente desde un extremo á otro, para examinar si se hallan algunas aberturas pequeñas é imperceptibles, que descubrirá facilmente la palma de la mano, por que se pegará á la parte del cañon que estuviere aventada: y en caso que se dude si aquella parte está ó no aventada, se aplicará sobre ella un poco de saliva, y puesto un dedo en el fogon se soplará fuertemente por la boca del cañon, y si estuviere aventada se levantará la saliva como hirviendo: en cuyo caso se notará la abertura y volverá á probar.

## XIII.

87. Concluida en esta forma la prueba de los cañones, se deberá reconocer si tienen algun defecto por dentro, como cavidad, falta de hierro ó escarabajo, y ademas de no recibirlos, los oficiales cometidos para ello los mandarán romper en su presencia para que el asentista no intente hacerlos pasar otra vez. Resultando buenos de la prueba, se harán al instante señalar con la marca del Rey en la forma que dispusiese sea: la cual debe quedar en poder del oficial de artillería que asistiere á la fábrica, ó de otros ministros que asistieren tambien á ella.

## XIV.

88. Para saber en cualquier tiempo de que fábrica son los fusiles, se pondrá la marca del Rey en los cañones, diferentes unas de otras, en las tres fábricas.

## XV.

89. Podrá reconocer la calidad del hierro que se emplea en la fábrica de los cañones de fusil.

## XVI.

90. El oficial de artillería, juntamente con el maestro armero destinado para el reconocimiento de las armas, hará cargar de cuando en cuando dos ó tres cañones con carga doble de 32 adarmes de pólvora y otro tanto plomo; y observará si el cañon revienta en dos, tres ó mas pedazos, porque en tal caso el hierro será demasiado ágrío y réquemado; pero si el cañon revienta abriéndose ó hendiéndose será bueno su hierro: los cañones que reventasen en esta prueba se deberán beneficiar de cuenta del Rey al asentista.

## XVII.

91. Se reconocerán las llaves para examinar si todas las partes están conformes al modelo último resuelto por S. M.; si las plantillas y demas piezas estan bien limadas, lisas y bien templadas: se registrarán con especial cuidado los tornillos pasadores, que deberán tener las cabezas levantadas, y la espiga bien ajustada con las roscas de su agujero, á

fin de que quede la llave bien segura, y firme sobre la caja sin perdonar el menor defecto.

### XVIII.

92. Se observará indispensablemente que los fogones de los cañones correspondan directamente al centro de la cazoleta, y que esta esté perfectamente justa y unida al cañon, sin permitir se abra fogon alguno con punzon, sinó con taladro despues de enculatado el cañon, abriéndolos justamente á la mitad de la ochava.

### XIX.

93. Que los dichos fogones sean taladrados de-rechamente por la estremidad de la culata, sin que entre esta y el fogon quede el menor intervalo.

### XX.

94. Que todos los cañones sean justamente del largo y calibre espresados, sin que faltén ni escedan en la menor cosa.

### XXI.

95. Que las bayonetas estén ajustadas y queden firmes en el cañon del fusil, sin que sus cubos escedan en la menor cosa de la boca del cañon, debiendo quedar exactamente iguales, y con los refuerzos conforme la muestra del fusil.

### XXII.

96. El oficial de artillería se hará asistir para

todo lo referido de maestro armero nombrado y asalarado por el Rey en cada fábrica para este efecto, y conferirá con él todo lo que ocurriese tocante á la fábrica, pruebas y reconocimiento de las armas para el real servicio; y en caso de que se ofrezcan algunas dudas, oirá el oficial de artillería á otros maestros armeros desinteresados y zelosos del real servicio.

## XXIII.

97. No se permitirá de manera alguna al asentista y sus asociados presenten á la prueba otros cañones que los de las propias fábricas, entendiéndose lo mismo de las llaves que deben ser nuevas y de la buena calidad referida.

## XXIV.

98. Que todas las cajas de fusil y demas armas sean de buena madera de nogal y sin nudos, cortada en sazón, y aserrada de tres á cuatro años; debiendo quedar muy lisa, sin la menor pieza añadida ó encolada, y que el baquetero quede en la debida forma segun el modelo, y bastantemente profundo para que abrace la baqueta.

## XXV.

99. Que todas las baquetas sean de hierro segun el nuevo modelo, de su justo y no mayor peso, con el temple correspondiente, sin hojas, bien lisas y reforzadas proporcionalmente á su asiento, disminuyendo insensiblemente hasta la punta, y en todo segun la muestra.

## XXVI.

100. Cuando S. M. mandáre fabricar carabinas, pistolas y espadas de caballería, se entregará al oficial de artillería un modelo de cada género, con la noticia de los calibres, peso y medida que deben tener, quedando otros semejantes en esta Corte.

## XXVII.

La pólvora y plomo para las pruebas deben ser de cuenta de S. M., y se han de suministrar de las plazas mas cercanas á las fábricas.

## XXVIII.

102. Observando todos los puntos referidos en las pruebas de fusiles y reconocimiento de ellos, logrará S. M. armar sus tropas de la mejor calidad de armas que hasta ahora se han practicado, no solo en España sino en toda Europa. Y para que el director de infantería tenga conocimiento y seguridad de las armas que se le entregaren, debe haber en cada fábrica un oficial de infantería de toda inteligencia y celo, nombrado por él, para asistir juntamente con el oficial de artillería á las pruebas, reconocimientos y recibos de fusiles, para intervenir si son de la calidad espresada en el reglamento, y que pueda justificar al director y á los mismos regimientos, ser de la calidad y perfeccion que S. M. manda: al cual se le deberá entregar copia de esta instruccion, bien entendido que dicho oficial no tiene accion alguna en las fábricas, sino solo para asis-

tir á las pruebas y reconocimientos de armas, observando si se egecuta todo lo espresado. Cuando se ofrezca haberse de fabricar armas para caballería y dragones se deberá nombrar por los inspectores de estos cuerpos un oficial de ellos para que asista á las fábricas del propio modo.

103. „La instruccion de 1737 añade: „conven-  
 „dría que fuesen dos los oficiales nombrados por el  
 „director general de infantería, uno capitán y otro  
 „subalterno, y sean uno ó dos han de poner parti-  
 „cular cuidado en que todas las piezas en detall,  
 „en junto, y todo el fusil armado corresponda mate-  
 „rialmente á la muestra; llevando los refuerzos ca-  
 „da pieza donde le corresponden, y su comproba-  
 „cion enteramente uniforme: las abrazaderas pues-  
 „tas sin discrepar de la muestra y sucesivamente,  
 „con precisa igualdad en unos fusiles como en otros,  
 „para que no disuenen estando arrimados á un cuerpo  
 „de guardia; ni desemejen las armas que se diesen  
 „ó fuesen reemplazando, bien sea en un cuerpo solo  
 „ó en todo el egército.

104. „No se admitirá abrazadera que no ten-  
 „ga la debida consistencia; pues en el último arma-  
 „mento minorado que se ha trabajado, han llega-  
 „do á ser sutiles como hoja de lata, y sin fuerza  
 „para sujetar el cañon á la caja.

## X X I X.

105. En las fábricas de Vizcaya y Silillos debe haber un guarda-almacen con sueldo del Rey, el cual deberá recibir las armas que se le fueren entregando: señalándole un almacen para ponerlas,

hasta que se remitan á los parages donde se le ordenare; y deberá tener dos libros, uno para sentar las armas que recibiere, y otro para las que se le mandasen entregar; á fin que conste en cualquier tiempo las cantidades que hubieren proveido los asentistas por cuenta de sus obligaciones.

## XXX.

106. Los recibos y certificaciones que diere el guarda almacén de las armas que recibiese, deben tener el visto-bueno, primero del oficial de artillería y despues del oficial que asistiere á la prueba y reconocimiento de armas, así de caballería como de infantería y dragones.

## XXXI.

107. Los almacenes donde se depositasen las armas despues de recibidas, deben tener tres llaves diferentes, la una tendrá el oficial de artillería, otra el del ejército destinado y la restante el guarda-almacén; á fin de que no se pueda sacar arma alguna sin concurrir las tres llaves.

## XXXII.

108. En la fábrica de Barcelona así que entregaren las armas, se pasarán á los almacenes de atarazanas, dando recibo y certificación de entrega el guarda-almacén provincial, y el visto-bueno del comandante de artillería, ó del oficial que destinare para dicha prueba y reconocimien-

to, y con el visto-bueno tambien del oficial de ejército subdelegado por los inspectores así de caballería como de infantería y dragones.

## XXXIII.

109. Á fin de que en cualquier tiempo se reconozca de qué fábrica son los armas, despues de probadas con todos los requisitos referidos, se marcarán con las siguientes señales, que deben estar en poder del oficial de artillería.

Plasencia R. P. Cataluña R. C. Silillos R. S. Y asi otras que hubiere con el tiempo con la R y letra inicial de ellas. Será mejor para las armas de Plasencia la P que la B, lo uno porque no es Bizcaya y lo otro porque con la P se distinguirán las armas trabajadas desde ahora en adelante, sin poderse confundir con las anteriores.

## XXXIV.

110. No se podrá marcar ningun cañon no estando presente el oficial de infantería ó caballería.

111. Tambien hay una instruccion concerniente á armas, dada en 1757 por el Esc.<sup>mó</sup> Sr. conde de Aranda director general que fue del cuerpo, que no insertamos por reducirse igualmente á encargar se observe con exactitud la anterior instruccion: sin embargo extractaremos sus puntos principales.

112. La bayoneta tendrá el arranque de su cubo reforzado y disminuido insensiblemente hácia la hoja: el recodo ó cuello formará con él un ángulo recto, bien que desfigurado por la distribucion del hierro; y con la hoja un ángulo obtuso: de modo

que su direccion sea un poco divergente á la del cañon. La vaina será de buen material segun contrata, su contera bien puesta, y en lugar de gancho un boton con su abrazadera y reforzada por su boca.

113. Las canaletas ó muescas del cubo se ajustarán con el punto de mira, y en particular la última en que se asegura, y se procurará que el pie del cubo sienta sobre la madera de la encepadura.

114. Al tiempo de recibirse las armas en los almacenes se marcará en los cañones y bayonetas el año y el número del arma segun su recibo: á cuyo fin se tendrán diez cuños, que cada uno tenga una de las diez cifras numéricas 0, 1, 2, &c.

115. No insertamos el método de hacer los cálculos para hallar el diámetro de una bala sabido su peso ni al contrario su peso conocido su diámetro, por ser esta una operacion facilísima para todo el que tenga los menores rudimentos de las matemáticas: solo si diremos para que sirva de término de comparacion, que una bala de plomo de 12 adarmes tiene 7 líneas de diámetro.

116. En el artículo III. de la anterior real instruccion se manda que los cañones de fusil tengan 44 pulgadas de Paris; pero posteriormente está prevenido que solo tengan 41: sobre esta disminucion en la longitud de una arma, á la que le es tan útil ser larga así para que sus tiros tengan mayor alcance, como para su uso como arma blanca, solo podremos decir para evitar largas discusiones, que muchos autores clásicos reprueban altamente la reduccion que se ha hecho en Francia del largo de los fusiles, dejándolos en 42 pulgadas en lugar de las 44 que tenian antes igualmente que los nuestros, y cuya longitud les parece la mas proporcionada. Pero el caba-

llero de Arcy hace ver que esta reduccion disminuye muy poco el alcance, y facilita mucho el manejo del arma, y mas respecto á los soldados de corta estatura: y á la objeccion que se pone tambien á la reduccion de los cañones de fusil, de que no alcanzarán para defender el camino cubierto por encima de la estacada, dice que en todo caso se podrian alargar las bayonetas. En el reglamento XI del cuerpo de 1802 se halla la instruccion mandada observar para el reconocimiento y prueba de las armas de chispa, con toda la parte reglamentaria perteneciente á estas fábricas, si asi pueden llamarse unos establecimientos en que todo se hace por contratas.

117. Se ha procurado en diferentes tiempos que el fuego de la mosqueteria fuese mas vivo, rápido y por consiguiente sangriento: á este fin se han inventado varias especies de fusiles, de los cuales solo daremos noticia de las mas particulares.

118. El *fusil de dado* es una de las invenciones mas acreditadas por la autoridad del célebre mariscal de Sajonia: llámase así, por tener un dado en su recámara en figura de cilindro hueco, en el cual cae la pólvora; y la bala dejándola en libertad desde la boca, se ajusta en él: de modo que no necesita de taco, y así se suprime en estos fusiles la baqueta. La esperiencia ha manifestado que en lugar del dado era mejor estrechar el cañon por la parte de su recámara; de suerte que esta viniese á formar como un cono truncado cuya base menor sea su fondo.

119. El mariscal de Sajonia en sus *sueños ó imaginaciones* dice: «Quiero que los fusiles de mis soldados sean de grueso calibre con un dado al fondo: que los cartuchos sean de carton, y mas gruesos que los calibres para que no se les pueda introdu-

ncir por distraccion; que estén cerrados con un pergamino encolado, á fin que el soldado pueda facilmente quitarle con los dientes; deben contener tanta pólvora cuanta es precisa para cebo y carga: las balas con que esté municionado el soldado deben estar en la bolsa, y cuando se trate de hacer fuego sacará un puñado que meterá en la boca, para dejar caer una dentro del cañon despues de la pólvora.“ Este pasage da á entender el mecanismo y efecto de estos fusiles.

120. Mas la esperiencia ha manifestado que no son de la utilidad que á primera vista parece; pues que la bala estará á distintas distancias de la pólvora segun la cantidad de esta, por la mayor porcion que se haya empleado en cebar y desperdiciándose al introducirla en el cañon, por lo sucio de este y por las desigualdades de la bala: siendo esta de un calibre menor que el del cañon, y no estando envuelta en papel, saldrá golpeando ó serpenteando, por lo que su direccion será menos certera, y ademas dejará pasar por su mucho viento la mayor parte del fluido producido por la pólvora; en fin como con estos fusiles se tira con suma presteza, están muy expuestos á reventarse.

121. La Chaumette inventó un cañon de artillería de á 12, cuyo mecanismo segun el P. Daniel se reducía á estar barrenado de un extremo á otro, y ademas tener otro barreno que le atravesaba por la culata: este cañon se cargaba introduciendo taco, bala y cartucho por la boca del ánima correspondiente á la culata, y cargado se cerraba la recámara con un cilindro, que se ajustaba al barreno que cruzaba por el ánima: la esperiencia manifestó que este cilindro ó llave se encorvaba y no podia extraerse. Pero sin

embargo se adoptó esta invencion para los fusiles; mas como estos no se podian cargar por la recámara por impedirlo la caja, se egecutaba por una abertura hecha á un lado de su fondo: por ella se introducía primero la bala (que no se salía por la boca aunque se inclinaba el fusil para cargarlo, por estar el cañon ensanchado hácia la recámara al contrario que los de dado) y despues se cerraba con un tornillo con su manivela.

122. Esta arma se perfeccionó despues por un hábil arcabucero, abriendo solo un fogon en la parte izquierda de la recámara, en lugar de los dos que cerraba el tornillo: de modo que la pólvora quedaba contra la rosca de la culata: dicho agujero ó abertura se cerraba con un tornillo, cuyo largo no excedía al espesor del cañon. Este fusil así perfeccionado, tiene la ventaja de que estrechándose hácia la boca arroja su bala con mucha fuerza y con mejor direccion. Su establecimiento podria ser útil especialmente á la caballería, á la que le es muy dificil usar de la baqueta.

123. Aun se han inventado otros muchos fusiles; pero seria inútil su discripcion, porque apartándose mas y mas del principio de la Valliere para todas las máquinas de guerra, y es que tengan *uniformidad, solidez y simplicidad*, se han hallado desde luego inservibles.

124. En Sevilla se han fabricado dos escopetas que tiraban muchos tiros seguidamente sin necesitarse volverlas á cargar; pues dando juego á un muelle introducía en la recámara otra bala y correspondiente pólvora; ignoramos si una de ellas es la que se ha visto en Francia, que disparaba seguidamente hasta 24 tiros. Pero si el fuego se prende al depó-

sito, el que la usase quedaria muy estropeado: y es regular que despues de algun uso los muelles no cierren las aberturas tan justamente como era preciso para evitar este accidente.

125. En la actual division de pareceres entre los autores militares sobre la preferencia del fusil ó de la pica, ha imaginado uno de los defensores de esta un fusil-pica, cuya bayoneta es medio pie mayor, y que puesta sobre un segundo cañon, puede quedar el fusil de 9 pies de largo: el mecanismo de esta arma se puede ver en el suplemento de la enciclopedia con las razones que se alegan á su favor.

126. Como el fusil sea el arma mas general y el modelo de todas las demas, nos hemos estendido demasiado tratando de él, y aun esponiendo sus variaciones, que sin duda seria muy útil tener estendidas en alguna obra, con el fin de conocer los progresos del arte, y cerrar la puerta á proyectos ya muchas veces hechos.

#### *De las carabinas.*

127. De la calidad y fábrica del fusil se infiere la de las demas armas de fuego de su especie: asi en la noticia que vamos á dar de las carabinas solo trataremos de las principales dimensiones y peso de sus piezas,

128. La carabina montada pesa 6 libras y 11 onzas en esta proporcion: el cañon con su tornillo 3 libras y 6 onzas; la llave con los dos tornillos pasadores 15 onzas; y la caja y aparejos 2 libras y 6 onzas: su longitud total es de 4 pies, y la de su cañon 2 pies, 10 pulgadas y 4 líneas.

129. Las carabinas que usa nuestra caballería tienen el mismo calibre que los fusiles y sus ánimas

lisas, de consiguiente tienen menor alcance que ellos; y si á esto se junta la mala puntería que se hace á caballo, y la dificultad de volverlas á cargar, y aun de acomodarlas de modo que no maltraten al caballo ó al jinete, se concebirá que es una arma muy poco útil.

130. Hay otra especie de carabina rayada que se diferencia de la comun, en tener en su ánima varios surcos paralelos entre sí, y que forman otras tantas espirales: esta se carga con una bala de calibre medio entre lo mas profundo del surco y el ánima, y que es preciso introducir á fuerza; pero tiene la ventaja de que su direccion es muy justa, lo que ha dado motivo á creer que esta arma tenia mucho mayor alcance, porque en efecto los objetos que no se podian herir despues de muchos tiros con un fusil ordinario, se herian al primero con una carabina rayada. La causa es que entrando la bala oprimida no choca al salir contra ninguna de las paredes del ánima, variando su direccion; y de que adquiriendo al salir del cañon un movimiento de rotacion á causa de las espirales al rededor de su ege de direccion, no puede adquirir el transversal de que se dará particular noticia en el artículo XI á que nos referimos: por lo demas la velocidad inicial de una bala arrojada por una de estas carabinas, es aun menor que la de otra arrojada por las ordinarias con igual carga segun experiencias de Robins.

#### *De las pistolas.*

131. La pistola de caballeria pesa segun ordenanza 3 libras y  $11\frac{1}{2}$  onzas, en esta proporcion: cañon y su tornillo 17 onzas; llave con los dos torni-

llos pasadores  $10\frac{1}{2}$  onzas; caja y aparejos 2 libras: la longitud total de la pistola es de 18 pulgadas y la del cañon de 11.

132. Como las pistolas se disparan con una mano, es muy diferente su caja por la culata que las otras armas, pues debe ser proporcionada á este fin y mas corta; porque siendo su alcance bastante reducido, no necesitan apuntarse con delicadeza, ni de consiguiente apoyarse al hombro para dirigir su tiro, que por ser arrojado con menor cantidad de pólvora no da gran culatazo.

133. A fin que la mano y muñeca puedan recibir mas directamente el golpe ó empuge de la pistola al despedir el tiro, sin estorvar la visual que dirija su puntería, se da á la garganta una curvatura considerable que suele ser causa que girando la pistola en la mano, dé un golpe al que la dispara; mas en todas estas proporciones es preciso atenerse á los modelos que existen en las fabricas. Pasemos ya á tratar de las armas blancas. En el parrafo 56 ya hemos dado noticia de las varias partes de que se componen la carabina y pistola con referencia á la explicacion de la lámina III.

## Número II.

### *De las armas de punta y corte.*

134. A escepcion de un corto número de armas contundentes, como piedras y mazas, todas las naciones se han servido en la guerra de armas de punta y corte desde inmemorial tiempo hasta tres siglos ha, que se conoció ó inventó la pólvora, y que se aplicó á las máquinas militares, inventándose varias armas

de fuego que poco á poco y perfeccionándose cada vez mas, se han introducido en los egércitos. Mas aunque se han desterrado absolutamente de estos las armas arrojadizas antiguas, porque los alcances de las de fuego son mucho mayores y mas certeros, y aun casi tambien las de asta por parecer incompatibles con ellas las de fuego; no ha sucedido lo mismo con las de puño, por ser estas indispensables para las acciones en que se llegan á unir y mezclar los enemigos; y para demostrar la preferencia de un egército aguerrido, que evita un combate en que todas las manos son igualmente fuertes. Asi el principal objeto de este número será tratar de esta última especie de armas y con particularidad de la espada aunque antes daremos una breve noticia de las principales armas arrojadizas y de asta.

*De las armas arrojadizas.*

135. Ninguna de las armas arrojadizas antiguas está en uso sino en las naciones bárbaras; pero antiguamente tenían los griegos y romanos un considerable número de ellas, siendo las principales las piedras, la saeta, la flecha, el dardo y el chuzo. La saeta y la flecha se arrojaban con un arco, por el impulso que les comunicaba la fuerza elástica que adquiria obligándole á encorvarse: la primera se reducía á una asta pequeña de madera de media vara por lo regular, guarnecida de plumas por un extremo, y por el otro de un hierro ó cuchilla corta, cuyos filos estaban seguidos de dos lengüetas que le afianzaban en el cuerpo que heria. Las flechas variaban mucho mas, pues las habia de una infinidad de especies: algunas tenían las plumas de bronce y su

hierro era cuadrado; pero las mas apreciadas eran las que teniendo sus plumas como las de un volante, adquirian un movimiento de rotacion que las ayudaba á romper el aire, y no variar de direccion. No obstante esta diferencia casi eran sinónimas las voces de saeta y flecha, aunque por esta se solia entender tambien y mas comunmente toda arma arrojada y de punta.

136. Las piedras y flechas capaces de arrojarse con la honda y con el arco, eran las armas ofensivas de las tropas ligeras antiguas; pero las de mucho peso y poco manejables se lanzaban con varias máquinas, cuyo estudio y conocimiento formaban la *ballística* de los antiguos. El nombre genérico de todas estas máquinas, y mas particularmente de las apropiadas á tirar flechas era el de *catapulta* (que el caballero Folard da siniestramente al *onagro*: máquina cuyo uso se ceñía á arrojar piedras); de las que habia muchas especies particulares que se diferenciaban en sus nombres, magnitud, construccion y destino: lo que es origen de que este asunto se halle espuesto con mucha oscuridad en los autores. Para imponerse en él se puede consultar el tratado de máquinas que se halla el tomo II. de las instrucciones militares del Emperador Leon, traducidas al frances por Mayzeroy.

137. Sin embargo que los dardos y chuzos se arrojaban frecuentemente con máquinas, su principal y ordinario uso era tirarlos con la mano. Los dardos se reducian á una asta de madera armada de una cuchilla ó punta de hierro; y los chuzos se diferenciaban en ser algo mayores. Los de los Romanos eran de dos especies, los mas pequeños tenian tres pies de largo y estaban armados de una punta de medio pie,

tan sutil que se quebrantaba al caer; y solia llevar cada soldado cinco de esta especie. Pero les era mas propio el uso de otros chuzos, llamados *pila*, cuyos cabos de madera cuadrados ó redondos llenaban la mano, y tenian cuatro codos de largo, estaban armados de un hierro de igual longitud, cuya mitad se engastaba en el asta y la otra sobresalia formando la punta.

*De las armas de asta.*

138. De todas las armas de asta de la antigüedad las mas notables fueron el hacha, la lanza y la pica: esta modernamente ha ido tomando diversas figuras y nombres, segun el carácter de quienes las usaban: la de oficiales se llamaba esponton, la de los sargentos alabarda y la de los cabos partesana: de modo que solo retenia el nombre de pica la del soldado. De las tres armas de asta el hacha servia para desarmar, y solia tener su hasta de hierro; pero su uso que se conserva en la marina, se ha dejado mucho tiempo ha en los egércitos; pues aunque los gastadores se arman de hachas, estas tienen otro objeto muy distinto.

139. La invencion de la lanza se atribuye á nuestros antiguos españoles: era el arma propia de la nobleza y de toda la caballeria: se componia de tres partes, que son el dardo ó punta, las alas y la flecha ó asta que era de madera correosa, y regularmente de fresno: su longitud variaba segun las naciones, pero lo mas comun era tener la de un esponton. Esta arma era indispensable cuando la caballeria estaba cubierta de armas defensivas, que dejándola invulnerable, solo habia el medio de tras-

tornar al ginete; pero al presente no serian igualmente útiles. El duque de Rohan dice: „Que consistiendo la principal ventaja de las lanzas en la carrera de los caballos, y no pudiéndose ordenar la caballería que las use sino en una sola fila, porque de lo contrario serian mas embarazosas que útiles, se deben reprobár; porque una fila no puede resistir á otro cuerpo de caballería ordenado en dos ó tres.

140. Mas no obstante hay muchos autores que opinan á favor de la lanza, y parece que nuestra caballería cuyos caballos son mas ágiles y briosos pero por lo comun menos corpulentos que muchos de Europa, no debe adoptar precisamente las armas y evoluciones que se crean mas adecuadas para en la que no concurren las mismas circunstancias.

141. La pica era propiamente la lanza de la infantería; pero mas antigua y general: su magnitud mas comun ha sido de 12 á 14 pies. Las de los Romanos eran solo de  $6\frac{1}{2}$ , por lo que se podian llamar medias-picas; pero las de la falange de Macedonia tenian 14 codos, con lo que no se estrañará lo pesado pero incapaz de romper y desordenar de aquel cuerpo; pues aunque ordenado en 16 hombres de fondo, aun la última fila hacia servir sus armas sin desordenar las primeras.

142. Los autores de mas nota estan divididos sobre la preferencia del fusil y de la pica, fundándose unos y otros en razones muy sólidas. La experiencia de que los egércitos superiores en armas blancas, que son regularmente los de mucha caballería, tienen considerable ventaja en los dias de lluvia; la de que un cuerpo de infantería no puede resistir otro de caballería armado de lanzas, y tampoco á otro de

infantería armado de picas, cuando llega á unirse y estrecharse con él; y sobre todo el ser incompatible el uso del fusil con la formacion de mucho fondo, son las principales recomendaciones de la pica. El ilustre Montecúculi hablando de los Turcos dice: *pero les falta la pica, que es la reina de las armas, y sin la cual no puede mantenerse entero, ni hacer larga resistencía un cuerpo de infantería.* A la verdad como nota nuestro famoso marques de Santa Cruz, la bayoneta que tro-pieza en el hueso de un caballo se rompe ó tuerce y queda inservible: además el impulso del caballo trastorna y atropella al infante que la usa, quedando aun de servicio el caballo, lo que no sucede con la pica, porque hace la herida desde muy lejos y rasgada.

143. No obstante estas y otras varias razones á favor de las picas, se empezaron á abandonar, y con ellas la formacion de mucho fondo, luego que introducidas las armas de fuego aligeradas y perfeccionadas, casi todas las acciones se terminaban por ellas sin llegar al arma blanca: y se dejaron del todo, cuando inventado el fusil y substituido al mosquete, se halló en él una arma de fuego servible en cierto modo en los dias de lluvia, y al mismo tiempo una arma blanca poco inferior á la pica. No ha contribuido poco al abandono de esta y de la formacion de mucho fondo, que tanto reclaman sus partidarios, el aumento y agilidad de la artillería de campaña, cuyo fuego seria sumamente sangriento y decisivo en una formacion menos sencilla que la actual. Finalmente otra de las causas para desterrar las picas, es el creerse como dice el mariscal de Sajonia: *que toda la ciencia del arte militar está en las piernas*: esto es, en las marchas aceleradas, prontas evoluciones y

aprovecharse con ligereza de los descuidos del enemigo: lo que no puede egecutarse con las picas, porque su uso exige vestirse de armas defensivas, ordenarse con mayor fondo y en fin hacerse los egércitos tan pesados como lo eran los antiguos.

144. Aunque como acabamos de esponer se han desterrado absolutamente las picas de los egércitos, son no obstante de mucho servicio en la defensa de las plazas: por esta razón darémos noticia de una de ellas con la escala correspondiente á las proporciones que señala el marques de Santa Cruz.

La figura 1.<sup>a</sup> de la lámina 5 representa esta pica: *ab* cuchilla; *ac* hoja de esta con dos filos y lomos en toda su longitud para que tenga mas resistencia; *bd* cubo para asegurarla al asta *e*; *m* alas ó ganchos para impedir que la pica penetre demasiado, y al mismo tiempo puede herir al hombre inmediato; *n* escarpías que terminan en punta triangular para herir á los soldados enemigos que se adelanten á agarrar la pica, y para coger desde el camino cubierto las faginas, gaviones y sacos terreros con que el sitiador se quiere cubrir.

*De las armas de puño.*

145. *Armas de puño* son las que teniendo una hoja de hierro y acero con punta y corte, solo tienen un mango proporcionado para abrazarlo con una mano: todas se pueden reducir á dos especies, que son espada y cuchillo: aquella tiene una guarnicion para que la mano pueda asegurarla y quede defendida; y este solo tiene una empuñadura sencilla, y su hoja es mas pequeña. Todas las demas armas son

como variaciones de estas dos, y toman diversos nombres de la figura y magnitud de sus hojas ó guarniciones: nosotros no entraremos en una inútil y prolija esplicacion de estas armas, solo nos detendremos en la fábrica de las espadas que usa nuestra caballería de la que se deduce la de los dragones é infantería, cuyas dimensiones y peso espondremos.

146. La espada es un arma de las mas antiguas y generalmente usadas. La espada corta y fuerte de que se servian los antiguos Romanos, con la que segun Tito Livio cortaban brazos enteros, dividian cabezas y hacian otras heridas terribles, la tomaron de nuestros antiguos Españoles: y estas espadas rectas y con corte fueron el principal instrumento de su grandeza. Segun Polibio, la causa de haber vencido á los Galos aunque mas valerosos que ellos, no consistió sino en que la ignorancia y ceguedad de estos no les dejaron reconocer el defecto de sus armas sin punta, que solo servian para herir de cuchi-lla. Una de estas espadas antiguas de caballería está representada en la figura 2.<sup>a</sup> de la lámina V, cuyas partes son las siguientes.

Figura 3.<sup>a</sup> hoja de dicha espada; *abc* espiga, inclusa la parte *dbce* llamada *orecazo*. Esta hoja tiene dos filos *mot*, *nst*; y en cada uno de sus dos lados tres *mesas* que son las superficies *mt*, *Rt*, (*nt*).

Las porciones *bm*, *cn* comprendidas entre el principio *bc* de la hoja *btc* y el arranque de los filos se llaman *bigotes*: no los tiene la hoja cuyos filos empiezan desde el principio de ella; y puede tener uno solo, si tiene un solo filo que no empieza del principio; *bc* es el ancho de la hoja en la parte superior; *os* id. en la inferior; y *ots* la punta.

La hoja se divide en cuatro partes; que son, la espiga *abc*; el primer tercio fuerte ó alto de la hoja, que es la parte de ella inmediata á la guarnicion; el segundo que es la parte media, y el tercero ó flaco que es el último, en que está comprendida la punta.

Figura 4.<sup>a</sup> vaina de la hoja representada en la figura anterior; *a* contera de hierro; *b* abrazadera con su boton *e* tambien de hierro. Estas vainas han tenido la variacion de substituir un embudo de hoja de lata en lugar de la abrazadera, como tiene la de la hoja de espada de dragones que se representa en la figura 3 de la lámina VI.

Figuras 5.<sup>a</sup> hasta 12 representan las piezas que componen la guarnicion antigua de las hojas de caballeria, llamada de boca de caballo: figura 5.<sup>a</sup> pomo; figura 6.<sup>a</sup> y 8.<sup>a</sup> los dos casquillos superior é inferior; figura 7.<sup>a</sup> puño guarnecido de hilo de plaitilla falsa, sin las cuatro barretas que debe tener, una en cada frente, como manifiesta la figura 2 de la guarnicion completa montada en su hoja correspondiente, las cuales se aseguran con los casquillos al tiempo de montarla; figura 9 pieza que en esta guarnicion se llama *bigote*, la cual unida á los gaviones inferiores *abc*, *ade* del guardamonte (figura 10) sirve para asegurar la concha (figura 11) al citado guardamonte, por medio de cuatro tornillos (figura 12).

En 7 (figuras 10 y 11) se manifiestan las aberturas del guardamonte, bigote y concha por donde se introduce la espiga para montarla; quedando el recazo entre las dos aberturas de la figura 10.

Figura 1.<sup>a</sup> de la lámina VI. representa la espada de

dragones. La guarnicion ó puño de esta espada se compone de cuatro partes; que son, el puño *a* que es de madera sobre la cual se dan algunas vueltas, formando espiral, con cordel de cáñamo del llamado *guita* bien encolado, y despues se cubre de cordoban negro: la monterilla *b* con su perilla *c* la cual es cóncava por la parte superior, en cuyo hueco entra el puño: el casquillo, cuya forma y uso se verá en la figura 4; y la concha *d* con el guardamonte *ef*, cuyos extremos entran en dos taladros que tiene el puño en *x*, *z*.

Figura 2.<sup>a</sup> hoja de esta espada; *a* la hoja que tiene dos filos; *b* su espiga.

Figura 3.<sup>a</sup> Vaina correspondiente á la misma hoja: *a* la vaina, que se compone de dos costillas de madera de haya del grueso de 7 puntos cada una, y del forro ó cubierta de becerro; *d* embudo de hoja de lata; *n* gancho de hierro; *r* contera de lo mismo. Actualmente se cubre la contera con el forro de becerro para que esté mas sujeta.

Figura 4.<sup>a</sup> el puño *a* de dicha espada, armado con su monterilla *b*, y casquillo *c*, que ademas de fortalecer el puño, sirve para sujetar la monterilla. Del casquillo sale el gancho *sn*.

El puño tiene un taladro que lo atraviesa de arriba abajo, para la espiga de la hoja (figura 2).

La monterilla y su perilla, el casquillo y su gancho, y la concha y guardamonte son de hierro.

Figura 5.<sup>a</sup> Manifiesta la concha *d* del puño de la espresada espada vista por su parte interior; *m* abertura por donde se introduce la espiga de la hoja cuando se monta la espada; y haciéndola atravesar por el citado taladro al casquillo, puño, monterilla y perilla, se remacha en la parte supe-

rior de esta última; *L* agujero en que entra el estremo *u* del gancho *su* de la figura anterior.

Ultimamente la figura 6 representa la espada de infantería. Su guarnicion consta de las mismas piezas que la de dragones (figura 1.<sup>a</sup>); con la diferencia de ser de laton todo lo que en aquella es de hierro, y no tener gancho en su casquillo.

Figura 7 hoja de la espada de infantería, que tiene un filo *ab* á lo largo, y otro *bc* hasta los dos tercios, quedando la parte *cd* con lomo.

Figura 8 vaina correspondiente á la hoja de la figura anterior, que solo tiene de hierro el boton *n* y la contera *r*, siendo en lo demas de su construcción igual á la de la figura 3.

Figura 9 manifiesta el puño, monterilla y casquillo de la espada de infantería representada en la figura 6.

Por no permitirlo el tiempo no se han abierto las láminas de las espadas y sables que actualmente usan la infantería, caballería y demas tropas, lo que se egecutará en un apéndice ó en la siguiente reimpression; y entonces se hablará de ellas estensamente.

147. Las mas de las espadas romanas que se han hallado en los antiguos monumentos, están hechas de cinco partes de cobre y una de hierro fundido. El conde de Caylus presume que los Romanos preferian esta materia, porque las armas se pasaban ó destruian menos con el herrumbre ú orin, y porque el cobre era mas comun que el hierro. Este mismo autor prueba con esperiencias que es posible dar al cobre con el temple un grado de duracion casi igual al del acero.

148. Las espadas españolas han tenido siempre mucha estimacion, sea por la buena calidad de nuestro hierro, ó por el buen método que se ha seguido en sus fábricas. Diodoro de Sicilia dice: "que las espadas de dos cortes de los Celtiberos ó Españoles tenian un temple admirable, cualidad que provenia del modo singular con que las trabajaban, enterrando las hojas de hierro hasta que la humedad de la tierra hubiera corroido por el orin las partes mas débiles de este metal; del cual quedando entonces mas que las partes mas firmes y nerviosas del hierro, fabricaban todos los instrumentos de guerra, y sus escelentes espadas que ahendian cuanto encontraban; escudo, casco, ni ningun hueso del cuerpo humano no podian resistir su corte." A la verdad el espresado método que tenian nuestros antiguos de preparar el hierro, es uno de los mejores y el que mas le purifica. Esta escelencia de nuestras espadas no se perdió, aunque si el método, con las incursiones de los varios pueblos que inundaron sucesivamente nuestra península. La fábrica de Toledo ha perpetuado ultimamente por muchos años su crédito y se ven muchas espadas hechas en ella de una calidad y temple escelentes. En el dia abastece á todos los cuerpos del ejército de armas blancas; de consiguiente vamos á esponer el método en ella establecido.

149. El acero que se gasta en dicha real fábrica, entra ó se recibe en barras de una pulgada de ancho y media de grueso (que suponemos por ahora ser de la calidad que se requiere) y para la fábrica de una espada de caballería se toman 23 onzas, que se dividen en dos partes iguales llamadas *tejas*: á estas se les dan varias caldas hasta que vengan á mermar

media onza entre las dos, y que queden de 6 pulgadas, 10 líneas de largo, una pulgada y una línea de ancho y 3 líneas de grueso. Es de notar que estas dimensiones, y otras que se irán espresando no se han de exigir con rigorosa exactitud, sinó con alguna leve diferencia.

150. Se toman 12 onzas de callos de herradura, que se sueldan y purifican con caldas hasta mermar dos onzas poco mas ó menos, y se forma de ellos una barrita llamada *alma* de  $8\frac{1}{2}$  pulgadas de largo, siendo las  $2\frac{1}{2}$  para formar el recazo y espiga: su ancho en esta parte será de 1 pulgada 2 líneas, y su grueso  $4\frac{1}{2}$  líneas: desde esta cabeza ó recazo hasta el extremo inferior disminuyen estas dimensiones, de modo que siendo el ancho en la parte contigua al recazo 11 líneas, queda solo de  $5\frac{1}{2}$  en el extremo, y siendo el grueso por aquella parte de  $4\frac{1}{2}$  líneas, es solo de 2 en ésta.

151. Hallándose ya en la referida disposicion las tejas y el alma se pone esta sola en la fragua hasta estar poco menos que sudando, en cuyo estado se coloca longitudinalmente entre las dos tejas estando frias estas, y cuidando de promediarla con exactitud para que resulten siempre concéntricos una especie de óvalos ó elipses de hierro y acero, que se descubren siempre en las fracturas de las hojas rotas transversalmente: así es una de las mayores habilidades del artífice saber distribuir el acero igualmente al rededor del alma por toda su longitud. Pegadas las dos porciones de acero con la de hierro como se ha dicho, se caldean y unen las tres para formar de ellas un solo cuerpo; pero es menester particular atencion en que las primeras caldas sean muy penetrantes, á fin que quede el alma igualmente caldea-

da que las tejas, para que salga limpia la espada: porque si las caldas son tibias ó poco penetrantes, suelen las hojas por falta de union sacar vegigas: si acaso saliese alguna se remediará reventándola inmediatamente con una *punzeta de corte* para estraer el aire, y se volverá á caldear. Tambien es necesario cuidar de que las caldas no sean muy fuertes ó pasadas, pues de esto resultaria *quedarse* mucho la espada, y no ser de recibo; esto es faltarle elasticidad para volverse á su natural direccion cuando se dobla apoyando la punta contra algun ostáculo.

152. En estas primeras caldas se debe ir estendiendo ó llamando el acero de uno y otro lado, hasta que el alma quede enteramente cubierta y unida una porcion de acero ó teja con la otra: hecho esto se empieza á tirar, y reconoce el maestro si está limpia de hojas: luego se vuelve á tirar y batir hasta que tenga la longitud que debe, dándola por toda ella la disminucion correspondiente, y el ancho y grueso que necesita para sacar las *mesas*, y con atencion á que ha de tomar un arquéo igual.

153. Para batir una espada no se han de dar caldas fuertes sinó de un calor moderado: tampoco se ha de dejar en la fragua parado el fuelle porque de esto se originaria avegigarse, aun cuando esté bien caldeada: igualmente es necesario mucho cuidado cuando se tira la hoja en volverla y batirla por ambos lados con la mayor igualdad, porque si se bate mas por un lado que por otro, quedará aquel mas delgado ó menos cubierto de acero, y la espada sin la conveniente elasticidad aun cuando no se rompa, como se observa muchas veces por este defecto. Luego se van sacando las tres mesas con igualdad, y dando la disminucion correspondiente desde el recazo

hasta la punta: de modo que vengan á formar dos líneas rectas los lados de la mesa de enmedio, comunes á las dos de los costados; y cuidando de no dar en frio golpe al canto, por que de ello resulta sacar la espada hojas en los filos; y si se da golpe en vago para enderezarla se pueden hacer algunas *quebrazas*.

154. Estando la hoja enteramente forjada como queda dicho, se pasa á limar para alinearle los filos y dejaria los anchos correspondientes, arreglando sus tercios por los *descantillones* ó modelos que á este fin se les dan á los maestros.

155. Despues de limada y arreglada en la forma referida, se pasa al templador y calentándola sin que llegue á ponerse roja, se le da con jabon por toda su superficie hasta que forme tez, lo que contribuye á que blanquee el acero, manifieste mejor su calidad, y se pueda dejar el *revenido* con el color que corresponde, como se dirá.

156. Jabonada la hoja se vuelve á la fragua donde se calienta hasta estar igualmente roja por toda su longitud; porque si por alguna parte estuviese menos caldeada, seria el temple mas bajo en ella, y se *quedaría* por el mismo parage, ó saltará por donde sea el temple mas fuerte: el color, pues, que debe tener para entrarla en agua ha de ser rojo oscuro y muy igual, como queda dicho; porque si toma mayor grado de calor, lo que se conoce por el color que se va aclarando á medida que aquel se aumenta, saldrá *crugida* ó con *pelos*.

157. El agua en que se sumerge la hoja para templarla es del Tajo, y se procura que esté del temple natural segun el tiempo: el templador ha de estar precavido del aire, porque si al entrar la hoja

en el agua se ventea, saldrá infaliblemente con pelos ó *crugidos*.

158. En habiéndose enfriado la hoja en el agua se saca de ella, y se pone de *tabla* ó de llano en la fragua, en donde se va secando de arriba abajo con una llama lenta y suave. Seca ya se empieza á *revenir* por el primer tercio, y si sale torcida como regularmente sucede, se endereza al tiempo que se va reviniendo cargándola ó apretándola por donde haga comba ó lomo, y despues se acaba de enderezar con la *piqueta*; pero no debe cargarse la hoja á este fin hasta que vaya tomando el color de revenido, porque de lo contrario se hacen algunas *quebrazas*. El primer color que toma la hoja cuando se empieza á revenir es el del trigo, luego se pone como dorada, y en fin pasa al de violeta que es el de revenido, y del cual ha de quedar toda la hoja para estar bien templada.

159. En este estado se empieza á enderezar poniéndola sobre un ayunque bien sentada por el lomo ó parte convexa, y martillándola con la *piqueta* sobre la cóncava; cuidando de no dar ningun golpe en vago, por lo que se espresó arriba. Si estando derecha de los filos se reconociese torcida por la parte de la tabla ó *alfanjada*, esto es, formando la figura de un alfange, se pondrá igualmente sobre el ayunque, y se golpeará con un martillo en donde tenga la curvatura hasta dejarla recta. El carbon que se emplea en todas estas operaciones es el de brezo.

160. Templada y recta la hoja se pasa á amolar *resiguiendo* primero los filos; esto es, quitándoles las ondas, resaltos ó torceduras que tengan, y dejándolos en una linea recta seguida: luego se desbasta igualmente de uno y otro lado, cuidando de no qui-

tar mas acero de una parte que de otra, porque la espada se *quedar*á ó romperá por donde tenga mas delgada la capa de acero que cubre al alma. Para dejar la hoja como se debe, ha de tener sus tres mesas iguales y rectas con su disminucion correspondiente: ha de estar derecha de canto y tabla y *desalabiada*: esto es, sin ningun ladeo ni inclinacion; pero en caso de tener este defecto, se corregirá en el tornillo, procurando tirarla con tenazas hácia la parte que conviene para quitar el vicio: finalmente ha de quedar muy igual del amolado, y sin la menor irregularidad en los planos de sus mesas.

161. Concluida la hoja en dichos términos se presenta á la prueba, que se egecuta delante del oficial director de la fábrica, quien la admite ó desecha segun los defectos que resulten, reconocida con un exámen prolijo despues de probada como se dirá.

162. Egecutada la prueba pasa la hoja al *acicalado* (que es donde se le da el bruñido ó lustre) y se le quita el *rastro* ó señales, que deja la piedra de amolar en una rueda de nogal con esmeril y aceite: borrado el rastro, se da á la rueda de nogal con carbon de pino, y se vuelve á repasar la hoja dos ó tres veces: en fin despues de frotar la rueda con un pedernal liso, se da la última mano á la hoja que queda lustrada y enteramente concluida.

163. Para probar las hojas de espada se egecutan con ellas las siguientes operaciones.

164. 1.<sup>a</sup> Se fuerza la hoja sobre la rodilla desde el recazo ó espiga hasta la punta, para ver si tiene pelos, fortalezas, cañas, hojas, &c.

165. 2.<sup>a</sup> Se tantea la hoja contra una pared, haciéndola formar casi un semicírculo, con lo que se reconoce si está bien repartido el metal.

166. 3.<sup>a</sup> Se apoya la punta de la hoja contra la pared haciéndola formar un arco de círculo, y poniendo luego la mano izquierda sobre el primer tercio, se la obliga á hacer una S; esto es á formar dos arcos encontrados, con lo que se conoce la igualdad del temple.

167. 4.<sup>a</sup> Se da una cuchillada sobre un casco de hierro templado y fijo sobre la copa de un sombrero rellena de borra: el sombrero está cosido á un almohadon de lana de 6 pulgadas de alto puesto sobre una mesa; y se reconoce si los filos tienen la correspondiente fortaleza para no mellarse.

168. 5.<sup>a</sup> Se vuelve á pasar la hoja sobre la rodilla para reconocer si de la cuchillada que se dió sobre el casco, ha recibido algun daño.

169. 6.<sup>a</sup> Estando ya la hoja acicalada ó bruñida se vuelve á pasar por la rodilla para observar si descubre algun pelo, fortaleza ú otra imperfeccion, que en la prueba primera pudo ocultarse con el rastro de la piedra.

170. El modo de comprobar las dimensiones es: entregando á cada maestro forjador un *descantillon* ó modelo, arreglado á las dimensiones que debe tener la espada que trabaja; otro igual á los maestros amoladores: y cuando se prueban se reconoce si estan conformes á la espada de muestra aprobada por el Rey.

171. Suponiendo que una espada tenga las dimensiones y peso correspondientes que despues se dirá; puede ser no obstante defectuosa por uno ó mas de estos diez vicios: 1.<sup>o</sup> fortalezas: 2.<sup>o</sup> hojas: 3.<sup>o</sup> cañas: 4.<sup>o</sup> vegigas: 5.<sup>o</sup> quebrazas: 6.<sup>o</sup> pelos: 7.<sup>o</sup> crugidos: 8.<sup>o</sup> quedarse ó blandear de un lado: 9.<sup>o</sup> quedarse ó blandear de los dos: 10.<sup>o</sup> saltarse.

172. Para conocimiento de todos ellos se necesita examinar con proligidad la hoja en cada una de sus mesas por ambas partes, tirando una visual por ellas, y soslayándola algo si se encuentra alguna extrañeza aunque pequeña, que corte el rasgo de la repasadera á cuyo favor suele encubrirse algun defecto.

173. Las *fortalezas* son unas grietecillas muy menudas y las mas veces redondas, defecto que causa fealdad, y proviene de la demasiada acrimonia del acero, de pasarse en alguna calda, y tambien de haber dado algun golpe en los filos al tiempo de formar las mesas, á fin de enderezar la espada.

174. Las *hojas* son unas desigualdades que sobresalen de la superficie de las mesas de las espadas, formando por lo comun un labio que las da nombre: unicamente son defectos de fealdad cuando no internan, y provienen de tener las tejas con que se forja la espada, algun callo ó desunion que no quitó el artifice, como podia egecutarlo en la fragua por medio de una calda antes de tirar la espada; pero si las hojas internan, la inutilizan totalmente.

175. La *caña*, defecto de los mas visibles de una espada, es una grieta ó desunion del acero en alguna de las superficies, que siendo á lo largo, como regularmente sucede, solo la inutiliza si cae en alguna mesa de los lados, porque debilita el filo inmediato; pero si interna aunque sea en la de enmedio, será de desecho la hoja. Este defecto proviene de tener el acero alguna veta de hierro, y no aplicarla el maestro forjador á la parte del alma; y tambien de haber cogido la hoja en alguna calda parte de la escoria de la fragua, y batirla sin limpiarla.

176. Las *vegigas*, defecto poco visible pero muy esencial aunque sean de corta magnitud, son de dos maneras, unas redondas y otras longitudinales: se advierten reconociendo con proligidad la superficie de la hoja, y se verifican cuando en ella se nota ó halla una desigualdad á modo de ampollita, la cual esta hueca y llena por consiguiente de aire, que encubrió el martillo en la fragua; pero que despues sacó á la superficie el desbaste de la piedra, y manifestó el lustre del acicalado. Los maestros forjadores suelen reventar y batir las *vegigas* en la fragua, cuando las advierten; pero siempre queda alguna señal, pues donde la ha habido se descubre mirando con cuidado una estrellita que rompe la tez del acero, y que si tiene el labio grueso no la borran facilmente la piedra de amolar, ni el acicalado: estas no son de consecuencia; pero sí las llenas, (aunque algunos digan lo contrario), pues ha manifestado la esperiencia que forzando la espada en cuchillada, si se da en cosa resistente y da el golpe con parte contigua á la *vegiga*, salta ó se rompe; y reconocida la fractura se advierte que cedió á la fuerza por el parage en que la *vegiga* la debilitó por la desunion del metal. Este defecto se origina de sacar la espada de la fragua, sin que la calda tenga el grado de calor competente para penetrar igualmente el alma y las tejas, al tiempo de unirse estas tres piezas entre sí; ó por quedarse alguna escoria ó cuerpo heterogéneo entre dichas piezas al unirse; ó en fin por calentarse demasiado la hoja al sacar las mesas ó templarla.

177. Los defectos espesados se descubren sin mas diligencia que la de registrar las hojas con mucho cuidado; pero no sucede lo mismo con los si-

guientes, que resultan del tanteo y pruebas que se han referido.

178. Las *quebrazas* son unas hendeduras muy sutiles, que se descubren en la espada por medio de la prueba de la rodilla, y la inutilizan si están inmediatas á los filos, y penetran aunque sea muy poco; pero si se internan notablemente, será la hoja de desecho aunque el defecto esté en la mesa de enmedio. Las *quebrazas* provienen de dar á la espada un temple muy fuerte y dejarla con él, ó de darla algun golpe en vago para enderezarla.

179. Los *pelos* por pequeños y casi imperceptibles que sean inutilizan la hoja: son unas sutilisimas grietas transversales á las mesas, ó que cortan parte de ellas lateralmente: se perciben en la prueba de la rodilla poniendo un cuidado extremo, y se originan de introducir la hoja en agua estando demasiado caliente; de recibir algun aire muy frio al tiempo de pasar de la fragua al agua; ó de estar esta excesivamente fria como acontece en las mañanas de invierno.

180. Los *crugidos* son unos pelos pequeños que no son precisamente transversales, sinó que algunos están sesgados y otros á lo largo de las mesas: se encuentran muchos juntos, y se descubren alguna vez con solo mirar ligeramente la hoja; pero aunque estén disimulados, al hacer la prueba de la rodilla lastiman la espada á proporcion de lo que penetran, y del parage donde se encuentran, siendo el peor la intermediacion á los filos; la espada que los tenga se dará por mala si vuelta á amolar por aquella parte no se desvanecen. Los *crugidos* tienen el mismo origen que los pelos.

181. El *queñarse* ó blandearse de un lado es una

falta cuya gravedad se ha de determinar por un juicio prudencial; porque muchas veces se ve, que espadas de muy buena calidad no desmerecen por quedarse, ó perder un poco de su rectitud en el último tercio: así es muy difícil establecer una regla fija. Sin embargo para dar alguna luz ó idea sobre este punto decimos: que si en la segunda prueba en que se tantea y fuerza la espada contra la pared (obligándola á que solo forme un arco en el último tercio) retirándola quedase enteramente vencida en la parte que se encorvó, se tendrá por defectuosa é inadmisibile aquella espada, aunque tanteada al revés como debe practicarse, no suceda lo mismo: pero si se quedase con alguna corta inclinacion en el último tercio, por la mayor violencia que contra él se hace, se habrá de juzgar con prudencia, examinando si la blandura que se advierte es capaz de impedir que la espada hiera un hombre vestido regularmente.

182. Si la hoja se quedase en el segundo ó primer tercio será inservible, porque doblándose por la parte que debe ser mas rica de metal, y que está mas inmediata á donde recibe el impulso, se frustrará este por poco crecido que sea el grado en que se comunique. Quedarse una hoja de un lado solo proviene de haberse batido demasiado al tiempo de tirarla, quedando mas delgada que en el otro la capa de acero; de tener alguna de las tejas por un lado vetas de hierro, y no ponerlas hácia el alma al tiempo de forjar la hoja; ó en fin de que en la piedra de amolar, por un descuido del que la maneja se ha desbastado mas por un lado que por otro.

183. *Quedarse la hoja de los dos lados resulta tam-*

bien del tanteo y prueba segunda: es defecto que debe apreciarse prudencialmente y con reflexion á las advertencias anteriores: y proviene de la duplicacion de las causas que hemos dicho para quedarse de un lado; y ademas de alguna calda pasada, de tener un temple muy bajo, ó de haberse pasado el revenido.

184. El saltarse ó quebrantarse determina por sí la mala calidad de la hoja: suele suceder así en las tres primeras pruebas, por las que se descubre el buen repartimiento de los metales, la suavidad de ellos y lo oportuno del temple y revenido: tambien acontece en la cuarta dando la cuchillada sobre el casco: y en fin al forzarla segunda vez sobre la rodilla. Este defecto proviene de ser demasiado alto el temple, ó de no estar proporcionado el revenido á él.

185. El método espuesto de fabricar las hojas y probarlas, y la enumeracion de los defectos que hemos dicho, son comunes á las espadas de caballeria y dragones, respecto á no haber en estas mas diferencia que las de sus dimensiones y peso. Las de infanteria se forjan igualmente con alma de hierro; pero son mas cortas y tienen lomo en su primer tercio; por lo que no pueden sufrir la prueba tercera de la S, aunque sí todas las demas. Las dimensiones y pesos de estas tres especies de espadas se han solido variar con frecuencia; pero al presente está mandado que las dimensiones sean las que espresa la tabla siguiente:

*Tabla de las dimensiones de las espadas de caballería, dragones é infantería.*

	<i>Caballería.</i>	<i>Dragones.</i>	<i>Infantería.</i>
	pies. pulg. lin.	pies. pulg. lin.	pies. pulg. lin.
Longitud de la espada desde el recazo hasta la punta:--	2 10 6	2 10 4	2 0 9
Ancho al principio del primer tercio:--	0 1 4	0 1 3	0 1 2
Al principio del 2. <sup>o</sup>	0 1 1	0 1 1	0 1 0
Al principio del 3. <sup>o</sup>	0 1 0	0 0 1	0 0 8 9½

186. El peso de estas espadas varía algo por razón de que no todas las hojas y guarniciones pueden ser perfectamente iguales, ni tampoco sus vainas, que regularmente están cubiertas de becerro mas ó menos grueso: no obstante los términos extremos entre los que debe estar el peso de ellas son: la espada de caballería con su guarnicion, vaina y sobrevaina ha de pesar de  $48\frac{1}{2}$  á  $51\frac{1}{2}$  onzas: su hoja de  $21\frac{1}{2}$  á 22; su guarnicion de  $19\frac{1}{2}$  á  $21\frac{1}{2}$ ; y su vaina con la sobrevaina 8 onzas á corta diferencia. La de dragones de 45 á  $47\frac{1}{2}$  onzas: su hoja de  $18\frac{1}{2}$  á 20: su guarnicion de 16 á 17: y su vaina con la sobrevaina  $10\frac{1}{2}$ . La de infantería pesa de 33 á 35 onzas: su hoja de 15 á 16; su guarnicion de 14 á 15; y su vaina de 4 á 5 á corta diferencia.

187. En la esposicion que acabamos de hacer de la fábrica y método de probar las espadas, solo hemos seguido las prácticas establecidas en la real fábrica de Toledo, en la cual para reconocer la calidad



del acero de que se abastece solo se observa si rota una barra muestra su fractura cubierta de granos menudos, iguales y cenicientos; pero como se han solido encontrar algunos aceros que tenian esta propiedad, y no obstante no eran apropósito para sacar buenas espadas, con cualquiera especie de acero que se quiere reconocer se hace siempre la esperiencia de forjar algunas hojas y probarlas. La instruccion que rige en el dia para el reconocimiento y prueba de las espadas, y el gobierno político y económico para su fabricacion se hallan en el reglamento XIII. del cuerpo de 1802.

188. Como en el artículo III. espusimos muy por menor el método de reconocer y poder *contrastar*, digámoslo así, la calidad de cualquier acero, nos remitimos á él sobre este punto para escusar repeticiones. Tambien se hallarán alli las calidades precisas del que se haya de emplear en las fábricas de armas blancas, que se reduce á que sea correoso y suave, propiedades que se encuentran preferentemente en el que viene de Alemania, y aun con mas particularidad en el de Stiria en Austria.

189. Aunque la esperiencia ha manifestado que el método establecido en Toledo de forjar las espadas es oportuno, respecto á que con él se obtienen de muy buena calidad: como no obstante nos parezca que le es superior en cierto modo el espuesto en las memorias de la academia de Stokholmo por Laureaus, daremos noticia de él. Redúcese á tomar cuatro barritas delgadas é iguales de acero, soldarlas con sola la accion del fuego sin adición de hierro, para sacar una sola barra de una pulgada de cuadratura, enrojecerla hasta que esté alba, y en esta disposicion se enrosca ó tuerce todo lo posible con



dos tenazas : se forja de nuevo y divide en cuatro partes, con las que se repite esta operacion por tres veces, al fin de las cuales se cree suficientemente preparado el acero. Justi aprueba mucho este método, y congetura que puede ser el mismo con que se trabaja el acero de Damasco, que presume se reduzca á juntar dos aceros de diferente calidad ó hierro con acero. Este mismo era el parecer del ilustre Stahl, en atencion á que incorporado un buen hierro con acero, se obtiene una mezcla con venas de diferentes colores, semejantes á las del espresado acero de Damasco tan celebrado por su bondad.

190. Como trabajando así el acero sea preciso hacerle sufrir muchas veces la accion violenta del fuego, en lo que es necesario que pierda mucha parte de su carbono, y que continúe perdiendo en las diferentes caldas que son menester para forjar las hojas; es indispensable para obviar este inconveniente, cubrirle antes de trabajarle con una pasta hecha de polvo de carbon y sangre de buey, la que no solo comunicará parte de carbono al acero, sino que impedirá se disipe el suyo.

191. En el artículo III. ya citado se dio noticia de varios modos de templar el acero, y de que el mas fuerte seria cuando estando estremamente caliente, se sumergiese en un fluido muy frio: ahora no nos detendremos en prescribir los varios grados de calor que se deben dar á las armas para templarlas, ni los de frialdad que há de tener el fluido en que se sumerjan : uno y otro depende de la calidad del acero, uso y proporciones del arma ; mas si daremos noticia de la calidad del fluido en que debe hacerse el temple ; pues lejos de ser todos igualmente apropiado, aun en la misma agua se encuen-

tran algunas muy nocivas, que alteran la calidad del acero, como las sulfúreas y vitriólicas.

192. Es muy varia y misteriosa la composición del fluido en que se templan las armas: cada artífice tiene por lo comun un licor particular, cuya composición reserva para sí; sin embargo espondrémos los métodos de componer los fluidos para templar, mas aprobados y publicados por célebres químicos, cuya gloria la fundan en instruir á los demas, comunicándoles sus descubrimientos.

193. Uno de los fluidos mas experimentados es el agua en que se haya disuelto por cada cubo, una libra de sosa ó de ceniza de madera vieja y poco teosa. Igualmente es muy apropósito la orina suavizada con una tercera parte de agua. Si á este liquido se le echa por cada tres azumbres de orina media onza de nitro, y otra media de sal comun decrepitada las piezas templadas en él saldrán de una dureza prodigiosa. Algunos suelen disolver tambien en él una onza de sal amoniaco.

194. Otro método muy experimentado de dar al acero un temple que lo dege con escesa dureza es: tomar una parte de asta de buey, otra de cuero ó de pies de pájaros, y quemarlas en un vaso cerrado; añadir despues una media parte de hollin y otro tanto de sal marina decrepitada, moler y triturar estos ingredientes hasta reducirlos á un polvo muy fino, que se humedece y pone de la consistencia de una jaletina con sangre de buey: hecha esta masa se principia el temple caldeando las piezas y cubriéndolas de ella: despues se ponen á secar á un rescoldo, y secas se entran en la fragua, se rodean de carbon, y da un fuego lento hasta que tomen un rojo oscuro, en cuyo grado de calor

se hacen estar por media hora, que pasada se aviva el fuego, y en estando bien rojas se sumergen en agua ó legía de sosa.

195. Como en las mas de las armas blancas, particularmente en las espadas no se requiere una dureza escesiva, porque serian quebradizas, y si se ape-tece una grande elasticidad y consistencia; parece que lejos de procurar aumentar la fuerza de su temple con los medios espuestos, convendria templarlas en grasas ó aceites, que no dan un temple tan subido como el agua.

196. Los autores mas clásicos piensan con suma diversidad acerca del uso, magnitud y figura de las espadas: por lo que pertenece á las de caballería todos convienen en que deben ser largas, rectas y fuertes en cuanto pueda tolerar la fuerza regular de un hombre; y aun algunos piensan que podria convenir que no tuviesen cortes, para que el soldado se incline á herir de punta. Mas por lo concerniente á las de infantería, cada autor discurre de un modo diverso: unos quieren que sean espadas fuertes y rectas: otros que sean solo cuchillos de monte; y otros que no las use: opiniones que sostienen no solo por su autoridad sinó con razones y egemplares de bastante fuerza. Lo que parece es una prueba de que las armas deben ser respectivas al carácter, genio y costumbre de la nacion que las use y á su disciplina y formacion. Omitimos, pues, las reflexiones y noticias análogas á este punto como demasiado estrañas al objeto de este artículo, que creeremos haber tratado dignamente, si hemos dado noticias suficientes para saber reconocer la calidad de las armas de fuego ó blancas, que estan en uso en nuestros egércitos.



## ARTICULO IX.

*De los fuegos artificiales.*

*N.º* 1. Antiguamente tenian los fuegos artificiales un notable influjo en el ataque y defensa de las plazas, y se hacia un particular estudio y una especie de misterio de las composiciones de los principales: así ocupaban un lugar muy preferente en los tratados de artillería, en los que se hallan enunciados con nombres hinchados y estraordinarios. Mas la invencion de la pólvora, su aplicacion á las armas, y la perfeccion del manejo de estas han suplido muy ventajosamente todos los mas artificios, que están reducidos en el uso actual á algunas composiciones para iluminar los campos y trabajos, y á pocos mistos para incendiar y ofender las obras enemigas.

2. Pero siendo propio de este lugar tratar de algunos artificios útiles y aun necesarios para el mejor uso de las armas de fuego; del modo de preparar y usar las municiones segun las circunstancias; y asimismo prescribir circunstanciadamente la fábrica de cohetes, por haberse estinguido el gremio de coheteros, se hace este artículo de los mas importantes.

3. En la composicion y fábrica de todos los mistos se debe tener presente, que las mas veces despues de seguir y practicar rigorosa y prolijamente las reglas que para ellos dan los autores mas experimentados, y que ciertamente son las mejores, resultan mistos defectuosos y aun inservibles. Esta misma especie de inconsecuencia se nota en las composiciones pertenecientes á todos los artes en que entran muchos ingredientes; porque ni estos tienen

siempre en igual grado las mismas propiedades, ni estas dejan de padecer alteracion en diversos climas, estaciones y temples. Y esta es la razon porque los artifices mas acreditados y diestros, cuando son meros prácticos, suelen no saber egecutar con igual perfeccion sus maniobras distantes de donde las aprendieron.

4. En la composicion de los fuegos artificiales es, pues, preciso no reprobar una receta acreditada porque el misto que prescriba no resulte de buena calidad; sinó que se debe examinar en qué está el vicio, á qué ingrediente pertenece, purificarle ó buscarle mejor, ver si disminuyendo su dosis, supliéndolo con otro, ó aumentando la cantidad de alguno que tenga propiedades contrarias, se mejora la composicion: en fin valerse de todos los medios que sugieran el conocimiento de los ingredientes y la experiencia, que es necesaria para desempeñar con acierto esta especie de trabajos.

5. Siguese de aquí que jamas se deben reunir é incorporar en gran cantidad los varios ingredientes de que ha de componerse una clase de mistos, mientras no se hagan ensayos ó pruebas con pequeñas dosis, para que asi no quede perdida y sin uso una gran porcion de ellos.

6. Supuestas estas advertencias de la mayor importancia en esta materia, pasaremos á esponer cual sea la composicion y uso de los fuegos artificiales, y demas asuntos pertenecientes á este artículo; que como dejamos indicado se dividen en cuatro clases de que trataremos en otros tantos números: el objeto del 1.º será la construccion de los artificios necesarios para el mejor servicio de la artillería, que son estopines, espoletas y lanzafuegos: el del 2.º espo-

ner los métodos de tirar balas rojas, cargar bombas y granadas, y formar las varias especies de cartuchos que se usan: el del 3.º mostrar la fábrica de los artificios mas comunes para ofender al enemigo, ó iluminar las obras y trabajos: el 4.º prescribirá la fábrica de cohetes. Ademas se añadirá otro número que será el 5.º en el que se dará noticia de la naturaleza de los varios ingredientes, materiales é instrumentos necesarios en un laboratorio de mistos.

## Número I.

*De los artificios usados para el mejor servicio de la artillería.*

7. Para la pronta egecucion de las piezas de artillería, y para propagar el fuego á tiempo oportuno en las bombas y granadas, se usan estopines, espoletas y lanzafuegos: tres artificios que merecen mucha atencion, y de los que vamos á esponer su fábrica en este número con individualidad y distincion.

### *Estopines.*

8. El estopin es un artificio que se incendia facilmente, y propaga el fuego con mucha celeridad, y casi instantaneamente: así el principal uso suyo es cebar las piezas de artillería, con lo que se consigue mayor prontitud en su egecucion, cebar á menos costa, no alterar los alcances de las cargas pequeñas, como suelen ser las de los tiros de rebote cuando el blanco está próximo y alto; y ser el fonazo menor, para que no lo perciban las centinelas enemigas encargadas de advertirlo: razones sufici-

cientes cada una de por sí para dar preferencia al cebo de estopin sobre el de pólvora suelta.

9. Los estopines se usan tambien para propagar el fuego de las cargas de las piezas á las espoletas de bombas y granadas; para incendiar casi instantaneamente las camisas y faginas embreadas y otros fines; pero como la fábrica de estos sea una misma que la de los otros, trataremos de unos y otros á un tiempo: y despues espondrémos un método particular de hacer ventajosamente los destinados para cebar las piezas.

10. Un estopin se reduce á una mecha ó torcida de algodón impregnada y cubierta de un misto inflamable y activo, como es el hecho de pólvora y aguardiente ú otro líquido espirituoso; y será tanto mejor cuanto mas proporcionada sea la mecha para no cortar ó detener el fuego; mejor impregnada y cubierta esté del misto, y mas activo sea este: así se hacen estopines de varias calidades; mas aun quando no se intenten fabricar de los mas fuertes por ser mas costosos, se debe procurar que siempre sean de buenos materiales en su especie, y que estén hechos con el cuidado y proligidad que se requieren para que no salgan defectuosos por su fábrica.

11. Por esto el algodón que se escoja para hacer estopines debe estar limpio é hilado con igualdad, sin borras, delgado y muy poco torcido, á fin que las mechas se impregnen y penetren bien del misto. Asimismo la pólvora de que se hagan los estopines debè ser de buena calidad, y estar bien seca, y el salitre será de tercera cocion, como todo el que se emplee en fuegos artificiales.

12. Para hacer estopines de sobresaliente calidad se harán torcidas de algodón de dos, tres y

hasta seis hilos, segun el grueso de estos y el destino del estopin (pues si este ha de servir para cebar no debe pasar la torcida de dos hilos) y se pondran en infusion por 24 horas en una olla donde haya espíritu de vino, y un poco de polvorin disuelto en él (entiéndese por *polvorin* en los artificios pólvora molida y pasada por un tamiz de seda muy fino). Para que las torcidas se penetren mejor de este misto, se pondrá la olla despues de cubierta al sol en estío, ó á un fuego muy lento cuando no haya sol fuerte. Pasado este tiempo se verterá la infusion en una cacerola de cobre ó plato vidriado, se espesará con polvorin hasta que tome la consistencia de una jalletina, se embeberán bien las torcidas en ella, y despues se pasarán por entre los dedos para que se desprenda el misto superabundante, y teniendo en otra vasija polvorin molido mas groseramente se pasarán por él, y pondran en fin á secar en un lugar sombrío si no hacen falta; pues en este caso se enjugarán al sol ó en una estufa. En estando secos los estopines se guardarán entre papeles en un cajon cuyo largo sea al menos igual al de las torcidas.

13. La prueba de que los estopines están secos, y son de sobresaliente calidad es, quemar un pedazo de un pie de largo por un extremo, y que el fuego llegue al otro instantaneamente.

14. Tambien serán los estopines muy buenos y menos costosos, poniendo las torcidas en infusion por 24 horas en buen vinagre, y haciendo despues una pasta de dos partes de pólvora, una de salitre y competente cantidad de aguardiente de cabeza, en la que se revolverán y empaparán las torcidas, y pasándolas despues entre los dedos y polvorin grueso se pondrán á secar.

15. Mas como siempre es necesario que los estopines tengan igual actividad, como sucede cuando se destinan para estender el fuego en las camisas embreadas y otros semejantes artificios, tampoco se deben hacer siempre con tanta proligridad ni á tanta costa. Para hacer estopines ordinarios basta empapar las mecha en una pasta compuesta de polvorin y algun líquido fuerte, como aguardiente, vinagre desflemado, orines, &c. y se pasan despues por entre los dedos y polvorin.

16. Cuando los estopines han de servir para cebar las piezas de artillería es necesario cortarlos en segmentos proporcionados al espesor de los metales de la especie de piezas para que se destinan; esto es, de batir ó de campaña; introducirlos cuando estén á medio secar en pajas de centeno ó carrizos cortados oblicuamente por sus estremos, rémojar los del estopin en la misma pasta de que se han hecho, y ponerlos á secar para empaquetarlos despues en haces ó manojos de á cien estopines. En esta operacion es necesario tener mucho cuidado de que los estopines no se descostren y quiebren, pues entonces se suele cortar el fuego: por esta razon cuando los carrizos sean muy delgados, se deben introducir en ellos los estopines con una aguja que tenga su punta corva, para doblar el extremo del estopin sobre ella, y egecutarlo cuando estén frescos á fin que retengan parte del misto y que no se desprenda todo, como sucede cuando ha tomado consistencia secándose. Tambien se debe cuidar de tener el carrizo verticalmente, porque de lo contrario se roza el estopin contra su corte al entrar, y se despoja del misto.

17. Los carrizos son mucho mejores que las pajas de centeno, así no se deben usar estas sinó en

falta de aquellos. Para que sean buenos se deben cortar en los meses de Diciembre y Enero, en cuya estacion estan á medio secar. Regularmente se encuentran en las marismas y lugares pantanosos; y los mejores son los que no han estado espuestos á la accion de los vientos. Se conservan muchos años con la sola precaucion de tenerlos en lugares secos. Finalmente antes de usarlos se deben limpiar muy bien por dentro con un punzon, de un cierto meollo ó medula que tienen, que impediria la introduccion del estopin y cortaria el fuego.

18. Los estopines para cebar las piezas de artillería hechos con las precauciones espuestas son bastante activos; pero tienen los inconvenientes de que siempre hay algunos defectuosos, que no propagan el fuego, ó por ser malo el algodón ó por haberse caido el misto; y que introducida la torcida en el cañon puede conservar el fuego: así reputamos por mas ventajosos aunque no tan comunes los hechos sin mecha, y por lo tanto vamos á dar una noticia individual de su fábrica.

19. Se cortan los carrizos, que han de ser fuertes y de  $2\frac{1}{2}$  ó 3 pulgadas de largo, por un extremo al traves y por el otro oblicuamente. Se hace un misto de 12 partes de polvorin, 8 de salitre, 2 de azufre y 3 de carbon, todo bien pulverizado: cuando estos ingredientes esten bien mezclados se hace en una cacerola de cobre una pasta de ellos y de espíritu de vino ó aguardiente de cabeza: de modo que sea bastante espesa. Despues se repartirá esta pasta en escudillas pequeñas de madera, y se irán llenando en ellas los carrizos uno á uno, comprimiendo el extremo que tiene el corte transversal contra la pasta, hasta que esta salga por el

otro: entonces se pasará una aguja, ó punzón por el centro del carrizo para abrirle una ánima por donde pueda correr el fuego, y se pondrá á secar. En estando enjutos se volverá á pasar el punzón que deberá ser algo grueso, y se cebarán atando fuertemente en el extremo oblicuo con hilo de coser cuatro pedacitos de estopin delgado de nueve líneas de largo; y este extremo se cubrirá con un papel.

20. Como este método de llenar los carrizos sea muy prolijo, y se necesite de muchos trabajadores para hacer un crecido número de estopines, será conveniente simplificar esta maniobra, lo que se conseguirá teniendo unas cajas de encina ó otra madera muy compacta, de 4 pulgadas de cuadratura y  $4\frac{1}{2}$  de alto por dentro: en las que se introducirán los carrizos verticalmente teniendo hácia abajo los extremos cortados oblicuamente; y echando encima la pasta se obligará á entrar en ellos y llenarlos, batiéndola con una especie de atacador de las mismas dimensiones que tengan las cajas de luz.

21. También se suelen hacer para cebar las piezas estopines de trompetilla ó de lata, los que solo se diferencian de los anteriores, en tener en lugar de los carrizos unos tubos de hoja de lata con una trompetilla de diez líneas de diámetro á un extremo; en la que se acomodan las mechas de estopin con que se ceban. Estos estopines son los mejores, porque aunque estén muy dilatados los fogones de las piezas no se pueden caer dentro; el tiro arroja fuera la lata y esta no conserva fuego como el carrizo; pero tienen la contra que atacando el orin ó herrumbre la lata altera al misto y se inutiliza el estopin; por cuya razón apenas tienen uso. No obstante su utilidad en la marina, y en el servicio violento de los caño-

nes de campaña, parece equivaldría al mayor gasto de hacerlos nuevos cuando estuviesen deteriorados.

22. Conviene en muchas ocasiones que los estopines sean lentos y ardan sin iluminar, para dar fuego á un parage en donde no deba percibirse hasta despues de haberse retirado, se dará aqui noticia de la fábrica de los de esta especie. Tómese una libra de salitre, otra de almáciga; media de pez griega; media de cera virgen y dos onzas de carbon: muélase todo junto; y póngase á un fuego lento hasta que se liquide: entonces se pasarán y repasarán por el baño las torcidas de algodón hasta que adquieran el grueso de una cerilla. Cuando se quieren usar estos estopines se encienden y se soplan hasta que la mecha forme carbon; pues entonces continúa ardiendo y dura mucho tiempo.

### *Espoletas.*

23. Las espoletas son unos cañones ó tubos de madera llenos de un misto inflamable y activo, por cuyo medio se incendia la pólvora introducida en las bombas y granadas, despues de haber corrido estas sus respectivas trayectorias. La figura 1.<sup>a</sup> de la lámina I representa una espoleta para bomba de 12 pulgadas: AB su longitud; CD su diámetro por su extremo inferior que es igual en toda su longitud hasta una y media ó dos pulgadas de su extremo superior ó cabeza; EF diámetro á una y media ó dos pulgadas de su cabeza igual al diámetro de la boqueta de la bomba; GH diámetro de su cabeza; YJ diámetro del ánima. Sus principales requisitos para que las espoletas sean de buena calidad son: 1.<sup>o</sup> tener las dimensiones correspondientes: 2.<sup>o</sup> ser de madera fuerte correosa y limpia: 3.<sup>o</sup> que el misto sea suficientemente fuerte

para que no se corte el fuego aunque caiga en barro ó agua; pero no tan violento que rompa la espoleta, ó se consuma antes del tiempo necesario para que los proyectiles recorran sus trayectorias: 4.<sup>o</sup> en fin que estén igualmente cargadas y atacadas. Trataremos de todos estos puntos con alguna estension, para dar las nociones precisas sobre un asunto que suele ser de bastante importancia.

24. Las dimensiones de las espoletas varían segun el calibre de la bomba ó granada para que han de servir; pero regularmente se hacen una pulgada mayores que los egos interiores de las municiones, y el largo de sus boquetas si las tienen. Su figura es la de un cono truncado que forma cabeza en su base mayor, y en este extremo una cavidad ó especie de embudo para recibir la pasta con que se cubre el misto de que esté llena el ánima: esta es de mayor ó menor diámetro, segun la actividad de la composicion de que se cargue y duracion que se quiera dar á las espoletas: el grueso de estas á pulgada y media ó dos pulgadas, segun su magnitud, del extremo de sus cabezas ha de ser el mismo que el de la boqueta de la bomba ó granada para que han de servir, á fin que despues de recalçadas, solo quede fuera en las grandes una pulgada y menos en las pequeñas. La tabla siguiente dará idea de sus proporciones.

Tabla de las dimensiones de las espoletas de bombas y granadas.

Calibres del mortero ó cañon.	Longitud de las espoletas.	Diámetro por su estremo.	Id. á $1\frac{1}{2}$ , ó 2 pulgadas de la cabeza.	Id. por lo mas grueso de la cabeza.	Idem del ánima.
	Pulgadas.	Líneas.	Líneas.	Líneas.	Líneas.
De à 12 pulgad.	11	14	16	22	5
De à 9.	8	11	13	20	5
De à 8.	7	10	12	16	4
De à 6.	6	9	10	14	$3\frac{1}{2}$
Del cañon de à 24---	5	$7\frac{1}{2}$	8	11	3
Del de à 16---	4	7	$7\frac{1}{2}$	10	$2\frac{1}{2}$
De mano----	$2\frac{1}{2}$	6	$6\frac{1}{2}$	8	2

25. Las dimensiones espresadas en esta tabla no son precisamente las mismas que hasta el presente se han dado á las espoletas en los talleres de nuestras maestranzas: las de 12 y 9 pulgadas eran algo mas largas y gruesas, de lo que resultaba que era necesario volverlas á tornear para que pudiesen entrar en sus respectivas bombas, y que siempre quedase mucha parte de la espoleta fuera de la boqueta. Ademas todas tenian sus taladros de mucho menor diámetro que el aqui espresado, pues el de la de 12 era de  $3\frac{1}{2}$  líneas: de lo que se originaba que en

siendo mala la composicion, se solia ahogar el fuego; que la llama era poco visible de noche, y de consiguiente no se percibia donde iba á parar la bomba; y que era preciso ó cortar mucha parte de la espoleta, ó cargarla de un misto muy activo para que no fuese de escesiva duracion. Por estas razones nos ha parecido mas ventajoso aumentar el diámetro de sus ánimas, y acortar sus longitudes á semejanza de las potencias extranjeras. No obstante, damos 11 pulgadas de longitud á la espoleta de 12 pulgadas en atencion á haber de servir tambien para bombas arrojadas con morteros de plancha, que tardan mucho tiempo en recorrer sus trayectorias.

26. La madera de que se hagan las espoletas ha de ser sana, sin nudos, hendeduras ni otro defecto; tambien ha de estar muy seca para que no se pierdan sus dimensiones, ni se altere el misto de que se carguen; en fin conviene que sea madera fuerte y correosa para que pueda resistir la presion del misto cuando se ataca, y su fuerza cuando arde: así las mejores serán, segun las nociones dadas en el artículo IV. las de fresno, álamo y haya. Las espoletas de fresno que son las mejores, tienen el inconveniente de que se suelen apolillar; y las de haya que son las mas usuales, el de que no se ajustan bien á las boquetas, sino recalcándolas demasiado, lo que es causa de que se hiendan.

27. Son innumerables las composiciones con que se pueden cargar las espoletas, y de las cuales las mas fuertes y violentas lo dejan de ser segun varias circunstancias; tales son ser muy corto el diámetro del ánima, y estar demasiado atacada: y al contrario una composicion floja será fuerte, si está poco atacada, y es muy grande el diámetro del cilindro

que forma. Tambien hay composiciones que se alteran con el tiempo mas que otras, y tales son generalmente las que tienen alguna resina ó aceite: las sobrecargadas de azufre, singularmente si este ingrediente no está bien purificado, se suelen alterar tambien mucho: las mejores por esta parte son las compuestas de pólvora y carbon ó salitre y carbon.

28. Los principales ingredientes que entran en la composicion de las espoletas son la pólvora y los que la componen; pero es necesario que todos sean de la mejor calidad, que estén muy secos y perfectamente molidos y mezclados: de lo contrario las espoletas variarán mucho entre sí. Cuando se quiere modificar la accion de alguna composicion se le mezcla una corta cantidad de algun aceite, de los que el mejor es el petreolo ó de alguna resina; y cuando se apetece dar mucha claridad y cuerpo á la luz se añade al misto una corta dosis de alcanfor. Veáanse en la tabla siguiente las mejores y mas comunes composiciones de espoletas.

29. La actividad de estas composiciones se debe medir por las mayores dosis de la pólvora y salitre respecto al azufre ó al carbon: en la inteligencia que cuando la cantidad del salitre es excesiva á la del carbon que contenga la pólvora ó que se añada,

Tabla en que se manifiesta las dosis de los ingredientes que entran en la composición de los mistos más ordinarios y experimentados para cargar espoletas.

Composiciones.	Pólvora.	Salitre.	Azufre.	Otros ingr.
	Libras.	Libras.	Libras.	Libr. onzas.
1. <sup>a</sup> -----	16	3	2	0 0
2. <sup>a</sup> -----	5	3	1	0 0
3. <sup>a</sup> -----	7	4	2	0 0
4. <sup>a</sup> -----	5	3	2	0 0
5. <sup>a</sup> -----	0	16	4	Carbon. 3 0
6. <sup>a</sup> -----	0	1	0	0 5
7. <sup>a</sup> -----	1	0	0	0 2
8. <sup>a</sup> -----	1	0	0	0 3
9. <sup>a</sup> -----	4	2	1	Alcanfor. 0 8
10. <sup>a</sup> -----	15	2	4½	0 1
11. <sup>a</sup> -----	9	4	2	Pez griega. 0 4
12. <sup>a</sup> -----	1	0	0	Cenizas. 0 8
13. <sup>a</sup> -----	1	0	0	Hollin. 0 8

29. La actividad de estas composiciones se debe medir por las mayores dosis de la pólvora y salitre respecto al azufre ó al carbon: en la inteligencia que cuando la cantidad del salitre es escesiva á la del carbon que contenga la pólvora ó que se añada,

léjos de hacer el misto mas vivo le dejará débil. Con este principio será fácil corregir cualquiera de las espresadas composiciones, cuando por la sobresaliente calidad de sus ingredientes sea demasiado activa; ó cuando por la mala calidad de ellos ó por la humedad del tiempo sean flojas: en el primer caso se aumentará la dosis de azufre, y en el segundo la de pólvora ó salitre.

30. A las composiciones 9.<sup>a</sup> y 10.<sup>a</sup> se les ha añadido una cierta cantidad de alcanfor (que igualmente y á proporcion se puede añadir á las anteriores) para que se tenga conocimiento de las dosis en que se puede mezclar esta droga, que alarga la duracion del misto, y hace muy crecida y viva su llama. Asi creemos preciso su uso para cuando se quieran observar por la noche, singularmente habiendo luna, las trayectorias de las bombas y granadas, y si caen donde se apetece.

31. Las composiciones 12.<sup>a</sup> y 13.<sup>a</sup> son de espoletas ciegas, en las cuales una pulgada del extremo de la cabeza, y cuatro líneas del opuesto se deben cargar con algun otro misto de los ordinarios, á fin que se incendie la espoleta y dé fuego á la carga. El objeto de estas espoletas es poder tirar de noche á los enemigos, y que estos crean apagada la espoleta, ó ignoren el lugar preciso donde ha caído la bomba ó granada. Las cenizas mejores para estas composiciones son las de huesos de animales ó cáscaras de huevo. En el uso de estas espoletas se debe tener presente que á pocos dias de cargadas se altera el misto; así es necesario cargarlas solo dos ó tres dias antes que se hayan de usar.

32. Para el mejor servicio de una batería de morteros ú obuses conviene que todas las espoletas

sean de una misma especie; á menos que se quiera usar de algunas ciegas: porque de lo contrario sería imposible proporcionar la duracion de ellas segun las distancias de los objetos que se quieran batir, y las varias circunstancias en que conviene que la bomba ó granada se reviente al caer ó antes; ó que no lo egecute hasta mucho despues de haber caido para interrumpir asi los trabajos. Por esta razon el oficial encargado de cargar las espoletas deberá cuidar de que no se hagan de distintas composiciones y si de una sola, é igual en todas sus circunstancias en cuanto sea posible; á menos que no se le mande hacer alguna cantidad de ellas muy luminosas ó ciegas. Asimismo procurará que las que se carguen en tiempo húmedo ó con ingredientes de distinta calidad, se pongan separadas: con el fin de que en una bateria no haya espoletas de diferentes tiempos, para que quemando una ú dos sus oficiales, sepan la duracion de las que tienen, y puedan cortándolas darles los tiempos precisos. La duracion de las espoletas se mide contando los números naturales seguidamente desde el uno; y se dice que son de 40, 50, &c. tiempos cuando se ha contado hasta estos números mientras arden.

33. Las espoletas cargadas de una misma composicion en que entre pólvora pueden variar mucho en su actividad y duracion: porque la pólvora se creará de una misma especie cuando probada sus efectos sean iguales; y sin embargo podrá componerse de ingredientes que se diferencien en sus dosis y calidad. Por egeemplo una pólvora hecha de salitre y azufre impuros y de mal carbon, podrá tener igual actividad que la fabricada con los mejores ingredientes, si las dosis de estos son desproporcionadas, si

están mal triturados ó si la pólvora está mal acondicionada, y sucede lo contrario á la primera. En cuyo caso, como en los mistos para espoletas la pólvora se muele y mezcla con otros ingredientes, las diversas dosis ó calidades de los que la compongan harán variar la actividad del misto que resulte. Por esta razon sería oportuno para uniformar en todo lo posible la duracion de las espoletas servirse de las composiciones 5.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup> de la tabla ó de otras equivalentes.

34. Siendo, pues, el misto de que se carguen las espoletas de salitre, azufre y carbon se podrá conseguir que siempre sea de igual calidad, para lo que se deberán tener las precauciones siguientes. 1.<sup>a</sup> Como todo el salitre que se vende por grueso sea de segunda cocion solamente, convendrá purificarle de nuevo segun se dijo en el número I.<sup>o</sup> del artículo I.<sup>o</sup> liquidarle despues, y en estándolo echarle encima una corta cantidad de azufre que ayuda á escoriarlo: el salitre asi afinado será de buena calidad y por consiguiente de una misma fuerza. 2.<sup>a</sup> Usar siempre carbon de madera de que haya abundancia, para que nunca dege de ser de una misma especie. 3.<sup>a</sup> Reconocer el azufre con proligidad, y mejor usar de flor de azufre. 4.<sup>a</sup> Tener varios juegos de tamices en los cuales todos sean respectivamente iguales, los primeros á los primeros, &c. para que cada ingrediente esté siempre igualmente hecho polvo: á lo que contribuirá molerlos de un mismo modo en morteros de piedra, almireces, mesas, &c. 5.<sup>a</sup> En fin pesar con exactitud cada ingrediente despues de hecho polvo, mezclar las composiciones con uniformidad y cargar las espoletas de un mismo modo. *Véase sobre estas operaciones el número V.*

35. Pesadas con exactitud las dosis de los ingredientes que deben entrar en la composicion del misto, que despues de probado se haya elegido para cargar espoletas, se mezclarán con la mano sobre una mesa, despues se pasará dos ó mas veces con la moleta hasta que se vea que toda la composicion tiene un color uniforme; y en fin se pasará dos veces por un tamiz claro de cerda.

36. Al cargar las espoletas, lanzafuegos, cohetes, &c. se cuidará de remover de tiempo en tiempo el misto, y de no ponerle sobre los bancos en que se fabriquen estos artificios; porque los golpes de mazo harán que el salitre como mas pesado ocupe el fondo de la vasija en que esté el misto, y el carbon la superficie. Esta precaucion que parece prolija es muy importante: su falta de observancia es causa que las espoletas cargadas del misto contenido en una misma gamella ó escudilla, sean unas muy flojas y otras estremamente activas.

37. Puestas y aseguradas dos espoletas en uno de los bancos de que se dará noticia en el número V. cavalgados los trabajadores á los extremos del banco, é introducidas las baquetas largas por los taladros de la telera en las ánimas de las espoletas se principiarán á cargar echando una cucharada de misto en cada embudo de la telera, tomando con la mano izquierda la cabeza de la baqueta, y golpeando sobre ella con mediana fuerza con el mazo, que se tendrá en la derecha: á cada golpe se elevará la baqueta un poco, haciéndola al mismo tiempo rodar entre los dedos; con este movimiento y la vibracion de los golpes que deben ser iguales, bajará el misto uniformemente. Cuando haya bajado todo el que se puso en el embudo á la primera cucharada, se echará una

segunda y se proseguirá atacando, y así sucesivamente hasta llenar las espoletas. Si los trabajadores tienen práctica de modo que golpéen igualmente, saldrán las espoletas cargadas con la mayor uniformidad.

38. Antes de cargar las espoletas deberá reconocerlas el oficial encargado de este trabajo, sin confiar este exámen á ningun operario; pues las bombas son unas municiones costosísimas y no se deben inutilizar por descuido, como lo seria que se corriese una espoleta por estar hendida, tener algun nudo, ser parte de ella de la camisa de la madera, estar mal barrenada ú otro defecto por el cual se puede correr ó astillar, dando fuego á la bomba antes de tiempo.

39. Siendo muy conveniente dar fuego á la espoleta á un mismo tiempo que al mortero ú obus, lo que se consigue cargando sin tierra y preparando la espoleta de modo que la incendie la carga: se ha creído preciso á este fin valerse de dos estopines de tres cuartas para las bombas de á 12 pulgadas, y á proporcion para las demas, que crucen por la cabeza de la espoleta (sea abriéndoles á estas dos taldros en cruz, ó bien dándoles dos cortes con un serrucho donde se crucen y ajusten por medio los estopines) colgando sus cuatro extremos en el ánima; pero la esperiencia ha manifestado que esta precaucion es inútil (y aun la creemos un medio poco conducente para conseguir el fin á que se aplica) pues el globo de fuego que forma la fulminación de la carga de la pieza, es el que incéndia la espoleta, lo que siempre se verifica, á menos de ser muy débil el misto, estar muy atacado y con una especie de barniz por su superficie, ó ser muy corta la carga de la pieza.

40. La preparacion de las espoletas de las bombas debe ser solo ponerles en el hueco que forman sus cabezas, media ó una línea de espesor de una masa hecha de pólvora y aguardiente en que se haya disuelto una corta cantidad de goma arábica. Las granadas necesitan mayor proligidad, y convendria cargar las 4 ó 5 líneas últimas de sus ánimas con una baqueta mas delgada, para que cupiesen dobladas por medio dos mechas de estopin de tres ó cuatro pulgadas de largo, y así quedasen aseguradas en el mismo misto; y aun mejor será rellenar estas 4 ó 5 líneas últimas del ánima con una masa hecha del mismo misto y buen aguardiente. Como los estopines soltarian mucha parte de la composicion al colocarlos, se renovarán despues de puestos y se enroscarán sus extremos en el hueco que forme la cabeza de la espoleta. Es claro que para facilitar esta operacion se deben cargar las espoletas de granadas al revers que las de bombas; esto es con las cabezas hácia arriba: lo que será fácil haciendo en los bancos escopladuras circulares para sus extremos; y en las teleras unas semiesferas aplanadas para recibir sus cabezas. Es escusado advertir que las 4 ó 5 líneas últimas se han de cargar quitadas las espoletas del banco. Si se quiere tener mas seguridad de que el fuego de la carga de la pieza incendie la espoleta de su bomba, se podrán cebar igualmente que las de granadas con estopines mas largos introducidos en parte en el misto.

41. Para reconocer si una espoleta está bien cargada, se observará si incendiada arde igualmente sin dar chasquidos, y si su llama es igual y seguida: y para probar su actividad se pondrá su llama contra un caño de agua, y sinó se apagase se reputará como muy buena: tambien se puede probar intro-

duciéndola en tierra por el extremo encendido á fuerza de mazo. La prueba de arder simplemente en el agua es equívoca, pues las mas flojas la resisten.

42. Cargadas y cebadas las espoletas se cubrirán sus extremos con rodela de pergamino atadas con bramante; y se introducirán los dos extremos hasta mas abajo del pergamino en una composicion hecha de 4 libras de brea y 2 de resina; ó 6 de brea y 12 onzas de aceite de linaza. Para introducir la espoleta despues de cargada en la bomba se usa de un instrumento llamado *recalcador*, cuya vista se representa en A figura 13 lámina III, y su perfil en B: la concavidad en que entra la cabeza de la espoleta está marcada en C. Muchas veces es preciso sacar las espoletas de las bombas, y para ello se usa de la máquina representada en la figura 4.<sup>a</sup> de la lámina IV, cuya esplicacion es la siguiente. A bomba; B espoleta; CD aro de hierro de la máquina que ajusta en el hemisferio superior de la bomba; CE y FD brazos de la máquina que se terminan en el arco CD; EE telera que une estos brazos por la parte superior; HG mordazas para asegurar la cabeza de la espoleta; HH telera que une con movimiento en los puntos Y estas mordazas; S tuerca firme en dicha telera; JK muelle que obliga á abrir las mordazas HG; LMN tornillo que ajusta estas mordazas á la espoleta B; PO manivela de este tornillo; QR tornillo que suspende la pieza GHYYHG despues de estar sujeta la cabeza de la espoleta por las mordazas; V cilindro firme á la telera EF por su parte inferior por donde pasa el tornillo QR; OP manivela que pasa por la cabeza Q del tornillo.

ingredientes de mejor calidad, y se conservan mas. Pero en los lanzas  
fuegos basta esta sola diferencia para que se hagan

*Lanzafuegos.*

43. Los lanzafuegos son unas espoletas menos activas hechas en cartuchos de papel, y que sirven para dar fuego á las piezas de artillería en días lluviosos; ó en otras ocasiones en que es precisa una celeridad, que no se puede conseguir usando de cuerda mecha, por ser necesario soplarla, y aun así no se inflama el cebo con la prontitud que se requiere. La perfeccion de un lanzafuego está en que su llama sea igual, viva, de tres ó cuatro pulgadas de largo; que arda pausadamente para que no se consuma en muy poco tiempo; que no chispée considerablemente, para que no incendie desde lejos algun cartucho ú otras materias combustibles; y en fin que no gotée, para que si por descuido se pone el origen de la llama sobre el fogon de la pieza, no caigan dentro algunas gotas de misto encendido ó las escorias, que conservan por algun tiempo un calor bastante fuerte para incendiar instantaneamente la pólvora: á lo que se pueden atribuir la mayor parte de las desgracias que suceden haciendo el egercicio de cañones de batallon. Se necesita, pues, en la eleccion y composicion del misto para cargar lanzafuegos de mas cuidado y precaucion que para la del que ha de servir para espoletas.

44. En estas no suele ser de entidad la mejor ó peor calidad de los ingredientes con que se carguen; pues la diferencia que resultará (cuando no sea considerable esta variedad) será que las cargadas con ingredientes de mejor calidad durarán algunos tiempos menos y se conservarán mas. Pero en los lanzafuegos basta esta sola diferencia para que de buenos

pasen á ser muy malos é inservibles: así se observa que siendo buenos los hechos de unas determinadas dosis de pólvora, salitre y carbon de mediana calidad, son malísimos los hechos de iguales dosis de los mismos ingredientes, pero de excelente calidad; porque serán muy activos, se consumirán en poco tiempo, chispearán y aun se correrán. Es, pues, preciso usar en la fábrica de lanzafuegos de ingredientes de la mejor calidad, para que no esten espuestos á tantas variaciones.

45. Componiéndose los mistos para cargar lanzafuegos de los mismos ingredientes que los de espoletas, y mezclándose igualmente, escusamos esponer aquí las precauciones con que se deben hacer, y nos referimos en cuanto á esta parte á las que se espondrán en el número V., ó se acaban de espresar hablando de las espoletas: así pasamos á dar noticia de las mejores composiciones para cargar lanzafuegos, que son las que se espresan en la tabla siguiente.

Carbon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

46. Todas las composiciones de que da noticia la tabla anterior estan experimentadas, y los lanzafuegos resultan muy buenos: pero si se quiere que la llama tenga mas cuerpo se les añadirá una proporcionada dosis de azufre, como á las composiciones 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup>; asimismo si por no ser los ingredientes de calidad competente, resultasen los lanzafuegos de poca fuerza, se aumentará alguna cosa de la dosis de pólvora ó disminuirá la del azufre. Aunque

Tabla en que se manifiestan las dosis de los ingredientes que entran en la composicion de los mistos para cargar lanzafuegos.

Composiciones.	Pólvora.	Salitre.	Azufre.	otr. ingr.
	Lib. onz.	Lib. onz.	Lib. onz.	Lib. onz.
1. <sup>a</sup> -----	4 8	5 0	7 0	0 0
2. <sup>a</sup> -----	4 0	1 0	3 8	0 0
3. <sup>a</sup> -----	16 0	3 0	4 0	0 0
4. <sup>a</sup> -----	3 0	3 0	4 8	0 0
5. <sup>a</sup> -----	9 0	3 0	9 0	0 8
6. <sup>a</sup> -----	3 8	2 0	4 0	0 4
7. <sup>a</sup> -----	0 0	4 0	2 0	1 0

*Alcanfor.*

*Carbon.*

46. Todas las composiciones de que da noticia la tabla anterior estan esperimentadas, y los lanzafuegos resultan muy buenos; pero si se quiere que la llama tenga mas cuerpo se les añadirá una proporcionada dosis de alcanfor, como á las composiciones 5.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup>: asimismo si por no ser los ingredientes de calidad competente, resultasen los lanzafuegos de prueba algo flojos, se aumentará alguna cosa la dosis de pólvora ó disminuirá la del azufre. Aunque

con carbon se hacen lanzafuegos muy buenos, siempre tienen el defecto de chispear, porque no se puede moler el carbon lo suficiente para que se consuma instantaneamente como sucede al que entra en la composicion de la pólvora. Por esta razon hemos dado una sola composicion en que entra carbon, la cual aunque tiene este defecto puede servir en algun caso si hay falta de pólvora, ó si se han de conservar los lanzafuegos mucho tiempo guardados; porque en este caso lejos de deteriorarse, se perfeccionan, y pierden la propiedad de chispear que les da el carbon.

47. Las vainas ó cartuchos de los lanzafuegos son de papel de marca fuerte pero no muy basto: para hacerlas se cortan unos rectángulos de este papel de 15 pulgadas de largo, y del ancho competente para que puedan dar tres vueltas y media, ó cuatro y media segun el grueso y fuerza del papel, á una baqueta de nogal ó encina de 7 líneas de diámetro, que sirve de molde para hacer los cartuchos. Se tenderá un pedazo de papel asi cortado sobre una mesa, se ajustará á la baqueta uno de sus lados mayores, y despues de haber dado una vuelta el papel, se encolará lo restante con un engrudo ralo, hecho de harina y agua de cola fuerte, y arrollará todo sobre la baqueta: esta se sacará con cuidado para que no se arrugue el papel ni pierda su figura el cartucho, que se pondrá á secar en un lugar sombrío y seco, si no se necesita cargarle prontamente; pues en este caso se pondrá á secar al sol ó en una estufa, cuidando de removerle de tiempo en tiempo: con igual método se harán los demas.

48. Los cartuchos salen mas iguales y se hacen mas brevemente cuando solo se encola la márgen opuesta á la que toca la baqueta: lo que tambien

ocasiona la ventaja de que el fuego consuma al cartucho al mismo tiempo que se va propagando; lo que no sucede cuando está encolado todo el papel, porque la cola interrumpe la accion del fuego.

49. El papel de marca dé que comunmente se hacen los cartuchos para lanzafuegos, por ser fuerte y pandeado no se ajusta igualmente á la baqueta de moldear: ni unas vueltas á otras; de lo que resulta que se suelen romper los cartuchos al cargarlos; ó que encendido el lanzafuego se corre el fuego por no haber mas que una vuelta de papel que contenga al misto. Para evitar este inconveniente seria útil hacer los cartuchos á semejanza de los ingleses, de un papel bazo, fino y fuerte que se encola y moldea mejor.

50. Antes se usaba para cargar los cartuchos de unos moldes de encina en figura de cono truncado, cuyas bases eran de tres y dos pulgadas de diámetro: los cuales estaban divididos por su ege, en el que formaban un ácima de 8 líneas de diámetro, en la que se introducía el cartucho para cargarle: asegurando para ello el molde á su pie con dos chabetas, y las dos partes de él entre sí con dos abrazaderas de hierro. Pero actualmente se ha substituído á esta máquina otra mas sencilla y sólida de que se dará noticia en el número V.

51. Al tiempo de unir los moldes despues de haber introducido los cartuchos, es necesario reconocer si estos quedan oprimidos igualmente por toda la longitud del molde; pues si se dejan holgados por alguna parte ó por todo el molde, se rasgará el cartucho no habiendo quien le sostenga contra la presion del misto al atacarlo. En este caso si no se quiere desechar el cartucho, se pondrá por todo él ó

por la parte en que fuese menor, una ó mas vueltas de papel hasta que el molde le oprima.

52. Para cada molde habrá dos baquetas de bronce de seis líneas de diámetro y 14 pulgadas de largo la una y 7 la otra, como la representada en A figura 15 lámina III. que servirá para cuando esté cargada la mitad del cartucho: un mazo como el de cargar espoletas y una cuchará algo mayor. Para los dos trabajadores que estén en una prensa basta una gamella con misto puesta sobre un trespiés.

53. Para que los lanzafuegos salgan cargados con igualdad, y hacerlos con mas facilidad y prontitud, es conveniente usar de embudos de lata delgada, figura 14 lámina III. cuyos cañones entren justamente en los extremos de los cartuchos, introducir por ellos las baquetas y cargar los lanzafuegos igualmente que las espoletas: el cañon del embudo debe tener una pulgada, y todo el embudo  $2\frac{1}{2}$  de alto.

54. Cuando el cartucho esté lleno hasta casi la altura del molde se estraerán la baqueta y el embudo, y se introducirá un mango de madera de cuatro pulgadas de largo; de las cuales la que se introduce en el cartucho, será cilíndrica y tendrá al rededor dos ranuras para atar fuertemente el cartucho con hilo bramante.

55. Finalmente estraído el lanzafuego del molde, se cebará el extremo que ha estado contiguo al fondo del ánima del molde con lodillo, que es una masa hecha de pólvora humedecida con agua y mejor con aguardiente, y cubrirá con una rodela de papel que se atará con hilo de coser. Los lanzafuegos así hechos se empacarán en cajones, que se

pondrán en un lugar seco para que la humedad no altere al misto.

56. Los lanzafuegos usados en los fuegos de fiesta, son generalmente de un misto muy diferente de los que hemos prescrito; pues la dosis de salitre es triple que la de azufre, y esta casi doble que la de polvorin: con lo que se consigue que la llama sea muy clara y brillante; pero gotean escesivamente, por lo que no se ha espuesto en la tabla ninguna de las composiciones escedentes en salitre. Tampoco hemos prevenido, que cuando esté cargada cada cuarta parte de lanzafuego se eche dentro como un polvo de pólvora en grano para que incendiada arroje las escorias y dé actividad al lanzafuego, respecto á ser una precaucion inútil cuando se usan ingredientes de buena calidad.

57. Cuando se necesiten lanzafuegos y no haya moldes para cargarlos, se podrán hacer en cartuchos cuyo hueco sea de 3, ó  $3\frac{1}{2}$  líneas de diámetro, y de igual largo que los otros; y usando de un misto algo mas fuerte que los espresados en la tabla, humedecido y amasado con aceite petreolo, de linaza ó de trementina: y se hará entrar en el cartucho, echando en él unas cucharadas pequeñas, y haciéndolas descender golpeando el cartucho sobre una mesa: y se atacarán con una baqueta de hierro de media línea menos de diámetro que el cartucho, con un ojo á un extremo para asegurarla. Humedecido el misto no se necesita de golpearlo para que quede atacado; pero es menos fuerte.

in pólvora con otra municion: por lo que se hace pre-  
ciso tratar de todas las municiones de un modo particularmente.

## Número II.

### *Del modo de preparar las municiones.*

58. Aunque el objeto de este número parezca pertenecer al artículo en que se trate del servicio de las piezas de artillería y de las baterías; nos ha parecido mas conducente reunir aqui todo lo perteneciente á la preparacion de las municiones, para simplificar este punto; y tambien en atencion á que varias de las operaciones que se espondrán deben ser dirigidas por el oficial encargado de los mistos.

59. Las municiones usadas en la artillería se reducen á balas del calibre de las piezas, metralla, bombas, granadas y á la pólvora con que son arrojadas: algunas de estas municiones pueden servirse separadas y tambien reunidas de varios modos como las balas, las granadas y la metralla: tambien pueden formar un cuerpo con su respectiva carga de pólvora: y en fin pueden necesitar una particular preparacion en ciertas circunstancias, como cuando las balas y las bombas se arrojan con el fin de incendiar. Veamos, pues, de que suerte se prepararán las municiones de estos diversos modos.

#### *Cartuchos.*

60. En la artillería no hay voz tan equívoca como la de cartucho por sus muchas significaciones: por ella se entiende todo saco sea del género que se quiera, destinado para contener la pólvora ó metralla de la carga de una arma de fuego, esté vacío ó lleno. Tambien se llaman cartuchos las cajas de metralla, el conjunto de esta en piña ó racimo y al de

la pólvora con otra munición: por lo que se hace preciso tratar de todas estas especies separadamente.

*Cartuchos para pólvora.*

61. Los cartuchos destinados para contener las cargas de las armas de fuego son de distintos géneros, como lanilla, papel, lienzo y pergamino. Comúnmente se cree que los de lienzo y papel no deben usarse sino á falta de otros, porque conservan el fuego dentro de la pieza, y pueden incendiar la carga inmediata al introducirla: no obstante en la marina se usan de lienzo, y hemos visto hacer un fuego muy vivo sin pasar lanada ni escobillon por las piezas, y no haber acontecido por esto la menor desgracia ni ídose ningun tiro. Los de papel tienen aun menos inconveniente, porque el fuego de la pólvora los consume enteramente. Los de pergamino de que se ha hecho mucho uso, tienen la contra de que sus culotes se suelen pegar al fondo de la recámara, y vienen á tapar el fogon, asi se han abandonado. Los de lanilla tienen la ventaja de no conservar el fuego, y por lo tanto son los únicos de que se hace uso para el servicio de la artillería de campaña, que en ciertas circunstancias debe ser vivísimo.

62. Pero para el servicio de las piezas en el ataque y defensa de las plazas, pruebas, egercicios y salvas son mas ventajosos los de papel: 1.º por ser mucho menos costosos: 2.º porque no se dilatán ó ensanchan tanto como los de lanilla, resistiéndose á entrar en sus respectivos cañones: 3.º porque no siendo necesario en estas ocasiones que la pólvora esté unida al móvil que ha de arrojar; ni experimentando el cartucho desde el repuesto á la batería re-

zamiento ni conmoción capaces de romperlo, no necesita de mas resistencia que la precisa para contener la pólvora: 4.º en fin porque no siendo el servicio de las piezas de batir tan vivo como el de las de campaña no se necesita tener llenos los cartuchos, y hay tiempo de un tiro á otro para que se extinga el fuego que pueda conservar alguna parte del cartucho. De consiguiente para los trenes de campaña deben ser de lanilla todos los cartuchos para la pólvora, respecto á lo egecutivo del fuego, y á deber estar llenos y empacados desde la formacion del tren: y para las demas ocasiones han de ser de papel, respecto á no haber de llenarse hasta que se hayan de usar.

63. Habiéndose practicado en algunas ocasiones llevar cartuchos ya llenos á los repuestos de las baterías dirigidas al ataque ó defensa de las plazas, parecerá estraña la anterior regla de que los cartuchos en estas ocasiones deben ser de papel. Mas no podemos dejar de decir que en ningun caso es conveniente dotar las baterías de cartuchos ya llenos; antes bien es una práctica muy perjudicial. Tanto en el ataque como en la defensa de las plazas se tira mas de rebote y por sumersion que directamente, así es preciso arreglar las cargas no solo atendiendo á las distancias, alturas y especie de los objetos que se baten, sinó tambien á la calidad de la pólvora; y ninguna de estas atenciones se pueden tener quando hay que servirse de cartuchos ya llenos: las cargas estan determinadas en ellos y cada uno puede ser de distinto barril de pólvora. Es imposible, pues, por mas inteligencia que tengan los oficiales que sirven una bateria, que con cartuchos ya llenos puedan batir de rebote la cara de un baluarte, su foso y ca-

mino cubierto; por sumersion el flanco contiguo; y directamente si conviene la otra cara del mismo baluarte. Si se responde que en estos casos pueden abrir los cartuchos y arreglar las cargas, se responderá: que solo se conseguirá con haber llenado los cartuchos, dar mas que hacer en las baterías, é imposibilitar el que se tire de rebote con la exactitud que se requiere, por las distintas calidades ó estado de las pólvoras de los cartuchos.

64. Los cartuchos de pólvora de papel se deben hacer del de marca, y que sea fuerte y bien encolado: se necesita un pliego para los de los calibres de 24, 16 y 12; y medio para los de á 8 y 4: las dimensiones de los cartuchos ú hojas rectangulares del papel antes de hacerlos son: los del calibre de á 24, 16 pulgadas de largo y 18 de ancho; los del de á 16, 13 pulgadas de largo y 15 de ancho: los del de á 12, 12 de largo y 14 de ancho: y los de á 8 y 4 han de ser cuadrados de 12 y 10 pulgadas de lado.

65. Para formar los cartuchos se han de tener varios moldes de cada calibre, que se reducen á unos cilindros de madera seca y fuerte con sus mangos en medio de uno de sus extremos para poder manejarlos: sus dimensiones se manifiestan en la tabla siguiente:

*Tabla de las dimensiones de los moldes para hacer cartuchos de los cinco calibres regulares de ordenanza.*

Calibres.	Long. de los mold.		Diam. de los mold.	
	Pulgadas.	lineas.	Pulgadas.	lineas.
24-----	18	0	5	2
16-----	15	0	4	6
12-----	14	0	4	0
8-----	13	0	3	6
4-----	12	0	2	10

66. Para hacer un cartucho se arrolla el papel cortado segun las dimensiones arriba espresadas en su respectivo molde, y cuando falte que envolver un sexto de su ancho, se encolará esta parte con engrudo hecho de harina y agua de cola fuerte: despues se pondrá sobre la superficie circular del molde una rodela algo mayor del mismo papel, que se unirá al cuerpo del cartucho con una faja de papel y engrudo. Tambien se podrá unir plegándola por los extremos, en cuyo caso será una pulgada mayor; ó en fin plegando sobre ella el extremo del cuerpo del cartucho. Formado este se estraerá del molde (para lo que será conducente que este tenga un taladro en direccion de su ege, que dando entrada al aire facilitate que se pueda retirar el cartucho sin romperse): estraídos los cartuchos, se pondran á secar al sol ó en estufas; y enjutos se harán de los de cada calibre paquetes de á 25 y se encajonarán.

*Cartuchos de campaña.*

67. Los cartuchos de campaña, como queda dicho §. 61, deben ser de lanilla; pero habiendo manifestado la esperiencia que los hechos de estofas ralas cuyo hilo estaba poco torcido y de un tegido débil, formaban despues de llenos varias bolsas, de modo que se resistian á entrar en sus respectivos cañones; y que con el traquéo y rozamiento que experimentaban en los transportes para seguir los movimientos del egército se solian romper; será conveniente hacerlos de camelote ú otra estofa tupida, y que su hilo esté muy torcido.

68. Los cartuchos de pólvora para calibres de campaña destinados á arrojar balas, deben formar un cuerpo con estas por medio de un salero al cual por una parte esté unida la bala con dos fajas de lata, y por la otra atado el saco de pólvora. Las dimensiones de los *saquetes* (nombre con que convendrá distinguir todo cartucho para pólvora) deben ser las que se espresan en la tabla siguiente, en la que tambien se hallarán las dimensiones de los cartuchos de la misma especie para llenarlos de balas menudas.

*Tabla de las dimensiones de los cartuchos de lanilla para pólvora y para balas.*

Calibres de las piezas.	Cartuch. para pólv.		Idem para balas.	
	Largo.	Ancho.	Largo.	Ancho.
	pulg. lín.	pulg. lín.	pulg. lín.	pulg. lín.
16 -----	13 6	14 6 $\frac{7}{8}$	13 0	14 10
12 -----	13 0	13 3	12 0	13 6
8 -----	12 6	11 3	11 0	12 0
4. de ordenanz.	11 6	9 3	10 0	9 4
4. aligerado---	9 6	9 3	9 0	9 4

69. Cortados los saquetes de figura rectangular segun las espresadas dimensiones, se cosen con hilo (y mejor con estambre, si se quieren guardar mayores precauciones contra el fuego) por todo su largo y con sus fondos, que son unas rodelas de la misma estofa, cuyos diámetros son en las del cañon de á 16, 4 $\frac{1}{2}$  pulgadas; en el de á 12, 4; en el de á 8, 3 $\frac{1}{2}$  pulgadas; y en el de á 4, 3 pulgadas. El método de formar asi los fondos de los cartuchos parece mas ventajoso que el usual de coser estos cartuchos en moldes cilindricos, que se terminan en una semiesfera del mismo calibre, y dar cuatro cortes al estremo del cartucho para ajustarle á la semiesfera del molde; porque los cartuchos asi figurados no se pueden acomodar despues de llenos al fondo plano de las recámaras de nuestras piezas. Mas cuando se quiera seguir este método se debe tener la precaucion de cortar los cartuchos  $\frac{3}{4}$  de un calibre mas largos, por ser esta la parte que es preciso dividir en cas-

cos para ajustarla á la semiesfera del molde.

70. Los saleros para estos cartuchos son unos cilindros de madera de algunas líneas menos que los calibres de las piezas á que se destinan, para que cubiertos de la hoja de lata y estofa del saquete, no vengan á ser mas gruesos que las balas: asimismo la base de ellos correspondiente á la pólvora debe ser plana, y la opuesta cóncava para que siente mejor la bala y se introduzca en un tercio de ella. *Véanse sus dimensiones.*

*Tabla de las dimensiones de los saleros.*

Calibres de las piezas.	Diámetro.		Altura.		Profundidad del hueco.	
	Pul.	lin.	Pul.	lin.	Pul.	lin.
16	4	6	2	3	1	6
12	4	0	2	0	1	4
8	3	6	1	9	1	1
4	2	10	1	6	0	10

71. Los saleros de calibre de á 16 y de á 12 tienen á cuatro líneas de sus fondos una ranura de 4 líneas de ancho y de igual profundidad, para atar con mayor firmeza los saquetes; y los de los calibres de á 8 y 4 tienen esta ranura á 3 líneas de sus fondos y de tres líneas de ancho y otras tantas de profundidad.

72. Para hacer estos cartuchos se principia uniendo las balas á sus respectivos saleros, lo que se ejecuta por medio de dos fajas de lata de 5 lí-

neas de ancho y 14 pulgadas de largo para los calibres de á 16 y 12; y de 4 líneas de ancho y 11 pulgadas de largo para los de á 8 y 4: estas fajas se atraviesan por encima de las balas en cruz, y sus cuatro extremos se clavan en el fondo del salero con dos tachuelas cada uno. Entre tanto se llenarán los saquetes de pólvora, de cuya cantidad se tratará en el artículo XI, pero el uso ordinario es cargar los de los cuatro calibres con 5, 4,  $2\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{1}{2}$ , libras de pólvora; y sus dimensiones estan proporcionadas para que contengan estas cargas, que se deben comprimir en ellos y batir con la mano.

73. Unidas las balas á sus saleros y llenos los saquetes, se hacen entrar en estos los saleros, y se atan por junto á la bala con hilo bramante: despues se toma una faja de pergamino humedecido de  $2\frac{1}{4}$  pulgadas de ancho y suficiente longitud para ceñir el cartucho, y se coloca al rededor del saquete, mitad sobre el salero y mitad sobre la pólvora, y se ata fuertemente sobre la ranura del salero y tres líneas mas abajo de su fondo: de modo que el cartucho tiene tres ligaduras, las dos superiores sirven para afirmar el saquete y pergamino al salero, y la inferior para evitar que la pólvora se introduzca por entre el salero y el saquete, y aumente el diámetro. La faja del pergamino sirve para quitar el rozamiento que sufriria el saquete por el ángulo del salero que podria romperlo. Véanse en las figuras 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> de la lámina I.<sup>a</sup> una bala colocada y asegurada en su salero, y un cartucho con bala rasa para calibre de 16. ABC bala; DEFG salero en donde se coloca; DE su altura; DG su diámetro: *ab* ságita del segmento en que se coloca la bala; MN ancho y fondo de la ranura en donde se asegura el saque-

te; HYJKL fajas de hoja de lata que aseguran la bala al salero; LMNO saqueto de pólvora; LO ligadura con que se asegura el cartucho por junto á la bala; PQRS pergamino humedecido que se pone sobre el cartucho de modo que quede promediado entre el salero y la pólvora; TV ligadura que se hace sobre la ranura del salero para asegurar á este el cartucho y pergamino; XZ ligadura por debajo del fondo del salero.

74. En fin los saquetes de balas sueltas de fusil pueden ser de laniila ó de lienzo; pero siempre han de estar separados de los de pólvora, porque reunidos serian difíciles de manejar: esceptuarse de esta regla los del calibre de á 4, que será mas conveniente unirlos atándolos á un cilindro de  $1\frac{1}{2}$  pulgada de alto, con una ranura enmedio para asegurar la ligadura. Tambien se pueden hacer estos cartuchos de un solo saco bastante largo para que atado sobre la pólvora cupiese en él la metralla correspondiente. En la figura 4.<sup>a</sup> de la lámina I. está representado uno de estos saquetés. AB es la parte donde está la pólvora y BC las balas; las que están separadas de aquella por la ligadura D.

#### *Cartuchos de metralla.*

75. Son muy distintas las especies de cartuchos de metralla que se han usado; pero la experiencia ha manifestado no ser todas igualmente útiles, sea por no tener competente alcance, por abrirse mucho la metralla ó por ser en corta cantidad: así vamos á dar noticia de las principales especies de cartuchos.

76. Los mas comunes y menos costosos de los

cartuchos de metralla son los hechos de cascos de bombas y granadas, de clavos y otros herrages encerrados en cajas de lata del calibre de las piezas para que se destinasen, y de cerca de dos calibres de alto. Mas estos cartuchos son los peores de todos, y de ningun modo se deben usar sino á falta de otros y aun de balas: 1.º porque surcan y golpean las piezas que los arrojan: 2.º porque no tienen alcance á causa de que presentando al aire los pedazos de que se componen mucha superficie encuentran mayor resistencia: 3.º porque abren mucho, pues los alcances de los varios herrages de que constan son segun la figura y peso de estos, y segun la superficie que presentan al aire. Por esto no nos detendremos á individualizar su construccion.

77. Los cartuchos de metralla llamados de *piña* aunque son menos malos que los anteriores, apenas tienen ya uso, por lo que nos abstendremos igualmente de circunstanciar su fábrica; y solo diremos que estos cartuchos se componen de un salero de madera en que se asienta y pega con brea una bala del calibre inferior al del cartucho; al rededor de esta bala se ponen otras de hierro colado pegadas igualmente con brea; y se prosigue poniendo órdenes de balas hasta que todas formen una pirámide ó piña, que se fortalece con brea y una red de alambre. Los defectos de este cartucho son contener pocas balas, y abrirse estas demasiado por el movimiento de rotacion que adquieren al separarse, y por el choque que sufren de la bala mayor que forma la base del cartucho.

78. Los cartuchos de *racimo* han sido los mejores que se han usado hasta poco tiempo hace, asi son

los mas generalmente introducidos para tirar á las distancias que no alcanzan los hechos de balas de fusil y para la marina: por tanto vamos á esponer su construccion.

179. Para hacer un cartucho de racimo es necesario un saco de lienzo fuerte en el que se envuelvan las balas, un salero con una espiga enmedio al cual se reunan el cartucho de pólvora y saco que contiene las balas; estas son de hierro fundido, y de un diámetro proporcionado para que se ajusten seis al rededor de la espiga, cuyo diámetro ha de ser el mismo que el de ellas. Cada cartucho contiene 36 balas en seis órdenes; pero de modo que las de la segunda se acomoden en las uniones de las de la primera. Véanse las dimensiones y peso de las balas y saleros de estos cartuchos.

177. Los cartuchos de metralla llamados de piñones son menos malos que los anteriores, algunas veces se usan, por lo que nos abstendremos igualmente de recomendar su fabrica; y solo diremos que estos cartuchos se componen de un salero de madera en que se cuenta y pega con cera una bala del calibre interior al del exterior; al rededor de esta bala se ponen otras de hierro colado pegadas igualmente con cera; y se prosigue poniendo órdenes de balas hasta que todas formen una granada ó piñón que se termina con cera y una rod de algodón. Los defectos de este cartucho son contener pocas balas, y no se demuestran por el movimiento de rotacion que adquieren al separarse, y por el choque que suenan de la bala mayor que forma la base del cartucho.

178. Los cartuchos de arriba han sido los mejores que se han usado hasta ahora, y se hacen así:

Tabla de las dimensiones y peso de los cartuchos de racimo de los cuatro calibres de ordenanza.

Saleros.	Calibre de á 16.		De á 12.		De á 8.		De á 4.	
	Pulg. líneas.		Pulg. líneas.		Pulg. líneas.		Pulg. líneas.	
Diámetro---	4	8	4	1	3	7	2	11
Altura-----	1	6	1	4	1	2	1	0
Ancho y hondo de la ranura para atacar los saquetes----	0	5	0	5	0	4	0	4
Elevacion de la espiga-----	10	10 $\frac{3}{4}$	9	11	8	7 $\frac{1}{4}$	6	8 $\frac{1}{2}$
Diámetro de ella y de las balas---	1	6 $\frac{1}{4}$	1	5	1	2 $\frac{3}{4}$	0	11 $\frac{5}{8}$
Peso de los racimos sin las cargas de pólvora.	22 libras.		16 libras.		11 libras.		6 libras.	

80. Las balas se acomodan al rededor del ege del salero en 6 órdenes, y se cubren con el saco de lienzo que debe sobresalir dos pulgadas sobre el ege, y en el extremo superior de este habrá una ranura que tenga  $\frac{1}{4}$  de su diametro de profundidad para

atar sobre ella el saco; el otro extremo se atará sobre la ranura del salero; y despues que con estas dos ligaduras esté el saco tenso y contenga las balas en la posicion que se ha dicho, se ligan y aseguran estas haciendo que desde la ranura del salero vayan 6 hilos fuertes á atarse en la del ege, y formando un entorchado entre ellos con otro hilo ó cuerda delgada, como el que se hace en las bombas de iluminacion. Tambien puede hacerse este entorchado haciendo una red con las seis cuerdas ó hilos, sin necesidad de otras cuerdas que se enlacen con ellos. Hechos así los cartuchos se suelen embrear, y los de corto calibre se unen á los saquetes de pólvora igualmente que los cartuchos de bala rasa. Uno de estos cartuchos de metralla de racimo para calibre de á 8 está representado en las figuras 5 y 6 de la lámina I. En ellas ABCD es el salero; BC su diámetro; AB altura de él; EF ancho y fondo de la ranura; GH altura de la espiga; XY su diámetro igual á el de las balas K, YJ altura y fondo de la ranura de la espiga; LMNO saco de lienzo que cubre las balas; P ligadura que asegura este saco al salero en su ranura; Q cuerdas que se aseguran igualmente con la ligadura P; R nudos que unen alternativamente estas cuerdas formando el entorchado que representa la figura; S ligadura que asegura la boca del saco y cabeza de las cuerdas á la ranura JY de la espiga.

81. Estos cartuchos tienen á corta diferencia los mismos defectos que los de piña: sus balas se esparcen demasiado y son en corto número, así sus efectos no pueden ser sangrientos. Por esta razon aconsejan los autores mas esperimentados que se tire con bala rasa hasta que el enemigo esté á 80 ó 100 toe-

sas lo mas, y que despues no se use de otra metralla que la de los saquetes llenos de balas de fusil ó de mayor calibre, de que arriba se dio noticia. En la figura 7.<sup>a</sup> de la lámina I. está representado uno de los cartuchos de metralla de balas de fusil que aunque defectuosos se han usado por mucho tiempo. AB es el saquete de pólvora; BC saquete de balas de fusil; DE pergamino humedecido que se pone promediado entre el saquete de pólvora y salero de pulgada y media de alto que divide la pólvora de la metralla; F ligadura que asegura los saquetes de pólvora, metralla y pergamino á la ranura del salero; G ligadura por debajo del fondo del salero.

82. En vista de los defectos de los cartuchos de metralla de hierro colado, y de que los de balas de fusil tienen corto alcance, y ademas las balas se apelotonan y pierden su figura si la carga es fuerte, no rebotan porque se aplastan al chocar en tierra, y sus heridas singularmente en los caballos no suelen dejar fuera de accion á quien la recibe; se han inventado dos especies de cartuchos de metralla de hierro baido de que vamos á dar noticia.

83. Una y otra especie de cartuchos se componen de balas encerradas en cajas cuyos fondos sean de planchas de hierro; y se diferencian en ser mas gruesas las balas de unos que las de los otros. Los de metralla gruesa tienen 41 balas cada uno del mismo diámetro, respectivamente á cada calibre de campaña que se dió noticia en la tabla anterior; las cuales se ordenan en las cajas poniendo 7 en el fondo, de las que una ocupa el centro y las otras seis al rededor de ella la circunferencia: sobre este primer órden se ponen otras 7; pero de modo que las 6 de la circunferencia ocupen los intersticios de las

6 del fondo: igualmente se ponen 3, 4, 5 y 6 órdenes; mas en el centro solo se pueden poner 5 balas de altura, porque estas caen precisamente unas sobre otras, mientras que las de la circunferencia se acomodan en los intersticios de las del orden inferior, y así vienen á ser 41 las balas de cada caja.

84. Los cartuchos de balas menudas de los calibres de á 12 y de 8 contienen 112 balas, las correspondientes al 1.º tendrán una pulgada de diámetro; y las destinadas al 2,  $10\frac{1}{2}$  líneas: unas y otras se acomodan en sus respectivas cajas en 8 órdenes de 14 balas cada una, 4 en el centro y 10 en la circunferencia. Las cajas del calibre de á 4 contienen 63 balas menudas de  $10\frac{3}{4}$  líneas de diámetro, que se acomodan sin orden en las cajas por no poderse arreglar.

85. Para hacer las cajas despues de cortadas las latas, segun las dimensiones que se espresarán en la tabla siguiente, se encorvarán batiéndolas sobre bicornias, y despues se ajustarán por un extremo introduciéndolas por vitolas de su calibre, y obligándolas á ajustarse á ellas por medio de conos truncados de madera que se oprimen dentro de la lata: cuando con este arbitrio se ajusta el cilindro que ha de formar la lata á la vitola por un extremo, se suelda este: despues se soldará con iguales precauciones el opuesto, y seguidamente todo el largo de la lata. Los conos truncados de que se haga uso para forzar la lata contra la abertura de las vitolas ó pasabalas, tienen el diámetro de su base  $1\frac{1}{2}$  línea mayor que el de la bala correspondiente, y tres líneas menor el diámetro de la base truncada.

86. Soldadas las latas se ponen los culotes de modo que queden por bajo tres líneas de lata, á fin que plegadas sobre ellos queden asegurados: y para

que no suban se abren con un punzon tres ó mas taladros pequeños sobre los culotes. Pudiendo suceder que al plegar la lata sobre los culotes se torciése la caja, se evitará este defecto introduciendo en ella un cilindro de madera de media linea menos de diámetro, sobre el cual ajustado el culote se batirá la lata para plegarla.

87. Colocado el número de balas que antes se ha espuesto en estas cajas, se cubrirán con hojas de hierro del mismo diámetro que los culotes, sobre las cuales se plegará la lata sobrante y quedará cerrado el cartucho; pero antes de guardarle se hará entrar en un cañon de su calibre, para cerciorarse de que no ha salido defectuoso.

88. Los cartuchos de los calibres de á 12 y de á 8 se sirven separados de sus cargas, porque serian muy pesados y poco manejables; pero los de á 4 se unen á los cartuchos de pólvora: á este efecto se pegan ó fijan los culotes á unos saleros ó cilindros de madera de una pulgada ó menos de alto, á los cuales se clava un extremo de la lata, y por la otra parte se atan los cartuchos de pólvora sobre una ranura: en fin véase la tabla siguiente para enterarse de las dimensiones y peso de estos cartuchos.

*Tabla de las dimensiones y pesos de los cartuchos de metralla de balas de hierro batido.*

Dimensiones.	Calibres de á	Calibres de á	Calibres de á
	12.	8.	4.
	pulg. lin. punt.	pulg. lin. punt.	pulg. lin. punt.
Largo de las latas-----	9 6 0	8 7 0	6 11 0
Ancho de las mismas -----	13 11 3	12 2 6	9 9 3
Diámetro de los culotes---	4 3 0	3 8 3	2 11 6
Espesor de los mismos-----	0 3 6	0 3 0	0 2 6
<i>Pesos.</i>	<i>Libras.</i>	<i>Libras.</i>	<i>Libras.</i>
Los cartuchos sin carga---	22	15½	8
Cargas regulares-----	4¼	2¾	1¾

En las figuras 8.<sup>a</sup> y 9.<sup>a</sup> de la lámina I. está representado en plano y perfil un cartucho de esta especie. ABCD es el fondo de hierro de la caja; E primer orden de balas que se sienta sobre él; AB diámetro de la caja; BC su altura.

89. Estos cartuchos de metralla se inventaron y experimentaron en Francia para los cañones aligerados de á 12, 8 y 4, que segun sus apologistas son los únicos que deben formar los trenes de campaña: así no se ha extendido su fábrica ni las experiencias á

los de los calibres de batir de á 24 y de á 16, por cuya razon no insertamos las dimensiones y proporciones de los correspondientes á estas piezas: bien que será muy fácil hallarlas en caso que se tenga por conveniente hacer cartuchos de esta especie para dichos cañones, á fin de usarlos en la defensa y ataque de las plazas, contra y desde las segundas baterías y en otras ocasiones que pareciesen útiles.

90. Segun las pruebas hechas en Strasbourgo estos cartuchos de metralla de hierro son ciertamente mas ventajosos asi por su mayor alcance, quanto porque no se esparce demasiado la metralla, como sucede con los de piña y de racimo: sin embargo los apologistas de la artillería antigua creen preferentes los saquêtes de balas de fusil para tirar á cortas distancias: en el artículo XI se tratará este punto con la debida estension.

#### *Balas rojas.*

91. Antiguamente se usaban las balas rojas con mucha frecuencia, no obstante el sentir de algunos autores que reputan su uso contrario al derecho de gentes: su objeto es incendiar los pueblos, almacenes, naves y cualquiera obra enemiga que sea combustible. Mas como es necesario tiempo, proporcion y mucha proligidad para tirar con bala roja, singularmente con el método que prescriben los mas de los autores; y al mismo tiempo se suele conseguir con las bombas el mismo fin, se habia hecho menos ordinario su uso; pero la esperiencia ha manifestado que las bombas, carcasas, ni otro artificio pueden suplir sino muy incompletamente la bala roja: esta tiene mayor alcance, penetra en los cuerpos que choca, no manifiesta por su iluminacion el incendio has-

ta que ha tomado mucho cuerpo, y se dirige á la ob a que se quiera incendiar con mucha mayor certeza que los demas artificios: asi les es muy preferente en cuanto á esta parte.

92. Bala roja es una bala ordinaria de artilleria que se enrogece antes de usarla sobre unas parrillas: operacion que es regular hacer en la misma bateria pues de lo contrario se enfriaria. Cuando se intente, pues, tirar con bala roja, se hará una escavacion de una cuarta de hondo, y de la magnitud de las parrillas que se tengan; su posicion puede ser á la derecha, izquierda ó coia de la bateria segun el aire que corra, y la proporcion que hubiese para estar resguardado del fuego enemigo en caso de estar espuesto á él: se llena este hoyo de carbon y se ponen las parrillas encima, y sobre ellas las balas, que tambien se cubren de carbon, se incendia este y se aviva el fuego con un fuelle de fragua; y á medida que las balas se enrogecen (que lo egecutan segun estan mas próximas al cañon del fuelle) se ponen con unas tenazas en cucharas de hierro con las cuales se introducen en los cañones que estarán ya cargados. Se debe tener mucho cuidado de separar las balas luego que hayan tomado, ó esten próximas á tomar el rojo color de cereza: porque si se mantienen al fuego algun tiempo mas se liquidarian en todo ó en parte. Las parrillas deben ser de una barra de hierro de nueve líneas de cuadratura al menos para que tengan resistencia, y no las inutilice prontamente el fuego vivo que han de sufrir. Una de estas tenazas para esiraer la bala roja del hornillo y colocarla en la cuchara se ve en la figura 13 de la lámina I, en la que MP es la longitud exterior del brazo; RNOP parte donde se unen con movimiento en el tornillo C.

las dos tenazas; RN longitud interior que empieza en el arco R, y termina en N formando ángulo; PO longitud exterior que formando ángulo en P, termina en el arco O verticalmente opuesto al R: NS continuacion de la tenaza hasta el punto S donde empieza el arco SD: SD arco que termina en las mordazas GB y HB, con que se sujeta la bala; FH tercera mordaza que con movimiento elástico en el punto F comprime la bala.

93. Si se encontrasen grandes inconvenientes en enrojecer las balas en las inmediaciones de la batería, podrá ejecutarse distante de ella, y transportarlas despues de rojas en cajas de hierro ó cobre enterradas en cenizas y mejor en cisco: con este arbitrio se ha experimentado que se mantienen rojas mas de dos horas.

94. El método de tirar con bala roja que se encuentra en los autores de artillería se reduce: á cargar un cañon con la cantidad de pólvora que parezca mas competente, atacarla con tierra ó greda si la hubiese; y cuando esté la trinchera delante con hierbas frescas: apuntar el cañon: elevarle despues con respecto á su carga y á la distancia al objeto: introducir en este estado la bala roja que correrá hasta el taco por estar elevada la pieza; y darle fuego inmediatamente al cañon que deberá estar cebado. Con este método se precavé que se vaya el tiro antes de dar fuego á la pieza; pero la bala hiere los objetos contra que se dirige por sumersion y no directamente: de lo que se infiere que no podrá penetrar tanto ni ser certeros sus tiros: asi este método es inútil para tirar contra objetos que no tienen una posición fija; y poco seguro para incendiar las obras

que presenten un blanco pequeño, ó en las que sea preciso que la bala penetre mucho.

95. Mas la esperiencia ha manifestado que para tirar con bala roja aunque sea por debajo de la horizontal, basta la precaucion de cargar el cañon con cartuchos bien tupidos, y poner encima un fuerte taco de filástica que entre bien oprimido. Efectivamente habiéndose cargado asi un cañon por la mañana, se introdujo una bala tan roja que empezaba á liquidarse, se le puso encima otro taco, se dejó apuntado el cañon hácia la mar; se volvió á reconocer por la tarde y la bala estaba ya fria. Infíerese de aquí, que para tirar balas rojas se han usado unas precauciones escesivas, que se oponian en cierto modo á sus mejores efectos, cuales son la seguridad de su direccion y la fuerza de su choque. Para obtener uno y otro, pudiendo apuntar el cañon que las arroje horizontalmente ó por depresion, y con toda su carga, bastará pues atacar el cartucho de pólvora con un fuerte taco de filástica. Mas si se quisiese usar de un esceso de precaucion para asegurar á los que sirvan los cañones, se podrá poner un taco fuerte de lana ó filástica terminado en una rodela de corcho del diámetro de la bala, que caerá hácia la boca del cañon, y aun para mas precaucion se podria poner encima otro de lana humedecida, y despues usar la bala como si estuviese fria.

96. Tirando con este método las balas rojas se podrán usar con mucho éxito en las baterias de las costas para alejar las escuadras y naves enemigas. Tambien servirán para incendiar desde una plaza sitiada las baterias del enemigo, particularmente si los cajones de ellas estuviesen llenos de tierra mezclada

con faginas: ó para arruinar é incendiar almacenes y pueblos con mayor seguridad, prontitud y economía que con bombas: y en fin para todas las ocasiones en que se intente incendiar obras enemigas que sean combustibles.

### *Bombas y granadas.*

97. Las bombas y con particularidad las de 12 pulgadas son una municion costosisima por razon de sus transportes: asi se deben arrojar tanto en el ataque como en la defensa de las plazas (á cuyos objetos se ciñe su uso) con economía y utilidad: á este efecto solo se han de usar contra aquellos objetos que no se puedan destruir ó maltratar con otra municion, de lo que se tratará en la II parte: tambien se han de tirar con las mayores precauciones para que su alcance y direccion sean justos en lo posible, de lo que se hablará en el articulo siguiente; y proporcionando su carga y la duracion de las espoletas de modo que revienten en el tiempo y con la violencia que se apetezcan, segun el objeto á que se dirijan, de lo que vamos á tratar.

98. Belidor de resultas de varios esperimentos halló que la carga de 3 libras de pólvora era la suficiente para que la bomba de 12 pulgadas estallase en el mayor número de cascos posible, y que estos tengan bastante fuerza para alcanzar á distancias considerables: de consiguiente concluye, y con él varios autores, que nunca debe exceder la carga de las bombas de esta cantidad, á menos que no se dirijan á incendiar y arruinar edificios. Mas esta regla está contradicha por varios autores prácticos, y principalmente por la Valliere, quien dice: „Las

Las bombas de 12 pulgadas pueden contener cerca de 150 libras de pólvora; pero según sus diferentes destinos se han de cargar con 8, 9 ó 10 libras. Para que correspondan á su principal objeto se deben arrojar por un ángulo superior al de 45 grados, á fin que cayendo con mas fuerza se sumerjan mas en las tierras: deben pues encerrar una carga capaz de levantar estas tierras, hacer el efecto de una fogata, destruir los parapetos y arrojar aun los cascos con suficiente fuerza para desmontar las baterías rompiendo las cureñas y afustes. Una carga de tres libras no hace mas que separar las dos partes que forman las bombas; y muchas veces estas dos partes quedan en las tierras, ó es muy corto el número de cascos, estos son gruesos y no tienen fuerza ni alcance.

99. Efectivamente, siendo el principal fin de estas bombas batir los flancos, tenazas, reductos, torres, galerías, subterráneos, cofres, caponeras, esclusas, &c. convendría, siempre que no lo impidan particulares circunstancias, cargarlas con 10 ó mas libras de pólvora: pues la especie de fogata que resultará de una bomba así cargada, hará mas efecto que el golpe de ella; y aún cuando no penetre, despedirá los cascos con tal violencia que quebrantarán las cureñas mas robustas.

100. Se ha dicho que la carga de las bombas de 12 pulgadas debe ser de 10 libras de pólvora al menos, siempre que no lo impidan particulares circunstancias, porque muchas veces no conviene cargarlas sinó con cargas muy pequeñas: como cuando se arrojan á corta distancia de algunas obras ó puestos propios; ó cuando á falta de otras municiones menos costosas, como bombas de 10, 9 ó 7 pulgadas

se destinan á interrumpir y molestar los trabajos enemigos : en uno y otro caso la carga debe ser de dos á tres libras á fin que los cascos no vayan lejos.

101. De aqui se infiere que las bombas se deben cargar en las mismas baterias , respecto á que su carga no ha de ser constante ; y que sería un embarazo y confusion tener repuestos de bombas cargadas diferentemente. Mas esta confusion sería excesiva si se atiende á las diversas duraciones que deben tener sus espoletas respecto á los distintos puntos á que se pueden arrojar desde una misma bateria. Antiguamente que se cargaban los morteros con tierra , se dejaban arder las espoletas antes de dar fuego al mortero , mas ó menos tiempo segun la duracion de ellas y la distancia al objeto ; mas actualmente que se han conocido las imponderables ventajas de servir los morteros á un solo fuego , es imposible proporcionar la duracion de las espoletas sino cortándolas , y esto solo puede egecutarse en la misma bateria.

102. Se objetará que el cargar las bombas y arreglar las espoletas en las baterias es una operacion embarazosa , espuesta y que atrasará el servicio. A lo que se responde: 1.º que se escusa hacer en cada bateria de morteros un repuesto considerable para bombas , y se evitan las precauciones necesarias para transportarlas cargadas y arreglarlas en el repuesto; 2.º que cargar una bomba es una manioobra sencilla , como inmediatamente se dirá : 3.º que mas vale arrojar 10 bombas de las cuales ocho hagan todo su efecto , que 40 de las que unas revienten á la mitad de sus trayectorias , otras ofendan á nuestras propias obras y trabajos ; otras se mantengan ardiendo por mucho tiempo despues de caer , dando lugar á los enemigos para que se retiren ; y otras que por no

tener la carga competente á su objeto, apenas ofendan al enemigo: 4.º en fin que en el servicio de las bombas por lo costoso de ellas, nunca hay inconvenientes que contrasten la menor precaucion conducente á su buen efecto.

103. Supuesto, pues, que las bombas se han de cargar en las mismas baterías, se procurará reconocer en el parque ó depósito donde estén por alguno de los oficiales de la brigada que sirva cada batería de morteros, que las bombas de que se haya de dotar sean de una misma especie, caso que las haya de diferentes construcciones, refuerzos ó vientos; pues en tal caso se destinarán á distintas baterías para simplificar su servicio); que estén vacías de los barros del ocheté; que el culote esté bastante profundo para que quepa la espoleta; que las bocas sean circulares y sin desigualdades para que se ajusten las espoletas; y que no tengan grietas, escarabajos ó vientos: con este arbitrio se evita hacer un semejante reconocimiento en las baterías.

104. Para cargar las bombas en ellas bastará reconocer si tienen agua; y halladas secas se introducirá por medio de un embudo la carga que se haya determinado, segun el objeto de la bomba, abundancia de la pólvora y circunstancias particulares que hemos insinuado. Antes se habrá arreglado el largo de la espoleta, y se fijará poniendo sobre su cabeza un recalgador, (ó cilindro de encina que por una parte se ajuste á la cabeza de la espoleta), y golpeándole fuertemente con un mazo; pero con la precaucion de que no se hienda la espoleta.

105. Cuando no se hayan de arrojar las bombas inmediatamente despues de cargadas, se ordenarán con las espoletas hácia abajo, y separadas las de

distinta duracion ó carga en un parage resguardado, como detras de algun espaldon ó en un foso interior de la batería.

106. Para cortar las espoletas se usará de una azuela de una mano, y el corte se hará con alguna oblicuidad y no de traves, no sea que ajustándose por esta parte al fondo no se comuniqué el fuego á la carga: pero aun será mas conveniente proporcionar la duracion de la espoleta sin cortarla, sino taladrándola con una barrena, por el parage que marque la longitud que debe tener para que su duracion sea proporcionada. Al recalcarla se ha de cuidar que se introduzca lo mas que sea posible en la bomba: de modo que cuando mas quede una pulgada fuera.

107. Cuando las bombas se arrojen con destino á incendiar los edificios, será conveniente introducir en ellas dos ó tres estopines incendiarios, de cuya fábrica se tratará despues, y llenarlas de pólvora: de modo que no quede mas hueco que el preciso para la espoleta, que se debe recalcar fuertemente, porque arrojándose á mayores distancias las bombas suelen soltar la espoleta.

108. Las bombas de 10 pulgadas arrojadas con morteros montados en afustes no son de grande utilidad, porque siendo de corto peso no pueden romper ni penetrar á su caída lo que las otras; y encerrando mucha ménos pólvora tampoco es grande su estrago al reventarse: de consiguiente no siendo útiles para demoler y sí solo para ofender á las tropas enemigas, se deben arrojar del modo mas conducente á este fin, que es procurando que enflen las obras enemigas y que reboten en ellas, lo que no se puede conseguir tirándolas con morteros apuntados constan-

femente por 45 grados de elevacion, á ménos de que la plaza no tuviese alguna obra tan elevada que la bomba cayese en ella cerca del vértice de su trayectoria. Seria por lo tanto útil montar los morteros de 10 pulgadas sobre fuertes cureñas; y aun mejor substituirles obuses de 9 pulgadas para el ataque y defensa de las plazas.

109. En esta inteligencia bastará cargar las bombas de á 10 pulgadas con 2, ó  $2\frac{1}{2}$  libras de pólvora, respecto á que esta cantidad es suficiente para que estallen en crecido número de cascós, y que estos tengan bastante fuerza, y aun mas de la necesaria cuando haya obras ó puestos de tropas propias cerca del parage donde se dirigen, en cuyo caso será acertado cargarlas con una sola libra de pólvora. La duracion de sus espoletas debe reglarse por los principios que dejamos espuestos tratando de las de 12 pulgadas.

110. Mas como el objeto de las bombas de 12 pulgadas sea por lo general demoler las obras enemigas ocultas al cañon, y el de las de á 10, igualmente que el de las granadas, sea ofender las tropas enemigas y retardar sus trabajos: tambien ha de ser distinta la duracion de las espoletas. Asi las de las bombas de á 12 conviene que se terminen luego que hayan caido, y nunca antes ni mucho despues; pero las de las bombas de á 10 y granadas deben tener diferentes duraciones aun tirando á iguales distancias. Si se enfila una obra, un número de tropas ó de trabajadores, se debe procurar que la bomba ó granada rebote á lo largo, y se reviente al fin. Si no se puede tomar la prolongacion, y las tropas ó trabajadores estan descubiertos, se procurará que reviente encima ó delante, y antes de caer ó al mismo tiem-

po. Si están cubiertos se tirará por sumersion procurando que reviente al tiempo de caer. Asimismo siempre que se tire con intencion de suspender trabajos, ó intimidar las tropas que defiendan un puesto, se deberá arrojar cantidad de bombas y granadas con espoletas muy largas.

111. Las bombas de 9 pulgadas se cargarán con  $1\frac{1}{2}$  ó 2 libras de pólvora: las de á 7 ó granadas de á 9 con  $1\frac{1}{4}$ , y las de menor calibre llenándolas casi enteramente; y con particularidad si se destina para cargarlas el polvorin resultante de asoleos ú otras maniobras, ó como es comun la pólvora de peor calidad ó más deteriorada.

112. Las granadas de que se haga uso en el ataque y defensa de las plazas se deberán cargar en las baterías para reglar mejor la duracion de sus espoletas; pero las destinadas para un tren de campaña se han de cargar en los laboratorios de mistos; y cubrir las espoletas de modo que estén resguardadas de la humedad y del fuego. A este efecto después de recalcarlas suficientemente en las granadas, se arreglarán en el hueco de sus cabezas las cuatro mechas de estopin, y se cubrirán con un pergamino mojado en aguardiente y atado con bramante; y entonces se embetunará la espoleta por el rededor de la boca con un misto hecho de cuatro partes de sebo y una de cera; y seguidamente se sumergirá la cabeza de la espoleta hasta la granada en una composicion líquida, hecha de dos partes de pez negra y una de resina; ó de cuatro partes de pez negra y media de aceite de linaza.

113. Con preferencia á las piedras es conveniente que los pedreros y aun morteros arrojen una porcion de granadas de mano ó algo mayores, en

el ataque y defensa de las plazas; singularmente desde éstas, para retardar los progresos de la zapa cuando esté avanzada, la coronacion del camino cubierto, y construccion de las segundas baterías; y desde estas contra todas las obras atacadas. Esta porcion ó cúmulo de granadas que se conoce por *polladas*, puede arrojarse de varios modos. 1.º Cargando el mortero ó pedrero con tierra y poniendo encima alguna cantidad de pólvora y sobre ella las granadas, con sus espoletas guarnecidas de estopines hácia abajo. 2.º Cargando el mortero con un plato de madera taladrado por su centro, y poniendo encima un cesto de granadas, de las cuales los estopines que ceban las espoletas se enlacen en otros mayores que salgan por un orificio que tenga el cesto en su fondo, correspondiente al del plato: para mayor seguridad se podrá sembrar el fondo del cesto de pólvora suelta. 3.º En fin haciendo una especie de carcasa llena de granadas: para esto se hará un plato de álamo ó fresno que se ajusté exactamente al fondo del ánima del mortero ó pedrero, y que tenga en medio una espiga de madera de dos ó tres pulgadas de diámetro, según el calibre del plato: este debe tener tres ó cuatro taladros de media pulgada de diámetro contiguos á la espiga, para que se puedan introducir por ellos varias mechas de estopin. En la superficie superior del plato, al rededor de su circunferencia se harán varios huecos circulares cuyas sagitas sean iguales á  $\frac{1}{4}$  del diámetro de las granadas; y abiertos de modo que las granadas acomodadas en ellos se toquen unas á otras, y estén sus centros en la circunferencia de un círculo cuyo centro esté en el eje de la espiga. Tambien se harán dos ó tres tablas circulares de nueve líneas menos de diámetro

que el plato y de una pulgada de grueso, las cuales tendrán en su centro una abertura circular para poderlas introducir en la espiga del plato, y tres ó cuatro cortes al rededor de la abertura para dar paso á los estopines. En una de sus superficies habrá á iguales distancias del centro, igual número de huecos esféricos para acomodar granadas.

114. Dispuesto así el casco de la pollada se hará esta, ordenando en los huecos de las tablas y el plato las granadas cargadas con las espoletas inclinadas hácia los orificios ó aberturas mas próximas; reuniendo con estopines las mechas que ceban las espoletas de cada dos, tres ó cuatro granadas, los que se dejarán colgar por las aberturas de las tablas ó plato: despues se acomodarán unas sobre otras de modo que la primera descansa sobre las granadas del plato, la segunda sobre las de la primera, y si se pusiese tercera descansará sobre las granadas de la segunda; y las aberturas de todas por donde penden los estopines, se corresponderán para que el fuego se propague con facilidad.

115. Si la pollada ha de ser para un pedréro de 16 pulgadas deberá tener cada lecho de granadas dos órdenes de ellas, la interior que se apoye á la espiga y la exterior contra las de este orden; pero si hubiese de ser para un mortero de á 12 solo deberá tener cada lecho un orden de granadas, regularmente de 7, y entonces el diámetro de la espiga deberá ser algo mayor que el de ellas. En fin como siempre se ha de procurar que las granadas queden ajustadas unas á otras y contra la espiga, cuando no las haya de las dimensiones necesarias á este fin, se rellenarán los intersticios con cuñas ó pedazos de carton.

116. Armada la pollada se introducirá en un saco de lienzo basto y de proporcionadas dimensiones, que se atará fuertemente por un extremo contra el plato sobre una ranura que tendrá este á cuatro líneas de su superficie superior; y el otro extremo despues de bien tenso el saco, se ligará á otra ranura que tendrá la espiga en su extremo superior: el alto de la espiga deberá ser tal que sobresalga tres pulgadas sobre el último lecho de granadas. Atado el saco se hará con cordel de azote ú otro menos fuerte un entorchado que oprima las granadas contra la espiga, á cuyo efecto se debe procurar que las granadas exteriores sobresalgan mas que las circunferencias de las tablas, aunque no mas que la del plato.

117. Aseguradas las granadas se inclinará la pollada, y se hará que salgan los estopines que nacen de las espoletas, y se acomodarán en un hueco ó embudo que formará el plato en el centro, se rociarán con aguardiente y polvorin, y se cubrirán con un pergamino encolado por sus orillas y asegurado con cuatro tachuelas pequeñas. En esta disposicion se le dará á la pollada un baño ligero de una de las composiciones prescritas para cubrir las espoletas de las granadas. Véanse en las figuras 10, 11 y 12 de la lámina I. el plano y vistas de una pollada para mortero de 12 pulgadas. ABCD plato de pollada; ZG su altura; BC su diámetro; EF ranura del plato; GH espiga; YJ su diámetro; LK ranura de la espiga; M primer orden de granadas; PNO primera tabla circular que se pone sobre el primer orden de granadas; NO su diámetro; PN su grueso; Q segundo orden de granadas; RST segunda tabla circular del mismo diámetro y grueso que la primera; V tercer orden de granadas; Y representa el primer orden

de granadas M: H sus espoletas; G los orificios del plato por donde pasan las mechas á la concavidad X Za del plato; b mechas de las granadas; c d e g saco de la pollada; j ligadura que asegura la boca del saco y extremos de las cuerdas h á la ranura LK de la espiga; f ligadura que asegura el saco y ramales de la cuerda h á la ranura EF del plato; i nudos alternados que se dan á las cuerdas h para que formen el entorchado que manifiesta la figura.

118. Para usar estas polladas se cargará el mortero ó pedrero con solo pólvora sin ningun taco; se quitará el pergamino del fondo del plato, y se introducirá la pollada en la pieza: el fuego de la carga se comunicará por los estopines á todas las granadas. Las cargas mayores para arrojar las polladas sin que se esparzan demasiado, son dos libras de pólvora en los pedreros, y veinte onzas en los morteros de 12 pulgadas: así alcanzan de 100 á 200 toesas por el ángulo de 45 grados.

*Estopines incendiarios.*

119. Cuando el objeto de las bombas es destruir é incendiar una poblacion ú otros edificios públicos, ahuyentar las escuadras enemigas, &c. se cargan además de la pólvora con dos ó tres estopines incendiarios, que son unos artificios que conservan un fuego activo por algunos minutos, y que de consiguiente son mas apropósito que la pólvora para incendiar.

120. Para hacer los estopines incendiarios se harán lanzafuegos de 5 á 6 pulgadas de largo, si hubiese moldes apropósito; y sinó de un pie de largo, y se dividirán en dos partes iguales: estos lanzafue-

gos han de ser de un misto algo mas flojo que el de los ordinarios, á fin que tengan mucha duracion: á cuyo efecto será conveniente añadir á las composiciones que se espresaron tratando de ellos, una corta parte de alcanfor ó pez griega. Al mismo tiempo se habran preparado unos lienzos del modo que se dirá en el número siguiente se han de embrear los que han de formar las camisas embreadas, y se cortarán en tiras de una pulgada mas de ancho que el largo del lanzafuego, y estas en pedazos con los que se les puedan dar dos vueltas y media. Preparados los lanzafuegos de  $5\frac{1}{2}$  pulgadas de largo y los pedazos de lienzo embreado, se cubrirán aquellos con estos de modo que queden igualmente envueltos: se doblará la envoltura por un extremo sobre el del lanzafuego de suerte que le cubra; y se ligará con bramante embreado todo á lo largo. Las seis líneas del lienzo embreado escedentes al lanzafuego por el otro extremo, forman un hueco de esta longitud y de igual diámetro que el lanzafuego, en el cual se pondrán dos mechas de estopin de dos pulgadas de largo, y despues se rellenará del mismo misto que el lanzafuego amasado con aguardiente ó espíritu de vino; y se cubrirá con un pergamino humedecido tambien con aguardiente: seguidamente se igualarán las desigualdades con una camisa de estopa, que se rociará con la composicion de las camisas embreadas, y polvoreará con azufre y polvorin.

121. Hechos y enjutos los estopines incendiarios se envolverá cada uno en un papel, y se pondrán en un lugar seco y frio para que no se deterioren. Es claro que al introducirlos en las bombas se les debe quitar las cubiertas de papel y el pergamino que cubre uno de sus extremos.

*Petardos.*

122. El petardo es un recipiente de bronce lleno de pólvora y cubierto de un tablon: sirve para derribar puertas, paredes, puentes, &c. Su figura es la de un cono truncado abierto por la base mayor y cerrado por la menor: en medio de esta tiene un orificio proporcionado para introducir una espoleta de granadas. Sus dimensiones varían según los fines para que se construya; pero las más ordinarias son: 10 pulgadas de alto, otras tantas de diámetro por su base mayor y 7 por la menor: su peso 50 libras á corta diferencia. Por la parte exterior á un tercio de su altura tiene tres asas, por las que entran otras tantas planchas ó cadenas de hierro que le afirman al tablon con que se cubre, asegurando á él sus seis extremos con otros tantos tornillos. El tablon ha de ser de encina y tener 2 pies de largo,  $1\frac{1}{2}$  de ancho y 2 ó  $2\frac{1}{2}$  pulgadas de grueso: por la parte exterior se fortalece con dos planchas de hierro de  $1\frac{1}{2}$  líneas de grueso que le atraviesen diagonalmente; y en medio de uno de sus lados mayores se clava un gancho ó escarpia por la parte exterior para colgar el petardo. La figura 1.<sup>a</sup> de la lámina II. representa un petardo colocado y asegurado á su tablon: ABCD tablon del petardo; AB su ancho; AD su longitud; AE su grueso; FG escarpia de donde se suspende; P asas del petardo; MNO planchas de hierro que aseguran el petardo al tablon; Q tornillos que aseguran estas planchas; *ab* boca del petardo para su espoleta. La figura 2.<sup>a</sup> es el perfil del mismo; RS su diámetro mayor; TV su diámetro menor; MN su altura; XZ grueso de

metales; *ab* diámetro de la boquilla para la espoleta; P asas del petardo; PQ grueso de estas. Ultimamente en la figura 3.<sup>a</sup> está representada la vista del tablon del petardo: ABCD tablon; AC y BD planchas de hierro que diagonalmente le atraviesan; JK ancho de estas; Y clavos con que estan aseguradas al tablon; FHG escarpia; L cabezas de los tornillos que aseguran las planchas MNO.

123. El petardo se carga de diferentes modos; pero siempre con pólvora sobresaliente y muy atacada, que son las dos condiciones precisas para su mejor efecto. La práctica que parece mas preferente para cargarlo es: escoger la mejor pólvora; beneficiarla con espíritu de vino y secándola al sol; calentar el petardo hasta que apenas lo pueda sufrir la mano; introducir por el fogon un cilindro de madera de las mismas dimensiones que la espoleta para que estraido despues pueda entrar esta; echar pólvora hasta la altura de tres pulgadas, y oprimirla fuertemente con un atacador, interponiendo un plato de madera para que no se mueva; echar sobre este primer lecho unos polvos de sublimado corrosivo, volver á poner otro lecho de pólvora igualmente atacado, y rociarle con mercurio que se tendrá en un pomo cubierto de un pergamino picado con un alfiler. Así se prosigue cargando sucesivamente hasta que solo tenga dos pulgadas de hueco, entonces se pondran sobre la pólvora dos círculos de papel de marca que la cubran exactamente, y se llenará el hueco de estopas, sobre las que se echará un betun compuesto de una parte de resina y dos de polvo de ladrillo: sobre el betun se ajusta un sombrero de hierro de 4 á 5 lineas de grueso, que tendrá en la superficie exterior tres puntas que entran en el tablon donde se

sienta el petardo. A este fin hay en él un rebajo circular de 4 líneas de hondo que se llena del espresado betun, y en él se encaja la boca del petardo, y se afirma con las tres cadenetas de que se dió noticia.

124. Cargado de este ú otro modo el petardo se extrae el cilindro que tapaba el fogon, y se introduce una espoleta de cobre ó hierro, que se carga en el mismo petardo con un misto algo flojo para que dé tiempo de retirarse, cual es el hecho de 4 partes de pólvora, 2 de salitre y 1 de azufre; y se cubre su cabeza con un pergamino ó lienzo embreado.

125. Cuando se quiera usar el petardo se fija en la puerta, barrera, puente, &c. que se quiera romper por el gancho que tiene el tablon que le sirve de base, cuya superficie se ha de ajustar á la de la obra que se intenta trastornar; pero como no es fácil encontrar donde suspenderle, y poner un clavo seria advertir con los golpes al enemigo, se usa de una barrena para este efecto.

#### *Cartuchos de fusil.*

126. Los cartuchos de fusil se hacen de papel ordinario blanco procurando solo que sea fuerte y delgado: de cada pliego se hacen 8 dividiéndole en cuatro quartillas, y estas por medio segun el pliegue que resulta, uniendo dos puntas de la quartilla diametralmente opuestas y doblando el papel. Para hacer los cartuchos se necesitan baquetas de arrollar de madera fuerte y seca; cuyas dimensiones son  $6\frac{1}{2}$  líneas de diámetro y 7 pulgadas de largo: por uno de sus extremos deben formar un hueco en el cual pueda entrar un tércio de la bala. Sobre una

mesa se estiende el papel necesario para un cartucho, el cual tiene la figura de un trapecio cuya base mayor es del largo de una cuartilla menos dos pulgadas á corta diferencia; y la opuesta ó menor de dos pulgadas: la baqueta con la bala acomodada en su hueco, se ajustará al lado comprendido entre los dos ángulos rectos; de modo que la bala corresponda á la base, y que quede debajo de ella bastante papel para plegarse sobre ella y cubrirla; en esta disposición se arrollará el papel sobre la baqueta, se plegará el de abajo sobre la bala, y se sentarán los pliegues golpeando contra unas semiesferas cóncavas abiertas en las mesas, de ocho líneas de diámetro: se cogerá el cartucho por encima de la bala y se extraerá la baqueta. Los cartuchos así formados con sus balas se pasan á otra mesa para cargarlos, lo que se egecuta con unas medidas de lata en forma de cono truncado, que contengan seis adarmes de pólvora ó algo mas si esta fuese de mala calidad.

127. Cuando los cartuchos se han de hacer con destino para egercicios y salvas no se les pondrá bala, y las baquetas de arrollar serán planas por ambos extremos, ó al ménos por el que ha de amoldar el fondo del cartucho, pues el otro suele formar un mango.

128. Cargados y cerrados los cartuchos se harán paquetes de á 10 de ellos, encerrados en un pliego de papel, y atados con hilo de cartas para poderlos encajonar mas comodamente en cajones ó barriles capaces de 120 paquetes ó 1200 cartuchos; y para que no se rocen ni deshagan en los transportes.

## Número III.

*De los artificios mas comunes para incendiar é iluminar los trabajos enemigos, y para la defensa de los puestos fortificados.*

129. El objeto de este número es capaz de innumerables variaciones, así por la diversidad que puede haber en la figura y efectos de los mistos, como por las distintas calidad y dosis de los ingredientes de que se compongan. Entre la multitud de ellos que se encuentran en varias obras solo se tratará aqui de los mas comunes en la guerra, que se suelen dividir en tres especies: á saber, ofensivos, incendiarios y de iluminacion, aunque como los mas reúnen en sí estas tres propiedades, se responderá su fábrica indiferentemente.

*Carcasas.*

130. Por *carcasas* (que nuestros antiguos escritores llaman *carcages*) se entiende todo artificio destinado á incendiar ó iluminar las obras enemigas, y que por su figura, magnitud y consistencia puede ser arrojado desde lejos con mortero ó pedrero: aunque cuando el artificio se destina unicamente á iluminar ó aclarar las obras enemigas suele llamarse *bomba de iluminacion*. Regularmente se arrojan las *carcasas* con morteros de 12 pulgadas de diámetro; y para contener el misto y darle resistencia se hace una armazon de hierro, plomo, cuerdas y tambien de bombas defectuosas, ó fabricadas apropósito si se quiere: mas como todas estas armazones pueden llenarse de

un mismo misto, se tratará antes de su composición, y despues de la fábrica de cada una de estas especies de carcasas.

131. Se liquidarán en una caldera encastrada en un horno (de que se dará noticia en el número siguiente) diez libras de brea, otras tantas de resina, cinco de pez griega y dos de sebo de carnero: luego que todo se haya liquidado y mezclado se disminuirá y aun suprimirá del todo el fuego de la hornilla, y se echarán dentro de la caldera hasta 30 libras de pólvora y una y media de estopas en pedazos sueltos: uno y otro se removerá fuerte y continuamente con una espátula, y no se echará de una sola vez sinó poco á poco. Si se quisiese dar mas actividad al misto se echarán 25 libras de pólvora y 5 de salitre en polvo. Cuando no hubiese un horno apropiado se echará el líquido de la caldera bien caliente en otra sentada sobre un tímpano ó caja de hierro que contenga carbon encendido. Esta precaucion es necesaria para que no se inflame la pólvora al tiempo de echarla en la caldera; y para que no se enfrien las resinas.

132. Estas y el sebo no son de precisa necesidad: aquellas pueden suplirse unas con otras y aun ser toda la cantidad de una sola; y este se suplirá con aceites. Si la carcasa ha de estar mucho tiempo sin usarse se deberá emplear en ella mayor cantidad de aceites ó sebo, que si se hubiese de quemar dentro de pocos dias; pues á medida que se deseca se hace el misto mas vidrioso cuando se compone de solas resinas, y al caer se abre y divide en muchas partes y se consume muy brevemente.

133. No solo pueden hacerse las carcasas con el misto descrito, sino tambien con otros muchos

unos mas activos que otros. De varios de ellos se dará noticia seguidamente tratando de las balas de iluminacion; pero se debe tener presente que las fabricadas con todo misto que tenga resinas, aunque muy buenas para incendiar, no lo son tanto para iluminar, porque su llama es roja, y sale acompañada de mucho humo que la ofusca.

134. Las carcasas mas comunmente usadas son las que tienen su armazon de hierro batido: el fondo es un plato cóncavo de 10 pulgadas de diámetro sobre el cual forman una especie de elipsóide dos ó tres barretas, que cruzándose igualmente se terminan y enlazan en la periferia del plato. Los eges conjugados de este elipsóide deben ser de 14 á 15 pulgadas el mayor y de 11 el menor: el peso de esta armazon suele ser de 18 á 24 libras. Mas si se quiere hacer la carcasa mas pesada, y obligarla á caer por su fondo se cubrirá el plato de una plancha de plomo de 12 ó mas libras. He aqui la descripcion de un armazon de hierro batido de una carcasa para mortero de 12 pulgadas. ABCD (figura 4.<sup>a</sup> lámina II.) plato cóncavo; EF barretas que se terminan en el sombrero, ó plato cóncavo superior GHY; JKLM barreta circular que exteriormente abraza las EF para mayor consistencia; O orificio por donde se introduce la espoleta; N orificios por donde se introducen los taladros.

La carcasa con el armazon anterior está representada en la figura 5.<sup>a</sup> cuyas partes son: P saco de lienzo fuerte que cubre el armazon de hierro representado en la figura 4.<sup>a</sup>; Q punzones, ó taladros con que se rompe el saco y atraviesa el misto por los orificios N; R espoleta que pasa por el orificio O; STV cuerda que pasando por debajo del plato su-

perior GHY sirve para manejar la carcasa.

135. Cuando las carcargas se destinan únicamente á iluminar las obras enemigas, y no es necesario arrojarlas á distancias mayores de trescientas toesas, bastará fortalecerlas con cuerdas en la forma siguiente: se hace un saco de lienzo fuerte de 10 pulgadas de diámetro y 24 de largo: se pone su fondo sobre el lazo ó tegido de cuatro pedazos de cuerda tirante, de cinco pies de largo cada uno enlazados por enmedio: se llena el saco de misto con las precauciones que despues se dirá: se ata su boca cuando esté lleno hasta la altura de 18 pulgadas, y con los ocho cabos repartidos á iguales distancias y atados fuertemente sobre su boca se le da la precisa consistencia. Para que los cabos se conserven equidistantes y el saco tenga un diámetro igual, se entretegen con cuerda delgada ó de amarrar. El armazon de cuerdas de una carcasa para un mortero de á 12 pulgadas se ve representado en la figura 6. de la misma lámينا; ABCDF es el molde para este armazon; F espiga ó mango de este molde; EF mitades de cinco cuerdas que cruzándose en el centro del molde, y terminándose en F forman la armazon por medio de las cuerdas G que las atraviesan y enlazan; H ligadura que se da á las cuerdas EF en el mango F mientras se enlazan con la cuerda G. La figura 7.<sup>a</sup> representa una carcasa con el armazon anterior; H saco de lienzo fuerte que cubre la armazon de cuerda de la figura 6.<sup>a</sup>; JLK cuerda para el manejo de la carcasa; Y punzones con que se taladra la carcasa despues de concluida.

136. Para las carcargas de hierro se necesita un saco de lienzo fuerte proporcionado á sus dimensiones, y á medida que la armazon de hierro se va

Menando del misto se cubre con el saco para que no se vierta.

137. Unas y otras se deben cargar con las siguientes precauciones: se echará en el fondo cantidad de misto aun caliente y suelto, hasta que ocupe  $\frac{1}{3}$  de la altura de la carcasa: encima se pondrán dos granadas con sus espoletas: se volverá á echar misto teniendo siempre cuidado de comprimirle, hasta la altura de la mitad de la carcasa; se pondrán otras dos granadas y se acabará de llenar la carcasa. Las granadas sirven para que reventándose cuando llega el fuego á ellas lo esparzan, y ahuyenten é intimiden á los que se aproximen á apagarlas: á este efecto se suelen poner tambien entre el misto varios pistoletes ó cañones de hierro ó bronce cargados con balas ó postas, y con sus bocas hácia la parte exterior.

138. Cargadas las carcasas se hace en las de cuerda para su manejo una lazada con los cabos que se han atado sobre la boca del saco; y se introducen igualmente que las de hierro, en una caldera donde esté líquida la composicion de que se dará noticia tratando de camisas y faginas embreadas, y bañadas en ellas se sumergen seguidamente en agua. Despues se examinará si tienen los diámetros competentes, que por lo regular serán diminutos, en cuyo caso se aumentan é igualan con estopas empapadas en la composicion citada: luego que tengan su diámetro de 11 pulgadas y 10 líneas próximamente, se bañarán otra vez en la composicion bastante caliente, y se revolverán en aserraduras ó salvados.

139. Inmediatamente, antes que se endurezca el misto se abrirán en cada una tres espoletas, lo que se ejecuta con otros tantos punzones de madera

de box ó encina de una pulgada de diámetro y 9 de largo : estos punzones untados con sebo para que no se peguen al misto , se clavan á fuerza de mazo por la parte superior de la carcasa y con alguna inclinacion hácia el fondo : de modo que sus puntas se vengan á reunir en el ege de la carcasa á  $\frac{2}{3}$  de su altura. Se debe tener cuidado al introducir los punzones que no tropiecen con las costillas de hierro ó cuerda de la carcasa, en la que se dejarán clavados hasta pocos días antes de haberla de usar. Cuando llegue este caso se extraerán y llenarán y atacarán los huecos que degen con un misto fuerte de lanzafuegos ó flojo de espoletas: el de 16 partes de pólvora y 3 ó 4 de carbon es muy apropósito. En faltando solo media pulgada que atacar , se introducirán dos mechas de estopin de 2 pies de largo, que se crucen por su mitad, y se proseguirá atacando hasta llenar el hueco : en fin se cubrirá el misto con lodillo. Igualmente se podrán hacer carcassas para morteros de 10 pulgadas, que tengan 15 de alto y 8 y 10 líneas de diámetro.

140. Aunque estas carcassas son muy apropósito para descubrir los trabajos enemigos , para cuyo fin se usan particularmente las de cuerdas , mas conocidas por bombas ó balas de iluminacion ; no lo son para incendiar las obras enemigas , por no ser fácil tener acierto al arrojarlas ; y poderse apagar y deshacer en poco tiempo : porque siendo poco pesadas no penetran mucho ; y porque las granadas y pistoletes con que se cargan hacen muy poco efecto á causa de la tenacidad del misto en que se envuelven. Son, pues, muy preferentes para siempre que se trate de incendiar , las carcassas hechas con bombas de 12 pulgadas cuya fábrica es la siguiente.

141. Se fabrican las bombas con tres bocas además de la opuesta al fondo, del mismo diámetro que esta, y todas equidistantes en el hemisferio superior, á 5 pulgadas de la boqueta; y se llenan del misto de que se ha dado noticia, ó de otro de los que se dará tratando de las balas de iluminacion. Pero siempre es preciso tener sumo cuidado en oprimir y atacar fuertemente el misto, lo que se puede conseguir golpeándole con atacadores por las cuatro bocas: luego que esté llena la bomba se introducirán cuatro punzones por sus bocas, que vayan á reunirse en su centro, con lo que se acaba de atacar el misto. Cuando se hayan de usar se estraerán los punzones, y rellenarán sus huecos como los de las otras carcasas.

142. Si no hubiese bombas taladradas se podrán agujerear con brocas y cortafrios las que fuesen de una fundicion blanda. La figura 8 de la lámina II, representa una bomba carcasa: A es la bomba; B son tres agujeros hechos en la parte superior de igual diámetro que la boqueta.

143. Estas carcasas son escelentes para incendiar toda especie de obras: sus alcances y direcciones son iguales á las de las bombas: rompen y penetran los ostáculos que encuentran á su caída igualmente que ellas: es imposible apagarlas, deshacerlas y aun el estraerlas: y su fuego es sumamente activo y violento, porque está obligado á salir por los cuatro orificios que no puede dilatar como en las otras carcasas. De aqui se infiere que se deben substituir á las bombas siempre que se trate de incendiar con estas, como sucede cuando se bombardean los edificios de las plazas.

144. Es de advertir, que si el misto de estas carcasas es muy fuerte, no está bien atacado y el hier-

ro de la bomba es de mala calidad, podrá muy bien feventarse y estallar: lo que sería útil sucediese en algunas; pero que se debe tener presente cuando se hagan algunas pruebas para cargarlas. Tambien debemos advertir que las carcassas recientes se suelen apagar, porque no se comunica á ellas el fuego de las espoletas: por cuya razon si hubiese absoluta precision de usarlas aun frescas, se deberá desecar y dar actividad al misto contiguo á los taladros de las espoletas con polvorin ó pólvora menuda.

*Balas de iluminacion.*

145. Las balas de iluminacion son unos artificios que se arrojan con cañones, obuses y aun con la mano con el fin de aclarar las obras ó movimientos del enemigo: comunmente se reducen á una bola de misto cubierta con lienzo fuerte, bien cosido y fortalecida, si se ha de arrojar con cañon ú obus, con un entorchado de alambre. Despues de hechas se les abren dos taladros con punzones de madera de 8 líneas de diámetro, que se atacan y ceban como los de las carcassas. El misto puede ser de varias especies, aunque nunca tiene gran diversidad en sus efectos; pero se debe tener presente que quanto mas activo sea tanto mas pronto se consumirá la bala; y quanto mas flojo tanta menos luz producirá. Los mistos mas usuales son los hechos: 1.º de 4 partes de pólvora, 5 de salitre,  $3\frac{1}{2}$  de azufre  $\frac{1}{4}$  de pez griega: todos estos ingredientes se muelen y mezclan: despues se amasan y reducen á pasta con iguales partes de espíritu de vino en que se haya disuelto alcanfor y de aceite petreolo, de trementina ó de enebro. Formadas las bolas del diá-

metro que se quiera, se les abren varios taladros en los cuales se pone un poquito de mercurio y despues se cierran. 2.<sup>a</sup> De 6 libras de azufre, 6 de pólvora, 12 de salitre,  $1\frac{1}{2}$  de alcanfor,  $1\frac{1}{2}$  de pez griega, 3 de aceite de petreolo,  $1\frac{1}{2}$  de sal de amoniac,  $\frac{3}{4}$  de mercurio, 6 onzas de goma arábiga y un cuartillo de espíritu de vino. Se disuelve el alcanfor en el espíritu de vino y la goma en agua, se mezclan las dos disoluciones y con ellas y el aceite se humedece y amasa el misto hecho de los otros ingredientes: el mercurio se usa como en la composicion primera. 3.<sup>a</sup> Liquédese en una vasija de barro á fuego lento libra y media de azufre y  $\frac{1}{4}$  de sebo, échense despues 8 onzas de salitre, 2 de alumbre y media de antimonio todo bien molido: se debe tener cuidado de que el azufre no esté muy caliente, y de remover el misto sin intermision porque el alumbre levanta un fuerte hervor. Todo bien mezclado échense 8 onzas de pólvora en grano, y vuélvase á remover el misto con una espátula hasta que todo esté bien incorporado: entonces viértase la composicion en moldes de madera untados con sebo, y que sean de la magnitud que se quiere tengan las balas. En los moldes debe haber dos aberturas proporcionadas para introducir, cuando el misto está aun caliente, dos punzones de madera, para cebarlas en los agujeros que degen despues de estraidos. Si no se usa de esta precaucion será preciso abrir los taladros con hierros calientes.

146. Tambien se igualan los diámetros de las balas de iluminacion con estopas bañadas en el misto de las camisas embreadas. Cuando se hayan de arrojarse con cañon ú obus se usarán cargas muy pequeñas, y no se pondrá ningun taco.

147. Los mistos propios para las balas de iluminación lo son igualmente para las bombas y carcasas: su luz es mas clara y aun mas activo el fuego de las dos primeras composiciones. Daríamos en este lugar la descripción de los moldes para hacer granadas de carton para los obuses; pero como no se abrieron estas láminas lo suspenderemos hasta que aquello se verifique.

*Sacos y barriles de pólvora.*

148. Ninguna arma ni artificio hay tan útil en la defensa de una plaza ó puesto para sostener y rechazar los asaltos é impedir los ataques inmediatos, como los sacos de pólvora, que arrojándose con facilidad entre las tropas enemigas las maltratan y consternan por sus efectos. Son de dos especies; de mano y para mortero: los primeros se hacen de cartuchos de lienzo basto y tupido, capaces de cuatro á cinco libras de pólvora y cosidos por los lados: se ata fuertemente un extremo, y se da vuelta al saco para que la costura y atado queden por dentro; se echa la pólvora en lechos que se atacan con rodillos de un diámetro proporcionado: y en fin se introduce una espoleta con la cabeza hácia dentro contra la cual se ata fuertemente el saco. Despues de cargado se sumerge en el misto de las camisas embreadas, para precaver que se incendie hasta consumirse la espoleta.

149. Los sacos para morteros tienen 10 pulgadas de diámetro y 22 ó 23 de largo. Para cargarlos se pone en el fondo una granada de 7 pulgadas, que sirve de culote ó lastre para que caigan por esta parte, y se llenan de pólvora igualmente que

los de mano hasta la altura de 15 pulgadas: entonces se atan contra una espoleta de á 12 pulgadas con la cabeza hácia dentro para que no se afloje y salte, y se sumerjen en la citada composicion. Despues de estar frio el baño de brea que saquen, se introducen en otros sacos mayores que igualmente se embrean, y seguidamente se sumergen en agua fria. En su uso se ha de tener la precaucion de no arrojarlos á grandes distancias porque la pólvora necesaria para ello rompería el saco, é inflamaria la que contiene. Tambien se debe cuidar de echar tierra sobre la pólvora con que se cargue el mortero, cebarle bien y darle fuego por medio de un estopin que vaya desde la espoleta al fogon. Estos sacos se hacen rodar á los fosos, ó por la brecha por medio de canales de madera hechas á este fin.

150. Los barriles de pólvora no son otra cosa que los mismos barriles en que se empaca esta municion, capaces de uno ó dos quintales; que se fortalecen con mas cuidado, se embrean y despues de llenos de pólvora, se les pone una espoleta en cada fondo: encendidas estas se hacen rodar por la esplanada contra las cabezas de las zapas; ó por las brechas en caso de asalto.

151. Los barriles vacíos de pólvora ú otros mayores se destinan tambien en la defensa de las plazas para hacer barriles incendiarios y fulminantes. Para los primeros se cargan de virutas de carpintero, cocidas en el misto de las camisas embreadas, y colocadas por lechos cuando estén medio frias: sobre cada lecho se echa polverin, para que se propague mejor el fuego. Los fondos se embrean y en cada uno se pone una espoleta; y en las duelas se abren muchos orificios para dar salida al fuego. Los

barriles fulminantes se diferencian en tener dos ó tres granadas en cada lecho de virutas para impedir que los apaguen. El objeto de estos barriles es el mismo que el de los sacos de pólvora.

*Camisas y faginas embreadas y hachas de contraviento.*

152. Las camisas embreadas tienen mucho uso en la guerra para incendiar las obras enemigas aplicándolas á ellas y dándoles fuego. Se pueden hacer de diversas especies; pero para todas es necesario preparar unos pedazos de lienzo basto y poco tupido cociéndolos en una composicion hecha de 18 libras de brea, 9 de resina, 4 de sebo, una de aceite de linaza y otra de aceite de trementina; teniendo cuidado de que no esté muy caliente porque no se queme el lienzo.

153. Supuesto que estén preparados los lienzos, véanse dos modos de hacer las camisas: 1.º se tendrá una especie de tridentes de hierro, compuestos de una barra de 9 líneas de ancho, 2 de grueso y  $2\frac{1}{2}$  pies de largo, á la que estén unidas otras tres de un pie de largo, dos á los extremos y una en medio, y á continuacion de esta al lado opuesto un gancho para fijar la camisa: se pondrá uno sobre dos pedazos de lienzo embreado de dos pies y ocho pulgadas poco mas ó menos de ancho, y tres pies de largo: de modo que la barra principal caiga al extremo de los lienzos, y con alambre recocado se fijará á ellos: contra las tres barretas se enlazan otros tantos lanzafuegos, é igual número á continuacion de ellos, y cuatro pulgadas distantes por sus extremos para poder doblar la camisa: despues se guardará el lienzo por junto á las orillas, y por entre los lanzafuegos con seis ú ocho mechas de estopin

sujetándolas con alambre: se pólvoreará todo con iguales partes de polvorin y azufre, y se cubrirá esta alma de la camisa con otros dos pedazos de lienzo de igual magnitud que los de la cubierta de abajo: se coserán unos á otros por las orillas con bramante, dejando un hueco por donde se pueda introducir un pedazo de lanzafuego para incendiar la camisa: y en fin se afirmarán las cubiertas entre sí y al tridente con varias ligaduras de alambre. Terminadas las camisas se doblarán por medio para poderlas poner en cajones proporcionados. El otro modo se reduce á hacer unos marcos de pino seco de  $1\frac{1}{2}$  pies de largo y uno de ancho, ponerles por una parte una red de alambre, y sobre esta se afirman varios pedazos de lanzafuegos y mechas de estopin, de modo que queden dentro del marco: este se cubre por una y otra parte con dos pedazos de lienzo embreado. A uno de los lados del marco se fija un gancho para poder aplicar la camisa; y al opuesto un agujero por donde se pueda introducir un pedazo de lanzafuego para incendiarla. Será conveniente que el marco sea de pino teoso, y ademas haya cocido con el lienzo en la brea. Cuando se hayan de usar las camisas embreadas se tendrá cuidado de romper el lienzo por varios parages con un cuchillo para que no se ahogue el fuego, ó fulmine la camisa si lleva muchos estopines.

154. Las faginas embreadas se reducen á unos manojos ó haces de sarmientos ó ramas delgadas y secas, que hayan cocido 8 ó 9 minutos en la composición prescrita para las camisas ú otra equivalente: su uso es iluminar los trabajos é incendiar como las camisas. Para que ardan brevemente se pólvorearán con polvorin cuando estén medio frias; y

cuando se hayan de usar se les pondrá en medio un lanzafuego con varios cortes en su vaina.

155. Las hachas de contraviento que sirven para incendiar los pasos del toso, y aclarar los trabajos que no se hacen á vista del enemigo y las marchas se hacen: liquidando en una caldera cantidad de resina, y cociendo en ella por algunos minutos pedazos de sogá de esparto, ó cuerdas viejas de cáñamo de 5 pies de largo: despues sobre una mesa mojada y untándose las manos con aceite, se forman las hachas semejantes á las de viento: y se bañan en una composición hecha de cuatro partes de brea, otras tantas de resina, una de sebo y otra de aceite. Si se quiere que las hachas no se apaguen con agua, hiérvanse las cuerdas en agua cargada de salitre, fórmense de ellas las hachas y cúbranse con un misto hecho de polvorin y azufre amasado con aguardiente alcanforado.

156. Para aclarar las marchas por las noches, pasar los puentes y desfiladeros se suelen usar antorchas ó hachas de iluminacion á prueba de los temporales. Para hacerlas tómense cuatro torcidas gruesas de algodón de cuatro pies de largo, despues de haberlas tenido en una infusión caliente de agua cargada de salitre: acomódense en ranuras abiertas en espiral al rédedor de un cilindro de pino seco y teoso de una pulgada de grueso: cúbranse de una pasta hecha de polvorin, azufre y aguardiente: y cuando estén enjutas se bañarán hasta hacerlas semejante á una hacha de cera, con una composición hecha de dos libras de cera, dos de resina, doce onzas de azufre, seis de alcanfor y cuatro de trementina; todo liquido á un fuego lento. Si se quiere que parezcan de cera se les dará un baño con sola cera blanca.

## Número IV.

*De los cohetes.*

157. El cohete es un fuego artificial de los mas ingeniosos, y de mucho uso en los fuegos de festividades, en los cuales por la variedad de que son capaces y por su buena vista hacen el mejor ornamento. Mas como al mismo tiempo sean muy útiles, y aun precisos en la guerra para hacer señales de noche, por la propiedad de elevarse á grandes alturas, de modo que son vistos desde muy lejos, y mas por ser particular del fuego producido por la pólvora percibirse á distancias que se ocultan los demas; nos es preciso dar noticia individual de su fábrica, no obstante de ser la mas prolija y delicada de los artificios militares y de fiestas.

158. Todo cohete viene á ser un tubo cilindrico lleno de misto inflamable, semejante á los de las espoletas de bombas, que tiene en uno de sus extremos un orificio que es base de una ánima en figura de cono truncado situada en el ege del misto, que es por donde este se incendia y sale el fuego producido con violencia, haciendo retroceder al cilindro: de consiguiente puesto este en una situacion vertical y obligándole á permanecer en ella por medio de un contrapeso, se egercerá la fuerza de reaccion hácia arriba, y el cohete subirá hasta que el misto se consuma ó sea su fuerza menor que el peso del cohete. Las partes principales de este son, pues, el tubo cilindrico y el contrapeso llamado vara; pero para su mejor vista y para ser mas notado en las señales, se le añade en la parte superior del tubo una

especie de caja, conocida por *cabeza del cohete* llena de uno ó mas truenos, estrella ú otros artificios: la cual se incendia cuando consumido el misto del tubo está el cohete en su mayor altura.

159. El tubo del cohete ó su cartucho puede ser de madera, lata, caña ó carton: los de madera son muy pesados, costosos y pueden hacer daño á su caída: los de lata son buenos pero se abren por la soldadura: los de caña que eran los unicamente usados en España, mientras no se prohibieron los fuegos artificiales, y que cargaban nuestros coheteros con mucho acierto, tienen la contra de que no teniendo las cañas unos gruesos fijos, y debiendo variar el misto con que se carguen los cartuchos segun el grueso de ellos, no se pueden dar reglas fijas para la construcción de los cohetes de esta especie, que solo se pueden cargar con acierto por la práctica. Por otra parte como no siempre se encuentran cañas apropiadas ha parecido mas conveniente preferir los de carton, género que se puede tener en todas partes, y con que se puede dar á los cartuchos dimensiones fijas y determinadas. Asi vamos á tratar y especificar la fábrica de estos cohetes siguiendo á Perrinet de Orval, que es el autor que ha escrito con mas claridad sobre esta materia en su cartilla del cohetero, ó *Manuel de l'artificier*.

#### *De los moldes.*

160. El molde sirve para sostener el cartucho cuando se carga, y para reglar la altura del macizo: su figura es semejante á la de un chifle: está taladrado por todo su largo, y en el hueco se acomoda el cartucho que debe ser muy igual y redondo. Comúnmente se hace de box ú otra madera recia.

161. La altura de los moldes debe disminuir respecto á sus diámetros, segun sean estos mayores: y es la causa que no aumentándose la fuerza de la materia inflamada en la misma razon que el diámetro de los cohetes, no podria elevar uno grueso si retuviese á proporcion el propio largo que uno pequeño.

162. El molde se asienta sobre una base cilíndrica de la propia materia que él llamada *culote*: su altura ha de ser igual á un diámetro exterior del molde y su diámetro á un diámetro y cuarto. En medio del *culote* se eleva una aguja de hierro, que aunque es una sola pieza se compone de cuatro partes que se distinguen por sus formas y nombres: una es la *espiga* que se oculta en el *culote* en donde se fija solidamente: la segunda es el *cilindro* cuyo diámetro es igual al anterior del molde y su altura igual á su diámetro: la tercera es la *semiesfera* cuyo diámetro es de las dos terceras partes del interior del molde: esta *semiesfera* se introduce en el cuello del cartucho cuando se carga, y le hace conservar su figura: en fin la cuarta es la *aguja* que sirve para proporcionar un hueco en lo interior del cohete, que se llama *ánima*; y es la que hace subir al cohete; porque presenta al fuego una superficie mayor de materia inflamable, que reduciéndose á un fluido elástico hace, dice el abate Nollet, el oficio de un muelle que se egerce por una parte contra el cuerpo del cohete, y por la otra contra un volumen de aire que no cede tan pronto como se le choca.

163. La tabla siguiente manifiesta las proporciones que deben guardarse entre el diámetro y la altura del molde; y entre su altura y la longitud de la aguja cuya diferencia es la del macizo: la es-

perencia ha hecho conocer que se debe disminuir su altura aumentando la de la aguja, a proporcion que los cohetes sean mas gruesos.

Tabla de las dimensiones de los moldes de cohetes.

Diámetro interior de los moldes.	Altura de los moldes.	Altura de los cilindros.	Altura de las semiesf.	Altura de las agujas.	Altura de los macizos.
Líneas.	Diámetro del molde.	Diámetro del molde.	Diámetro del molde.	Diámetro del molde.	Diámetro del molde.
8	7	1	$\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$
10	$6\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
12	$6\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	1
15	$6\frac{1}{4}$	1	$\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	1
18	6	1	$\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$
21	$5\frac{3}{4}$	1	$\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	1
24	$5\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	3	1
30	$5\frac{1}{4}$	1	$\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	$0\frac{3}{4}$
36	5	1	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	0

164. Si no se guardase esta progresion espuesta en la tabla, y se diese una altura media al macizo de los cohetes de diferentes gruesos, los pequeños arrojarian sus cabezas ó guarniciones antes de terminar su vuelo; y los grandes no la arrojarian hasta el tiempo de caer, respecto á que su macizo es de mas diámetro y de un misto menos activo, por lo que tardaria mas en consumirse.

165. Los cohetes pequeños de cinco líneas de diámetro exterior ó menos no necesitan de ánima para volar, basta atarles una vara; si se taladran

suben tan rapidamente que se tiene trabajo en seguirlos con la vista. El molde con todas sus piezas para cargar cohetes se manifiesta en la figura 9.<sup>a</sup> de la lámina II. A es el culote del molde; B el molde; C cartucho del cohete; X seccion por donde se dividen el culote y el molde; Z clavijas que aseguran las dos mitades del molde, y estas al culote; abc aro de hierro que ajusta las dos mitades del molde. La figura 10 es el perfil de la anterior y en ellas AE indica el diámetro inferior del molde, ó bien de la parte cilindrica del que encaja en el culote; AB alturas de este cilindro; AC altura del molde; CD diámetro superior del molde; FG diámetro del ánima del molde; GH longitud del ánima; Y agugeros por donde atraviesan las clavijas Z para asegurar las dos mitades del molde y estas al culote. Ultimamente la figura 11. representa el culote y aguja para un molde en la que MJ es el diámetro inferior del culote; GK su altura; KL su diámetro superior; XZ diámetro de la caja donde entra el molde igual á AE; ZK igual AB; ON espiga de la aguja que se introduce en el culote; ON su longitud; PQRS cilindro de la aguja; PQ su altura; QR su diámetro; T semiesfera de la aguja; TV longitud de la aguja.

Posteriormente se ha inventado una aguja para cargar á la mano y sin molde de la que daremos su descripcion cuando se abra la lámina.

*De los cartuchos.*

166. Los cartuchos se forman arrollando el carton sobre una baqueta que ha de ser tersa, igual y sin mango: su grueso debe ser de los dos tercios del diámetro interior del molde: de modo que el es-

pesor del cartucho resulte de un sexto del mismo diámetro, ó de un cuarto del de la baqueta, que se llama *baqueta de arrollar*.

167. El carton se debe encolar ó engrudar enteramente, menos la primera vuelta que rodea la baqueta. Se cuidará de que esta no se unte de cola y en este caso darla con jabon para que no se pegue; la última vuelta del carton se mojará en agua antes de encolarla para que pierda su elasticidad, que haria desarrollar el cartucho despues de formado.

168. Los cartuchos de los cohetes pequeños de cuatro á seis líneas de diámetro exterior se hacen de naipes: estos se mojan en agua y se usan á medio secar, porque así son mas flexibles, y se arrollan mejor: se principia envolviendo un naípe; se añade otro; y se termina el cartucho con dos vueltas de papel bazo encolando la última.

169. Antes que los cartuchos se acaben de secar es necesario darles garrote porque sinó costaria mucho trabajo esta operacion y saldria mal. Se principia por recortar uno de sus extremos con tingeras, introduciéndoles la baqueta de arrollar con el fin de quitar las desigualdades del extremo que se ha de agarrotar, para que las orillas de esta parte, que debe formar la figura de una gorra, queden iguales.

170. Para agarrotarlos se ata un hilo bramante ó otro mas grueso, segun el diámetro del cartucho, por uno de sus extremos á una argolla ó escarpia fija, y por el otro extremo se afirma en la cintura ó en un palo, para que introducido este entre los muslos sostenga el cuerpo cuando se haga fuerza para agarrotar: en esta disposicion y teniendo tensa la cuerda se pone el cartucho encima de ella y tomando la parte de la cuerda que esté entre sí y el car-

tucho se le dan dos vueltas por encima de la parte que se quiere agarrotar, que es á la distancia de medio diámetro exterior de uno de sus extremos : se introduce el extremo de una baqueta en este medio diámetro, y supuesto que permanezca la otra de arrollar introducida por el otro extremo, se oprime la cuerda por entre las cabezas de las baquetas echando hácia tras el cuerpo, y girando el cartucho repetidas veces para redondear el parage agarrotado, hasta tanto que solo quede por la parte interior un agujero por donde pueda pasar dificilmente la aguja : entonces estará suficientemente agarrotado.

171. Se debe tener la precaucion de untar la cuerda con jabon para que el cartucho no se pegue á ella y se rompa ; respecto á estar húmedo cuando se agarrota.

172. En habiendo un cierto número de cartuchos agarrotados es necesario ligarlos, por temor de que se ensanche el garrote : lo que se egecuta echando en aquel parage tres lazadas con un bramante, y oprimiendo cada una de por sí, lo que se llama el *nudo del cohetero*.

*Composiciones para cargar los cohetes.*

173. En la tabla siguiente se esponen las composiciones mas diferentes que hay para que sus fuegos tengan entre sí la mayor variedad : el de la segunda que es muy claro, hace un contraste bastante notable con el de la quinta que es muy rojo. Los cohetes de 11 y 10 líneas se cargan mezclando 4 onzas de carbon con una libra de polvorin : para los de 9 hasta 7 líneas se mezclan solamente 3 onzas de carbon : y 2 onzas para los mas pequeños. Observan-

do esta proporcion se pueden cargar estos cohetes con las mismas composiciones que se van á espresar para los mayores.

*Tabla de las especies y cantidades de ingredientes que entran en varias composiciones de mistos para cargar cohetes.*

Nombres de los fuegos.	Ingredien- tes.	Para	Para	Para
		cartuch. de 12 á 16 lin.	cartuch. de 18 á 26 lin.	cartuch. de 24 á 36 lin.
		Lib.onz.	Lib.onz.	Lib.onz.
Fuego rojo chi- nesco-----	Salitre-----	1 0	1 0	1 0
	Azufre-----	0 3	0 3½	0 4
	Carbon-----	0 4	0 5	0 6
	Arena fina.	0 7	0 7½	0 8
Fuego blanco chi- nesco-----	Salitre-----	1 0	1 0	1 0
	Pólvora---	0 12	0 11½	0 11
	Azufre-----	0 7½	0 8	0 8 ½
Fuego antiguo---	Arena fina.	0 11	0 11½	0 12
	Salitre-----	1 0	1 0	1 0
	Carbon-----	0 5	0 6	0 7
Fuego comun---	Azufre-----	0 2	0 3	0 4
	Pólvora---	1 0	1 0	1 0
	Carbon-----	0 5½	0 6½	0 7½
Fuego moderno---	Salitre-----	1 0	1 0	1 0
	Carbon-----	0 5	0 6	0 7

174. Despues de pesados exactamente los ingredientes se mezclan con las manos, y se pasan tres

veces por un tamiz muy claro de cerda: y entonces el misto estará en disposición de usarse.

175. Cuando un misto es muy vivo hace reventar los cartuchos; y cuando el macizo es pequeño ó está mal cubierto del carton que se plega encima, salta el macizo porque no puede resistir el esfuerzo del fuego, y el cohete se termina al principio de su vuelo.

176. Las composiciones de los cohetes deben emplearse muy secas para su mejor efecto y para conservarlos en buen estado: pues si se humedeciesen al secarse se abrirían grietas que harían reventar al principio de su vuelo los cohetes: exceptúase el fuego chinesco en el que se debe mojar un poco la arena que entra en él para que se le pegue el azufre.

*Método de cargar los cohetes.*

177. Para cargar los cohetes son necesarios varios útiles: 1.º Una cuchara de lata con su mango de madera cuyo diámetro sea igual al interior del cartucho, y que pueda contener otro tanto misto cuanto sea necesario para llenar la altura de medio diámetro despues de atacado. 2.º Tres baquetas huecas para los cohetes medianos, y cuatro para los grandes: sus huecos deben ser tales que entre toda la aguja en el de la mayor, hasta dos tercios en la segunda y hasta un tercio en la tercera: el grueso de todas debe ser algo menor que el de la baqueta de arrollar para que se puedan introducir y retirar con facilidad. 3.º Una baqueta sólida muy corta y del mismo diámetro llamada *macizo*, porque sirve para atacar la parte del misto escedente á la aguja. 4.º Una baqueta que sirve para plegar el carton so-

bre el mazo; y como deba coger y oprimir la parte dõblegada del cartucho que vienẽ á ser la mitad de su espesor, serã su diãmetro de  $1\frac{1}{2}$  del interior del molde. 5.º Un mazo de madera dura: suponiẽdole de box serã el diãmetro de su cilindro de  $2\frac{1}{2}$  diãmetros del molde, su longitud de  $3\frac{1}{2}$  diãmetros y la de su mango de 5 diãmetros, sin comprender la espiga.

178. Despues de recortados los cartuchos y reducidos á la longitud del molde, se estrega la aguja con jabon para que pueda entrar mas facilmente en el orificio del garrote, que debe ser mas pequeño que la parte mas gruesa de ella, para que entrando con opresion le dege bien redondo. El cuello que forma el garrote se iguala con cuerda para sostener el cartucho, que aplastarian los golpes del mazo y romperian por aquella parte; pues no obstante esta precaucion sucederã asi, si se ataca el misto con mas fuerza que es menester.

179. Introducido el cartucho en la aguja, y cubierto, si se quiere, del molde, pues se puede muy bien escusar el molde, quando el cartucho tiene el espesor prescrito, se coloca el culote sobre un tajo bien igual y sólido: se introduce la baqueta mayor, y se dan encima diez ó doce golpes para unir el fondo y aplanar los pliegues del garrote. Se echa despues una cucharada de misto; se vuelve á introducir suavemente la baqueta, que se apoya con firmeza sobre el misto, y se dan encima algunos golpes pequeños para asentarlos; y seguidamente 40 golpes iguales para cargar los de 18 lineas: se saca la baqueta y se hace salir el misto que haya entrado en su hueco sacudiẽdola contra otra; sin cuya precaucion se henderia á la carga siguiente: se conoce quando estã vacia por el sonido diferente.

180. Igualmente se prosigue cargando el cohete con las demas baquetas, con la diferencia de disminuir de cinco el número de golpes con que se ataca cada carga á cada baqueta menor que se use: siendo la razon que aumentándose el espesor del misto á proporcion que se disminuye el diámetro de la aguja, presenta al fuego menos superficie, y tiene menos necesidad de ser atacado.

181. Cuando el cohete tenga mas de 18 líneas de diámetro se aumentará el número de los golpes á proporcion; de modo que se den 50 sobre la primera baqueta del mayor, y 25 sobre la de los menores.

182. Todo cohete se debe llenar con doce ó trece cargas; de las cuales 9 ó 10 cubrirán la aguja y 2 ó 3 el macizo. En estando este á nivel del molde se cubrirá con un tapon de papel carrujado, sobre el cual se darán hasta doce golpes: despues con un punzon cuya punta sea algo roma, se despliega y redobla el carton que haya quedado vacío sobre el macizo, que será de un diámetro de altura, hasta la mitad del grueso del cartucho, y plegado sobre el tapon se pone encima la baqueta de que se dio noticia §. 177, y se dan sobre ella hasta 20 golpes. En seguida con un punzon de tope, se taladra el carton redoblado por dos ó tres partes, golpeando encima con el mazo; el tope sirve para estorbar que la punta penetre demasiado, porque se debilitaria el macizo y comunicaria muy pronto el fuego á la cabeza.

183. Despues de esta operacion se estraerá el cartucho; se le quita la cuerda que igualaba su cuello; y se recorta la parte del que escede al carton redoblado. Si los cohetes se han de guardar, será

preciso cubrirlos por uno y otro extremo con papel encolado.

*De la cabeza del cohete.*

184. Para la cabeza de los cohetes se necesita un cartucho de dos diferentes diámetros, y hecho del mismo carton que el del cohete: el molde para formarle aunque de una sola pieza, tiene por consiguiente dos partes cilindricas de distintos diámetros: el de la mayor será de  $\frac{7}{8}$  del diámetro interior del molde del cohete, y esta parte tendrá tres diámetros de altura: y el de la otra parte sobre la cual se agarrota el carton  $\frac{7}{8}$  de dicho diámetro, y su altura será de dos semejantes diámetros. Estos cartuchos deben componerse de solas dos ó tres vueltas de cartón segun su magnitud.

185. El carton para hacer estos cartuchos debe arrollarse sobre el cilindro mas grueso, y despues se le dará un garrote por el ángulo que une las dos partes del molde; y estraído este se recorta bien igualmente el carton por la parte del cilindro pequeño, dejándole la longitud correspondiente para atarle sólidamente sobre el cohete. A este fin se moja para hacerlo flexible, y despues de haberlo ajustado y atado al cohete por la parte del macizo, se encola encima una faja de papel bazo.

186. Para guarnecer la cabeza se principia por echar en este cartucho un poco de polvorin, que golpeando el cohete se hace penetrar por los taladros que habrá abierto el punzon: despues se écha una cucharada del mismo misto con que se ha cargado el cohete, y colocan encima los truenos, cohetes errantes, estrellas, &c. cuidando de cargar la cabeza de

modo que á lo mas pese tanto como el cohete, pues de lo contrario subiria muy poco este y volaria formando un semicírculo. Entre los intersticios de los cohetes errantes ó estrellas se pondrán algunos pedazos de papel carrujado para impedir que se golpéen; y se cierra el cartucho con un círculo de papel encolado, al que se le dan varios cortes por la circunferencia para que no forme pliegues.

187. Preparada así la cabeza del cohete se cubre con un caperuz ó montera de la figura de un cono, que se hace de un solo grueso de carton. Para darle las dimensiones correspondientes se señala y corta un círculo de carton, cuyo diámetro sea  $\frac{4}{5}$  de el del cartucho: se divide por medio y cada mitad da para hacer un caperuz. Para ello se moja el carton y se pega cada semicírculo por su diámetro, haciendo que cada mitad de este solape un poco sobre la otra mitad; y ahuecándolo por dentro se le hace tomar la figura de un cono. En estando enjuto se le hacen varios cortes por la circunferencia para que se acomode mejor sobre el cartucho de la cabeza, contra la cual se debe encolar y fortalecer la union con una faja de papel bazo, encolado por una y otra parte.

188. Se ceba despues el cohete con un pedazo de estopin doble de un grueso proporcionado, que se hace entrar en el hueco que ha dejado la aguja hasta la altura de un diámetro del cohete; y se encola en el cuello con el cebo que es un poco de lodillo: no se pone mucho cebo porque podria hacer reventar al cohete. En fin este se termina encolando un pedazo de papel sobre el cuello, para precaverle de la humedad y de que se incendie al disparar otros.

189. Muchos coheteros no ponen cartucho para la cabeza del cohete; sino arrollan y pegan encima un cuadrado de papel, que sobresale del cohete la altura de la guarnicion que le quieren poner, y dentro de él se acomodan los truenos, estrellas, &c. con su correspondiente cebo; y se ata por encima el papel. Estos cohetes suben mas altos porque pesan menos; pero son menos vistosos. No obstante como sean mas fáciles de guarnecer y suficientes para señales, parece se deben usar con preferencia á los otros.

*De las varas y del caballete.*

190. Las varas que se atan á los cohetes sirven para mantenerlos derechos, balanceando su peso contra el cual obra el fuego por uno de sus extremos, que debe mirar siempre hácia abajo, cuya situacion tiran ellas á conservar. La madera mas ligera es la mas propia para hacer varas: las de los cohetes de 18 líneas arriba deben ser de pino labrado: para los de inferior calibre son suficientes varas las de mimbre, sauce, álamo, &c. Las varas deben tener al menos ocho veces el largo del molde, y su grueso en cuadro por uno de los extremos ha de ser de un medio diámetro del molde, desde este extremo á que se ata el cohete debe ir en disminucion hasta el otro, que tendrá de cuadratura  $\frac{1}{2}$  del mismo diámetro.

191. Quanto mas largas sean las varas mas derechamente suben los cohetes: así nunca serán excesivamente largas con tal que sus cabezas no escendan del grueso espesado, y se mantengan en equilibrio á una cierta distancia despues de atadas á los cohetes. Esta distancia se arregla por el diámetro exterior del cohete: para los de 12 líneas abajo de-

de ser de  $2\frac{1}{2}$  diámetros; para los de mayor calibre hasta de dos pulgadas, 2 diámetros; y desde estos hasta los de 3 pulgadas  $1\frac{1}{2}$  diámetros. Segun estas proporciones la vara de un cohete de una pulgada de diámetro debe mantenerse en equilibrio, puesta sobre el filo de un cuchillo, á  $2\frac{1}{2}$  diámetros del cuello del cohete: si es muy ligera será necesario mudarla; pero si le falta poco bastará atarla mas abajo: si es muy pesada es necesario aligerarla, ó disminuyendo su longitud si esta es mayor de lo que se ha prefijado, ó adelgazándola.

192. Para atar las varas de pino se les hace una concavidad para que se ajusten mejor al cohete: El extremo mas grueso se debe cortar oblicuamente para que oponga menos resistencia al aire.

193. Acomodado el cohete sobre la cavidad hecha en la cabeza de la vara, quedando esta y la ligadura mas alta fuera de la cabeza del cohete, se ata en dos parages diferentes con el nudo del cohete §. 172; 1.º por debajo del corte oblicuo del extremo de la vara, y despues por el cuello del cohete: para que las ataduras queden firmes se hacen en las varas dos muescas ó ranuras á fin que se introduzcan en ellas.

194. Con el fin de evitar los accidentes ocasionados por la caída de varas muy gruesas, se ha inventado en Inglaterra hacerlas artificiales, componiéndolas de una especie de cohetes errantes hechos con naipes. Se disponen ajustándolos unos á otros, pegándolos con cola fuerte, y cubriéndolos con fajas de papel engrudado: de modo que formen un cilindro sólido. Cada uno de estos cohetes errantes contiene entre dos ligaduras la cantidad precisa de pólvora para reventarlos; y un estopin que se inflama



en la cabeza del cohete comunica el fuego á estos artificios cebados con otro estopin cada uno; de suerte que al momento que el cohete arroja su cabeza, se deshace la vara dando muchos truenos. La figura 12 de la lámina II. representa un cohete con su guarnicion caperuz y vara en disposicion de poder usarlo: AEFD es el cartucho ó cohete; BGHC guarnicion ó cabeza del cohete; GLH caperuz; JK vara ó caña; M ligadura con que se asegura el cohete por su cuello á la vara; N ligadura superior que tiene el mismo objeto. Las demas figuras de esta lámina representan los útiles necesarios para cargar y guarnecer un cohete: A molde para hacer la cabeza ó guarnicion del cohete; B cabeza del cohete; C cohete con tres taladros; M el macizo para que en ellos entren las mechas de cebo de los artificios que se pongan en la cabeza ó guarnicion; D aguja ó punzon delgado y corto con que se hacen dichos taladros; E cuchara con que se echa el misto en la vaina del cohete cuando se carga; F mazo de cargar cohetes; G primera baqueta; H segunda; Y tercera; K baqueta para atacar la parte del macizo; L baqueta para plegar el carton sobre el macizo. En la figura 1.<sup>a</sup> de la lámina III está representado un cohete de 36 líneas de diámetro empezando su trayectoria; AEFD es el cartucho ó cohete; BGHC guarnicion ó cabeza de él; GLH caperuz; JK vara ó caña; M ligadura con que se asegura el cohete por su cuello á la vara; N ligadura superior que tiene el mismo objeto; O fuego.

195. El caballete puede tener varias figuras y ser de distintas formas; pero el mas acomodado para tirar cohetes para señales viene á ser una percha de madera armada por un extremo de un hierro



puntiagudo para clavarla en tierra, y en la cual se pone por dentro á la altura que se quiere una barena un poco larga, sobre la cual se tira el cohete. Esta percha está representada en la figura 4.<sup>a</sup> de la lámina III cuyas partes son: AB y DF teleras que cruzándose por su mitad en ángulo recto forman la base de la percha; AB su ancho; AC su altura; DF su longitud; HY pie derecho; G estribos que aseguran este pie derecho; KL telera fija en el pie derecho HY á cinco pulgadas de su extremo superior; M bolillos ó perchas fijas perpendicularmente á la telera KL; NO telera fija al pie derecho HY á un pie y siete pulgadas debajo de la KL; P cortaduras circulares donde se coloca la vara del cohete, Q colgado de las perchas M.

*De los cohetes errantes, lluvia de fuego, &c. para guardar ó necer las cabezas de los cohetes.*

196. Los cohetes errantes (A figura 2.<sup>a</sup> lámina III) se hacen de naipes; los compuestos de una carta deben tener tres líneas de diámetro; los de dos cartas tres y media; y cuatro los de tres cartas: si se quieren mayores se harán de carton. Los de tres líneas se cargan en una especie de caja mas alta que ellos del modo siguiente.

197. Estando los cartuchos atados por un extremo se colocan derechos en la caja otros tantos como puedan caber: se entra en cada uno un taco pequeño de papel, para tapar el agujero que pueda haber dejado la atadura, y encima se echa una cantidad de pólvora capaz de llenarlos hasta la mitad: sobre la pólvora se pone misto, y cuando están llenos se ataca con ocho golpes cada uno, dados con un mazo peque-

ño: se repite esta operacion hasta que oprimido el misto se queden solas quatro líneas vacías que se reservan para atarlos: se sacan de la caja, y atados se abre su cuello con un punzon proporcionado, y se ceban con estopines y lodillo.

198. Los cohetes errantes de dos y tres cartas se cargan sobre un culote, que tiene una aguja de la longitud de  $\frac{3}{4}$  del diámetro interior del cartucho, y de un tercio de este diámetro de grueso: se atacan con diez ó doce golpes cada carga, y cuando están llenos hasta la mitad, se pone encima pólvora, sobre ella un taco y después se ataca el cartucho.

199. Cuando se quiere que los cohetes errantes voltegeén mucho, se cargan sobre un culote, cuya aguja tenga  $3\frac{1}{2}$  diámetros de alto y un tercio de grueso.

200. Para la lluvia de fuego se hacen cartuchos de papel sobre una baqueta de hierro ó bronce de  $2\frac{1}{2}$  líneas de diámetro: uno de sus extremos se cierra plegando el papel sobre el extremo de la baqueta: se cargan despues con el misto que se espresará, y cuando estén llenos se ceban y cubren con lodillo.

201. Los truenos A figura 4.<sup>a</sup> se hacen de pólvora en grano encerrada en cartuchos de carton, cubiertos de una ó dos capas de hilo bramante encolado con cola fuerte: se les hace un taladro con un punzon por un extremo, y se ceban con estopines y lodillo.

202. Las estrellas se hacen de una pasta compuesta de una libra de salitre, media de azufre y un cuarteron de pólvora: despues de mezclados estos ingredientes se amasan con agua, y cuando tienen la consistencia de una pasta un poco sólida se



Tabla de tres mistos diferentes para cargar los artificios que guarnecen las cabezas de los cohetes: el primero llamado fuego chinesco; el segundo fuego antiguo; y el tercero fuego brillante.

Ingredien- tes.	Cohetes errantes.					Lluvia de fuego.
	Sin ánima de			con ánima.		
	<i>un</i>	<i>dos</i>	<i>tres</i>	<i>dos</i>	<i>tres</i>	
	<i>naip.</i>	<i>naip.</i>	<i>naip.</i>	<i>naip.</i>	<i>naip.</i>	
	lib.onz.	lib.onz.	lib.onz.	lib.onz.	lib.onz.	lib.onz.
1. <sup>a</sup>						
Salitre-----	0 12	1 0	1 0	1 0	1 0	0 0
Polvorin---	1 4	1 1	0 12	0 3	0 0	1 0
Azufre-----	0 2	0 3	0 3	0 3	0 3	0 2
Carbon-----	0 3	0 3	0 4	0 4	0 5	0 2
Arena-----	0 10	0 10	0 10	0 9	0 9	0 5
2. <sup>a</sup>						
Salitre-----	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	0 0
Polvorin---	1 2	0 14 $\frac{1}{2}$	0 10	0 3	0 3	1 0
Azufre-----	0 2	0 3	0 4	0 4	0 5	0 0
Carbon-----	0 4	0 4	0 4	0 4	0 5	0 2
3. <sup>a</sup>						
Polvorin---	1 0	1 0	1 0	0 0	0 0	1 0
Azufre-----	0 2	0 3	0 4	0 0	0 0	0 0
Limaduras.	0 4	0 5	0 5	0 0	0 0	0 4

205. Tal es el método propuesto por Orval para fabricar cohetes; pero quien apeteciese mas am-

plias noticias y variedades puede consultar el *tratado de fuegos de artificio* de Frezier, del que vamos á tomar algunas reglas por parecernos precisas para tratar completamente de esta materia.

206. El grueso de la aguja del culote debe ser por su base de  $\frac{1}{4}$  del diámetro del molde, y ha de terminarse en  $\frac{1}{8}$  del mismo diámetro. Hay coheteros que la dan  $\frac{1}{3}$  del diámetro del molde de espesor; pero esta práctica tiene el inconveniente de que es necesario disminuir la actividad del misto.

207. Es muy difícil que cargando el cohete no se suba el molde y salga del culote. Para precaver este inconveniente se hace pasar un hierro al través del molde y del cilindro del culote, con lo que se mantienen unidos mientras se carga el cohete: cuando lo esté se saca el hierro, y se estrae el cartucho por la parte inferior del molde.

208. „El método de abrir el ánima á los cohetes, dice Frezier, despues que están cargados, no es menos seguro ni cómodo que el de cargarlos con aguja: así he creído despues de haber experimentado uno y otro que debia proponer los dos. Por esta razon habiendo hablado estensamente del uno diré del otro, que se puede cargar un cohete sobre un culote sin aguja con una sola baqueta maciza, y taladrarle despues con un punzon y un villabarquin, observando siempre que el taladro tenga las proporciones expresadas para la aguja. Este método tiene de cómodo no solo que una baqueta sea suficiente para cargar un cohete, sinó que este se puede hacer tan corto como se quiera, y taladrarle mas ó menos, lo que no es inútil para hacer cohetes de segundo y tercer vuelo.“

209. Siendo necesario que el taladro que abra el

punzon pase directamente por enmedio del cohete; se usa á este fin de una máquina pequeña, en la cual se ajusta un paralelipipedo de madera, que se divide por medio, y en sus eges hay dos medias cañas del diámetro y longitud del cohete, en donde este se acomoda: y cerrado este prisma se ajusta en la máquina por medio de 4 roscas, dos á cada lado: de modo que el ege del prisma esté á continuacion del de un taladro, que se moverá con una manivela por entre dos teleras que fijan su posicion. La figura 5.<sup>a</sup> lámina III. hará mas comprensible esta máquina. AD y EF gualderas de la máquina; BD su longitud; BC su ancho; AB su grueso; JL teleras que con cuatro pulgadas de intermedio unen las gualderas; MO y NP mitades del molde del cohete; MN su ancho la mitad de la longitud de las teleras JL; NO su longitud; PQ su grueso; a clavijas que sugetan el molde del cohete á la máquina; GHY plancha de hierro curva que sugeta las gualderas por los estremos D y F, R pies de la máquina; ZXVTS taladro; TS aguja; XV rosca del taladro; YZ manubrio.

210. El punzon para taladrar el carton doblado sobre el cohete para que se comuniqué el fuego á la cabeza, debe ser de tope como ya se dijo; pero como deba penetrar en unos cohetes mas que en otros, convendrá que por toda su longitud tenga muchos agujeros consecutivos, para que introduciendo una clavijita proporcionada en el que esté á la distancia de la punta que se desée, no penetre mas.

211. El taladrar los cohetes despues de cargados es sin duda mas cómodo que usar de agujas, que tal vez impiden que se ataquen con entera igualdad; pero se debe cuidar de taladrarlos con

las precauciones necesarias para que aun cuando se incendie alguno en esta operacion no ocasionese desgracia.

212. Se debe tener presente que, igualmente que se dijo tratando de los mistos de espoletas y lanzafuegos, es necesario probar y experimentar las composiciones antes de cargar muchos cohetes: la diversa calidad de los ingredientes, lo mas molido de ellos, lo mejor triturado y batido influyen considerablemente en su actividad. Tambien es necesario tener mucho cuidado en que la vasija en que esté el misto no se estremezca con los golpes del mazo; pues en este caso el ingrediente mas pesado ganará el fondo: por esta razon sola se ven salir de un misto cohetes buenos y tan malos que se revientan. Asimismo se tendrá entendido que una composicion muy viva se corrige disminuyendo el grueso de la aguja ó taladro que ha de formar el ánima; y al contrario una muy lenta.

213. El método propuesto de hacer cohetes de carton sujetos á dimensiones precisas, era muy poco conocido en España aun antes de extinguirse los coheteros: estos los hacian siempre de canutos de caña fortalecidos con un entorchado de bramante embreado. Para formar el cuello empezaban á cargar los cohetes con arcilla hasta la altura de un diámetro, lo que llamaban *taco*: cargados los canutos macizos les abrian el ánima con un punzon, regularmente los cebaban con pólvora menuda y lodillo ó masa de pólvora. Mas como las cañas no suelen pasar de una pulgada de diámetro, cuando querian que los cohetes elevasen cabezas muy grandes y capaces de muchos artificios, armaban el cohete poniendo al rededor de una vara proporcionada de pino, 2, 3 y has-

ta 6 cohetes, que incendiados á un tiempo tenían suficiente fuerza para elevar las cabezas. Asimismo las varas que usaban para los cohetes simples, eran carrizos para los pequeños y cañas para los mayores: y ciertamente estas varas son preferentes á otras por ser mas derechas, largas y ligeras. No nos estenderemos en circunstanciar las composiciones de los mistos para cargar estos cohetes, que se elevan mucho y son mas fáciles de hacer, porque se pueden inferir de lo que dejamos espuesto y del diámetro de los canutos de caña.

Los Ingleses han usado á último de la guerra de 1808 unos cohetes incendiarios que han tomado el nombre de su autor Congreve, cuyo destino principal parece ser contra la caballería y aun se afirma que sirven para destruir ciertos puntos fortificados. No hemos visto ni su construcción ni su uso; y si las diligencias practicadas para tener noticias ciertas de ellos llegasen á tiempo, se incluirán en un apéndice.

## Número V.

*De los ingredientes, materiales é instrumentos necesarios para un laboratorio de mistos.*

214. Los principales ingredientes que entran en los artificios y á que estos deben su actividad, son los que entran en la composición de la pólvora y la misma pólvora: así escusariamos tratar de ellos habiéndolo ejecutado en el artículo I. Mas como estos ingredientes se miran bajo otro aspecto cuando se trata de emplearlos en artificios, daremos algunas noticias referentes á este punto de vista de ellos.

215. El salitre que se emplea en los fuegos artificiales debe ser de tercera cocion; es decir lo mas purificado que se pueda y hará mas efecto mientras mas seco y molido esté; asi se debe cerner por un tamiz de seda muy fino, aunque no tanto como el de la pólvora.

*Del azufre.*

216. El azufre que se use en los artificios ha de estar bien purificado como lo es el azufre sublimado ó flor de azufre é igualmente molido que el salitre, y pasado por tamiz. Mezclado con el salitre y carbon aumenta su fuerza hasta un cierto punto, y pasado este debilita las composiciones en que entra, y sirve para hacerlas arder lentamente y que su llama sea clara y luminosa. Es de notar que este aumento de fuerza que ocasiona el azufre no se verifica sino en cantidades cortas de misto, tanto en los cohetes como en la pólvora: artículo I. §. 43. En las composiciones de los cohetes se observa que tienen mas actividad con azufre las que sirven para los de 12 líneas abajo; y al contrario en los de mayor calibre, son mas fuertes los mistos hechos de salitre y carbon solamente, y tanto mas cuanto mayores sean los diámetros de los cohetes. Sea lo que quiera de lo que dice el autor sobre los efectos del azufre en los cohetes, debemos añadir que la esperiencia manifiesta que el azufre aumenta hasta un cierto punto la mezcla del salitre y carbon; pero una dosis mayor del 1.º la debilita y la hace arder lentamente bien que aumenta la claridad y resplandor de la llama;

cuyos efectos se deben compensar mediante la proporción del azufre con respecto á sus aplicaciones.

*Del carbon.*

217. Todo carbon hecho de vegetales es bueno para los artificios ; y solo se debe observar en su uso que como los de maderas duras pesan mas en igual volúmen, es necesario echar  $\frac{1}{3}$  menos cuando son de maderas tiernas que son las mas apropósito. El color del fuego que producen es casi igual si se exceptúa el de encima, cuyo fuego es algo mas rojo.

218. Las dosis de carbon y azufre que dan mayor actividad al salitre no son las mismas en los artificios que en la pólvora : deben ser menores en esta , respecto á que la trituracion que divide el carbon y el azufre en partes mas pequeñas que pueden estarlo en los artificios , multiplica en cierto modo estas materias multiplicando sus superficies. Asi la esperiencia ha manifestado, que en los mistos para cohetes y otros artificios, la mayor fuerza que el carbon solo puede dar al salitre es mezclándolo en cantidad de 6 onzas siendo duro ; ó de 5 y 4 adarmes siendo de madera tierna, con cada libra de salitre. Si el carbon no está bien molido ó lo está mucho debe variar su dosis , aumentándola en el primer caso y disminuyéndola en el segundo. Añadiendo azufre á esta composicion hasta la cantidad de 2 onzas se aumenta su actividad ; y aun mas si se disminuye la dosis de carbon de madera dura á 5 onzas ; de modo que la composicion mas violenta que se puede hacer de estos tres ingredientes será la hecha de 16 partes de salitre , 5 de carbon y 2 de azufre.

*De la pólvora.*

219. La pólvora que se emplee en los artificios no basta probarla con ninguno de los medios propuestos en el artículo 1.º por las razones espuestas en el §. 33 de este artículo; por lo que siempre que se emplee pólvora en algun artificio, se deberán hacer ensayos y no variar despues de pólvora. Esta se escogerá de la mejor; debe pasarse por un tamiz de primer orden, y algunas veces se suele moler y pasar por cedazos de seda, quedando en el estado que llaman polvorin.

*Del alquitran, pez negra, pez griega, resina, &c.*

220. Las resinas son indispensables para los artificios militares: porque siendo muy inflamables arden facilmente y con actividad, conservan el fuego, se pegan á los cuerpos que se quieren incendiar por ser viscosas, é interponiéndose y cerrando las sustancias capaces de un fuego violento, modifican su accion, y son causa de que ardan con regularidad: asi la pólvora envuelta en resinas arde sucesivamente y con mas ó menos lentitud segun la dosis de estas.

221. Las resinas son los jugos grasos y oleosos que producen ó se estraen de varios vegetales, y particularmente de toda especie de pinos; mas para formar una idea menos vaga de ellas se debe tener presente: que por *resina* entienden los químicos el jugo de ciertos árboles que sin ser disoluble en el agua tiene consistencia y solidez; por *aceite esencial* el estraído de los vegetales por la accion de un

fuego moderado; y por *bálsamo* una sustancia media entre estas dos ó el compuesto de ellas: asi á medida que el bálsamo anticuándose se espesa y consolida, se asemeja á la resina; y lo mismo sucede á los aceites respecto á los bálsamos: esto supuesto véanse las diferencias de los ingredientes de esta especie que se emplean en los mistos.

222. Los pinos ordinarios hechos rajados, y expuestos á un fuego fuerte pero que no levante llama, destilan una especie de aceite esencial requemado que los químicos llaman *fétido*, cargado de mucha parte grasa y resinosa y conocido por *alquitran*. Despues de este primer producto sale del pino una sustancia mas densa, que requemada y mezclada con algun alquitran se consolida despues de fria, y es conocida por *brea* ó *pez negra*. Mientras menos oscuro y mas fluido sea el alquitran será mejor: y la pez negra es buena cuando tiene un color negro y brillante, está seca y es quebradiza. Si estuviese envuelta con sustancias heterogéneas y particularmente con tierra, se purifica liquidándola y vertiéndola despues por decantacion; de modo que quede la tierra que habrá hecho sedimento en el vaso en que se liquide.

223. Los pinos destilan en tiempo de calor sea naturalmente ó haciendo incisiones en sus cortezas, dos jugos distintos aunque de una misma especie: el uno se mantiene liquido y se nombra *trementina*, que es un verdadero bálsamo; y el otro toma una forma sólida y se llama *resina*. De aqui se infiere que el alquitran y la pez negra son unas sustancias muy semejantes á la trementina y á la resina; aunque alteradas por la accion del fuego, y mas cargadas por lo comun de partes heterogéneas.

224. Si la trementina se destila produce prime-

ro el espíritu de trementina ó *agua ras*, y despues un aceite esencial conocido por *aceite de trementina*; y si se suspende la destilacion queda en el fondo del vaso en que se haya hecho una sustancia sólida, diáfana, quebradiza y de un color amarillo rojo oscuro que se nombra *pez griega*.

225. *Pez blanca* que tambien se suele llamar *resina*, es la compuesta de la parte mas limpia y clara de la destilacion de las rajadas de pino, §. 222, fundida con aceite de trementina. Y en fin esta destilacion recocida en agua hasta perder su color natural, hacerse quebradiza y no ser untosa, es lo que se vende comunmente por *pez griega*. A la verdad todas estas especies de sustancias son equivalentes para los artificios militares, porque todas arden á corta diferencia igualmente: asi lo único que se debe reconocer en ellas es si están mezcladas con sustancias heterogéneas que no sean combustibles; en este caso será preciso purificarlas como se ha dicho de la *pez negra*.

*Goma.*

226. Las gomas tienen cierta semejanza con las resinas aunque por su naturaleza son absolutamente diversas: las resinas destiladas se convierten casi enteramente en aceite, son aromáticas, insolubles en agua y solubles en espíritu de vino. Las gomas al contrario no tienen olor, se disuelven en agua y no en espíritu de vino, y se reducen casi enteramente á agua, ácido y muy poco aceite. Las gomas son una destilacion de los árboles, fluida al principio y despues de haberse evaporado la humedad, sólida y dura, en forma de grumos del tamaño de avellanas ó menores y arrugada su superficie. La

*goma arábica* es la comunmente usada en los artificios, y será buena cuando sea diáfana, blanca ó de un color pajizo, bajo y brillante y seca al tacto. Sirve para dar union y travazon á los ingredientes que no se quiere produzcan un fuego muy activo, por ser su principal propiedad ser pegajosa.

*Alcanfor.*

227. Aun no ha descubierto la química ningun procedimiento para descomponer el alcanfor, asi solo se puede dar á conocer por sus propiedades, que son: tener un olor aromático muy subido y penetrante; ser muy inflamable y tanto que arde en el agua; ser transparente, blanco, seco y algo quebradizo: se asemeja á las resinas en ser inflamable, arder como ellas, no disolverse en agua y si en espíritu de vino y en los aceites y en su olor aromático; pero se diferencia en ser mucho mas inflamable, ser muy volátil y tanto que basta el calor natural para disiparlo enteramente al aire libre, y en destilarse sin padecer la menor alteracion. Hellot ha hecho alcanfor artificial ó al menos un compuesto que tiene las principales propiedades del natural. Este viene de la isla de Borneo y del Japon; es una droga muy cara y por lo tanto se debe usar con economia. Mezclado con los mistos hechos de pólvora ó de salitre y carbon templa su actividad, y de consiguiente aumenta su duracion, haciendo al mismo tiempo su llama mas unida, clara y brillante. Para molerle es necesario cortarle en pedazos muy pequeños y delgados, y mezclarle con azufre.

*Aceite petreolo y demas aceites y grasas.*

228. El petreolo es el único aceite mineral que se encuentra ya puro en las entrañas de la tierra: le hay blanco, amarillo, verdoso, rojo y oscuro: el mejor es el blanco, fluido como el agua y de un olor vivo penetrante y agradable: el amarillo es algo mas inferior y su olor no es tan fuerte. El olor de los demas es desagradable, y le son muy inferiores. El petreolo de buena calidad se inflama inmediato á una luz sin que esta llegue á él: tambien se incendia si estando caliente se pone una bugia encima aunque esté bastante elevada: arde en el agua como el alcanfor y sobrenada por todos los licores incluso el espiritu de vino. De los betunes se destila una especie de petreolo que nunca es de tan buena calidad. Este aceite es el mejor que se puede emplear en los artificios; pero se hace muy poco uso de él por ser muy caro, encontrarse casi siempre adulterado, y poderse suplir bien con el alcanfor respecto á los mistos delicados, pues para los demas bastan los otros aceites.

229. Estos son por lo comun los de trementina, linaza y comun ó de aceitunas: el uso de los dos primeros es modificar la actividad de algunos mistos que se amasan con ellos; y tambien juntamente con el aceite comun y el sebo de carnero, mezclarlos con la pez y resina para dar á los mistos la consistencia que se juzgue necesaria sin que pierdan de su actividad. A este efecto se hace tambien mucho uso de cera virgen ó de la ordinaria.

*Aguardiente y espíritu de vino.*

230. Destilado el vino y demas líquidos fermentados se extrae un licor inflamable, de un blanco algo pajizo, ligero, de un olor penetrante y agradable. Este licor es la parte verdaderamente espiritosa del vino y el producto de su fermentacion. El que se saca de la primera destilacion está por lo comun cargado de mucha flemma, y de algunas partes aceitosas y se llama *aguardiente*: el que será tanto mas activo mientras ménos se haya acelerado la destilacion, y sea solo el primer producto de ella; pues continuándola sale al fin mucha mas flemma. La prueba de ser el aguardiente de muy buena calidad es que sobrenade al aceite. Cuando se purifica ó refina el aguardiente separándole de todas las partes que le son estrañas por destilaciones reiteradas, se pone mas blanco, ligero y odorifero: y mucho mas inflamable, y entonces se llama *espíritu de vino ó espíritu de vino rectificado* si lo está mucho.

231. Las propiedades que distinguen los espíritus ardientes de todas las demas sustancias son: ser inflamables; quemarse y disiparse enteramente sin producir la menor apariencia de humo ó de sustancia fuliginosa; no contener ninguna materia que pueda reducirse á carbon; y mezclarse perfectamente con el agua. Los espíritus ardientes son los disolventes naturales de los aceites y materias que los contienen; pero no disuelven la grasa de los animales ni los aceites grasos sacados por espresion, cuando estos no han experimentado la accion del fuego.

232. El medio de reconocer si el espíritu de vi-

no está bien rectificado, es viendo si humedece algun álcali fijo ó apaga la cal; pero la prueba mas ordinaria aunque no tan segura es poner en una cuchara unos granos de pólvora, llenarla de espíritu de vino, encenderlo y ver si la pólvora se inflama cuando acaba de arder: si no se incendia será señal cierta de que el espíritu tiene mucha flema.

233. El aguardiente, y mejor el espíritu de vino sirve para amasar y triturar los mistos, dándoles la consistencia que se requiere, sin que pierdan por ello nada de su actividad, ántes bien se aumenta.

234. Se suele suplir la falta de aguardiente en algunos mistos con vinagre fuerte; que es el producto de una segunda fermentacion del vino. Para aumentar la actividad del vinagre es necesario desfleamarlo en parte ó concentrarlo, lo que se ejecuta esponiéndolo á heladas muy fuertes. Sobre la naturaleza, efectos y usos de todos estos productos vegetales véanse los autores químicos que han tratado del intento esta materia.

#### *Antimonio.*

235. El antimonio es un metal sólido, quebradizo y bastante pesado: su testura es la de un cúmulo de agujas aplicadas lateralmente unas sobre otras. Cuando se mezcla el antimonio con salitre se le da fuego y se incendia fulminando; por esta razon y por ser sustancia combustible en cierto grado, suele entrar en los mistos. Es preferible la mina ó sulfureto de antimonio para estos usos.

#### *Limaduras de hierro.*

236. Las limaduras de hierro y mejor las de

acero descomponiendo el hierro y fijando rápidamente su oxígeno dan un fuego muy brillante á los artificios; pero es necesario que sean recientes; y que se gasten los mistos pocos dias despues de hechos, porque sinó se convierten enteramente en herrumbre.

237. El padre Incarville ha publicado una preparación chinesca del hierro, preferente con mucho á las dimaduras, que se reduce á templar fuertemente el hierro colado, y reducirle después sobre un ayunque á un polvo grosero.

*De los demás ingredientes.*

238. Los otros ingredientes que se prescriben en las recetas de mistos son de poca entidad y no son necesarios: tales son el azafran de marte ó hierro calcinado, mercurio, sublimado corrosivo, alambre, &c. Siguiendo nosotros la doctrina de los químicos modernos añadimos que solamente la ignorancia y empirismo han podido hacer uso del azafran de marte, mercurio y sublimado corrosivo en la composición de fuegos artificiales, por lo que deben deterrarse de todo laboratorio de mistos.

*De los géneros para hacer los mistos.*

239. Dada una noticia de los ingredientes que entran en la composición de los fuegos artificiales, pasamos á darla aun mas concisa de los géneros ó efectos necesarios para la formación de los mistos, sin que contribuyan á su actividad.

*Cola.*

240. Para cubrir los mistos, unir sus partes, sujetarlos y otros usos son necesarias algunas especies de cola, como son *cola fuerte*, *engrudo* ó *cola de harina* y *cola de pescado*. La 1.<sup>a</sup> llamada tambien *cola de Inglaterra* es la que se hace de pies, pieles, nervios, tendones y membranas de buey, que despues de haberse macerado por algun tiempo en agua se hacen hervir largamente hasta que todo esté líquido: entonces se pasa la parte líquida por un tamiz ó lienzo claro, y se deja consolidar en moldes ó sobre piedras llanas. El engrudo se hace mezclando harina y agua y poniéndola á hervir un poco. Si se quiere que sea mas fuerte se hará disolver en el agua una corta cantidad de cola fuerte: el engrudo sirve con particularidad para hacer los cartones.

241. La cola ó engrudo para hacer cartones para cohetes se debe hacer de flor de harina desleída en agua clara, y puesta despues al fuego hasta que pierda su natural olor; y consecutivamente se pasa por un tamiz de cerda con el fin de que se deshagan los grumos que forma la harina. Mas como los cartuchos de los cohetes se suelen quemar siendo de carton, para precaver este inconveniente se compone esta cola añadiendo á cada libra de harina un puñado de alumbre, y meclándola con igual cantidad de arcilla que harina se haya empleado, deshecha la arcilla en agua hasta estar igualmente rala que el engrudo.

242. La cola de pescado se hace lo mismo que la de Inglaterra de las partes mucilaginosas de un

pez que se cria en los mares de Moscovia: para ser buena debe ser blanca, transparente y no ha de tener olor.

*Carton y papel.*

243. Los cartones para hacer cohetes grandes se hacen de hojas encoladas de papel bazo y fino, cubiertas de dos de papel blanco: los cartones para los cohetes de hasta 18 líneas bastara que se compongan de tres hojas; los de los mayores tendran cinco. Para engrudar el papel se usan unas brochas muy grandes de javali. En estando hechos hasta doscientos cartones se ponen entre dos tablas llanas en prensa por espacio de 6 horas: despues se cuelgan á secar al sol, y en estándolo se vuelven á meter en prensa para que pierdan las curvaturas que hayan hecho al enjugarse.

244. En un laboratorio son precisas varias especies de papel: el bazo ordinario tiene uso: el de esta especie fino y algo fuerte es muy bueno, y mejor que ninguno otro para hacer cartuchos de lanza-fuegos, porque se ajustan exactamente unas vueltas á otras, y todas resisten á un tiempo la presion del misto. El papel blanco debe ser poco grueso, igual y consistente que no se rompa por los dobleces. Estas mismas condiciones debe tener el papel de marca.

245. Para cubrir las espoletas se usa de pergamino en lugar de papel, lo que tiene la ventaja de que la cubierta sea de mas duracion.

*Cuerdas, hilo y alambres.*

246. Para las bombas de iluminacion se necesi-

san cuerdas tirantes, que se pueden tomar de las ya rotas y deterioradas, y para entreteger estas cuerdas y otros usos es menester cantidad de cuerda de amarrar. Asimismo debe haber surtido de cordel delgado, hilo bramante y de hilo grueso y fuerte de coser.

247. Para fortalecer las balas de iluminacion, armar las camisas embreadas y otros usos se necesita provision de alambres de varios gruesos: para usarlos se pondran al fuego y dejarán enfriar lentamente; recocado asi es flexible y no salta tan facilmente retorciéndolo.

248. Para las hachas de contraviento se necesitan sogas viejas de esparto ó cuerdas de cáñamo tambien viejas.

#### *Lienzos y estopas.*

249. En la fábrica de las camisas embreadas se debe usar de un lienzo fuerte, basto y ralo: y para los sacos de pólvora, balas y bombas de iluminacion de un lienzo tambien basto, fuerte y muy tupido. Asimismo para estos artificios y otros de su especie se emplean muchas estopas, que nada importa sean bastas ni de cáñamo; pero para cubrir los estopines incendiarios y echar en el misto de las carcacas deberán ser finas y de lino. En fin es necesaria cantidad de algodón, hilado muy fino parte de él.

#### *De los útiles é instrumentos necesarios para un laboratorio.*

250. Seria muy prolijo describir todos los útiles, instrumentos y aun máquinas que son menester en un laboratorio de mistos, y asi solo se dará aqui una

breve noticia de estos efectos y de sus usos.

251. Debe haber una romana grande para pesar por mayor los ingredientes: pequeñas de mano con sus tazas para pesar por menor los mismos ingredientes: y pesos de cruz muy exactos, con pesas desde un adarme hasta dos libras, para los ensayos y pesar los ingredientes que deben entrar en corta cantidad. Para los líquidos se tendran medidas de todas magnitudes ó tazas en donde se puedan pesar.

252. Para moler los ingredientes se usan: 1.º mesas planas de nogal ó encina, y moledores ó palmetas: 2.º almireces de bronce: 3.º morteros de piedra recia con manos de encina: figura 9. lámina III. 4.º balanzas ó tazas de madera con globos de bronce. Las mesas están guarnecidas por los extremos de una faja de 4 pulgadas de alto para que no se caigan los mistos, y tienen una ó dos aberturas que se cierran con tablitas bien ajustadas en correspondientes ranuras. En ellas se puede moler la mayor parte de los ingredientes con los moledores, que son unos prismas de madera sólida; pero no se hace sinó con dificultad, por lo que el principal uso de estas mesas se reduce á mezclar en ellas los ingredientes. La figura 6. de la lámina III. representa una de estas mesas: BCDEFG cerco para que no se caigan los ingredientes; DG abertura en el mismo con su tablilla de encage para estraer los ingredientes; H moledores. En los almireces y morteros se muelen muy bien el salitre, azufre, carbon, pez griega, antimonio, &c. Y en las balanzas que se suspenden á un estremo de una asta de madera correosa que está fija por el otro estremo, se muele muy bien y sin riesgo la pólvora que en defecto de estas balanzas puede molerse en las mesas. Tambien se debe moler

el carbon despues de quebrantado en las balanzas; porque en ellas levanta ménos polvo. El globo de bronce correspondiente á una balanza pesará de 30 á 40 libras. Una de estas balanzas se ve en la figura 7 de la lámina III. ABC es la taza de madera; D tres cuerdas de que está suspendida, y que se reunen en la cuerda gruesa E atada á una palomilla fija en la pared; F globo de bronce.

253. Para cerner los ingredientes se tendrán varios juegos de tamices: y cada uno se compondrá de cinco, tres de seda y dos de cerda. De los de seda el mas fino que será muy cerrado, servirá para quitar el polvo á algunos ingredientes y pasar el polvorin: el segundo algo mas claro para pasar el salitre, el azufre y la arena de que se cargan los cohetes; y el tercero bastante mas claro para pasar el carbon. El mas espeso de los de cerda servirá para pasar el carbon para los cohetes gruesos; y el otro para mezclar las composiciones. Cada tamiz debe tener su cubierta bien ajustada.

254. Para guardar los ingredientes ya preparados se necesitan varios cajones que se cierren con correderas, ó frascos semejantes á los guardafuegos. Y para hacer y usar las composiciones varias game-las, dornajos pequeños y horteras. Los aceites y espíritus se conservan en frascos grandes de vidrio ó en barriles los comunes: el alcanfor en vasijas de barro bien cerradas; y las resinas en barriles ó arcones: en los mismos estarán el salitre, azufre y la pólvora mas precisa.

255. Para mezclar los ingredientes se usarán espátulas de madera A, B lámina III figura 12, planchitas de cobre de 6 pulgadas de largo y 3 de ancho y patas de liebre: y para recogerlos y manejarlos

de unas cucharas de madera de la figura de los achicadores ó vertedores de una mano, y de escobetas de palma ó de plumas.

256. Cada misto suele necesitar para su fábrica de diferentes útiles; por lo que iremos dando razon de los que son menester para los principales.

257. Para las espoletas se necesitan unos banquillos en los cuales se cargan dos á un tiempo como el representado en la figura 8 de dicha lámina, que se compone de las piezas siguientes. BDEF tablon del banco; BF su longitud; BC su grueso; CD su ancho; Z pies; YJKL gualderas perpendiculares al banco; STV aberturas donde entran las cabezas O de la telera MNO movible y paralela al banco; MNO telera que sujeta en posicion vertical las espoletas R: X clavijas que sujetan esta telera á las gualderas JKL: P concavidades donde se echa el misto; Q orificios correspondientes á las ánimas de las espoletas. Para introducir el misto habrá varios juegos de baquetas de bronce cuyos gruesos y largos se arreglarán á las dimensiones de las espoletas; pero todas formarán una cabeza cilindrica de 18 líneas de alto y 9 de diámetro. Estas baquetas tendrán una aligacion bastante cargada de estaño, porque sinó se tuercen y no pueden entrar en las espoletas. Tambien debe haber dos mazos de madera de encina para cada banquillo semejantes á los de cargar cohetes: un dornajo que contenga el misto puesto sobre un trespies; y dos cucharitas de cobre ó lata capaces de cuatro adarmes de misto. Despues de escrito este tratado se ha variado la construccion de este banco de modo que un hombre solo puede cargar facilmente las espoletas. Cuando se abra la lámina correspondiente se dará su esplicacion.

258. Para cargar lanzafuegos y estopines incendiarios se necesitan unos bancos fuertes con tres prensas cada uno para sujetar seis moldes de lanzafuegos, que son unos prismas cuadrangulares divididos por medio, y en cada mitad una media caña donde se acomoda el cartucho. Para cada molde debe haber un mazo, dos baquetas de bronce cuyo diámetro sea 5 ó 6 puntos ménos que el de las de arrollar los cartuchos; y un embudo de lata cuyo cañon de una pulgada de largo y cilíndrico entre en el cartucho, para que al introducir y estraer la baqueta no se doble el papel. El misto se pondrá sobre un trespies en dornajos ú horteras, y se tendrán cucharas capaces de media onza para echarlo en los embudos. Para hacer los cartuchos habrá mesas, baquetas de arrollar de madera que tome pulimento, cacerolas para el engrudo ó cola y brochas de javalí. El plano, vista y perfil de una de estas prensas para cargar lanzafuegos están representados en las figuras 10 y 11 de la lámina III. ABC, EFG gualderas de la prensa; AB su ancho (figura 11): AB su grueso (figura 10); HKM teleras cilíndricas que fijan en el banco *ab* unen las gualderas de la prensa; LKM parte cilíndrica que se fija en el banco; IK su longitud; MK diámetro del cilindro; J roscas por donde las tuercas N comprimen la gualdera ABC: OPQR moldes de lanzafuegos divididos por su mitad ST: OP su longitud; PQ su ancho y grueso; XV diámetro del ánima XZV donde se coloca la vaina del lanzafuego; JLMS continuaciones de las mitades del molde por su parte inferior; *c* abertura que tienen estas continuaciones por donde pasa la cuña *d*. Hay tambien un banco con moldes para cargar lanzafue-

gos, cuya esplicacion daremos cuando se abra la lámina correspondiente.

259. Para los estopines habrá prevencion de carizos: y se necesita una mesa, tigeras finas, ollas para tener en infusion el algodón, varias cacerolas de cobre ó vasijas de barro vidriado para hacer la pasta, y tablas en donde poner los estopines á secar. Si se quieren hacer sin mecha los estopines para cebar las piezas, se tendrán las cajas y atacadores de que se ha dado noticia §. 20.

260. Para los cohetes se tendrán varios juegos de moldes de diferentes diámetros con sus respectivos culotes y agujas; y para cada uno una baqueta de arrollar, tres huecas una para el macizo y otra para plegar el cartón sobre el macizo, un mazo, una cuchara, un dornajo, un molde para el cartucho de la cabeza: además habrá bancos ó tajos fuertes sobre los que se carguen los cohetes, algunos culotes con agujas para los cohetes errantes con sus respectivas baquetas, culotes sin aguja para cargar cohetes macizos, una máquina para taladrarlos §. 209, moldes para las estrellas; y otros útiles de que se dará razon tratando de los de un uso general.

261. Para purificar el salitre, azufre, resinas, hacer los mistos en que entran estas, &c. son necesarias varias hornillas cuyo fuego no impida manobrar en las calderas y con este fin, pasaremos á hacer la descripcion de unas y otras. RFEH (figura 1.<sup>a</sup> lámina IV.) es el plano de una caldera empotrada en su hornilla, por donde andan los operarios al rededor de ella; AB radio interior de la hornilla; BG igual á AL igual á *cm* distancia que hay desde la boca de la hornilla al centro de ella de las figuras 1.<sup>a</sup> 2.<sup>a</sup> y

3.<sup>a</sup>; MP ancho exterior del cañon de la chimenea; AH grueso de la pared por donde pasa la chimenea; eN ancho de la boca de la chimenea por la parte interior de la hornilla; oD diámetro interior de la caldera; bc ancho del asiento de la caldera; gyh asas de la caldera; QJH cerco de madera formado por las pinas *m* en que descansa la caldera; *n* clavos que aseguran las pinas *m*. El plano de la hornilla cortado por la línea BC de la figura 3.<sup>a</sup> está representado en la figura 2.<sup>a</sup>; y en ella BH es la mitad del ancho de la boca de dicha hornilla; AB su radio; MLJ pavimento de ladrillos de la hornilla. Ultimamente en dicha figura 3.<sup>a</sup> está representado el perfil de una caldera empotrada en su hornilla. ABCD cimiento de mampostería de la hornilla; AB su altura; BC su longitud; EF grueso del revestimiento interior de ladrillo de la hornilla; Fa altura de este revestimiento por la parte interior hasta el punto *a* donde empieza á formar arco; aZ arco cóncavo que forma el revestimiento por la parte interior sirviendo de encastre á la caldera; BR altura desde el pavimento de la oficina al puesto donde se colocan los operarios; RQ ancho de este espacio; SZ ancho de las pinas que forman el cerco de madera en que asienta la caldera; SV su grueso exterior; XZ su grueso interior; cb ancho del asiento de la caldera; CY altura de la boca de la hornilla; HY su longitud; J estribos de hierro que contienen el revestimiento de ladrillo; O biguetas de hierro que sostienen la obra encabezadas con los estribos J; MNOP cañon de la chimenea; MN longitud de su boca por la parte interior; OP longitud de su boca por la parte exterior; ML grueso del revestimiento de ladrillo de la chimenea. Asimismo se deben tener varias calderas grandes y me-

dianas, marmitas para cola, cácerolas, cazos, ollas, espumaderas de cobre, hierro ó latón, fuelles, tenazas, palas, cucharones de hierro ó cobre, varias vasijas de barro, en las cuales siendo de buena calidad y hechas apropósito se pueden hacer varios mistos y cristalizar el salitre. También habrá tinas grandes para agua en caso que no la haya corriente, cubos ó herradas, y una mesa muy grande y sólida donde hacer varios artificios, como camisas, hachas y faginas embreadas. Igualmente se tendrán punzones de box ó encina de distintos diámetros para abrir las espoletas de las carcasas. En fin habrá repuestos de carbon, leña y astillas.

262. Además de los efectos especificados y que sirven para usos determinados habrá en un laboratorio otros igualmente precisos, aunque no tengan particular destino, tales son: serruchos, azuelas, cuchillos grandes y pequeños, cepillos de carpintero, tigras grandes y pequeñas, cucharones para sacar los ingredientes, barrenas y punzones de diferentes gruesos, compases rectos y curvos, pies de París, pinzas planas, agujas de todos tamaños, martillos, limas, raspas ó escofinas, tenazas de arrancar clavos, mazos de distintas magnitudes, alicates ó torcedores, y cantidad de vasijas de madera, barro y metal para los ingredientes.

263. Si se hubiesen de hacer en el laboratorio cartuchos de cañon y de fusil se tendrán los útiles necesarios para ello, segun las noticias dadas en el número II. y además los instrumentos propios de linterneros.

*Observaciones acerca de un laboratorio.*

264. El oficial á quien se cometa la direccion de un laboratorio de fuegos artificiales ha de ser inteligente, activo y práctico: no solo debe saber fabricar con economía los artificios que se le pidan sin que por esto pierdan de su buena calidad; sino que por si acaso no se le determina la especie y número de ellos, debe saber apreciar todas las circunstancias militares relativas á los artificios para pedir los ingredientes, y fabricar los mistos de modo que haya los necesarios y no sobren con exceso: es decir, que debe usar semejantes precauciones á las que se prescribieron en el artículo V. al oficial encargado de los puentes militares. Una plaza de primer orden necesita para su defensa ó ataque de mas artificios que una de segundo orden, &c. y los artificios propios para defender una plaza son distintos en cierto modo de los mas adecuados para atacarla. Aun las diferencias de unas plazas á otras exigen las haya en los artificios.

265. El director de un laboratorio pondrá especial cuidado en purificar y afinar los ingredientes que no sean de la mejor calidad, pero que sean capaces de ello, como son los salitres, azufres, resinas, espíritus, aceites destilados ó esenciales, &c. teniendo hecho esto de prevencion para cuando llegue el caso de emplearlos.

266. Debe saber los objetos á que se destinan las bombas y granadas para que hayan de servir las espoletas que se le encarguen; pero siempre cuidará de que todas las de un calibre vayan igualmente cargadas, para que se puedan cortar si es nece-

sario con acierto: exceptúanse de esta regla las que se pidan ciegas ó muy luminosas.

267. Se hará instruir de si los artificios que se le encargan han de servir inmediatamente; ó se han de empacar y almacenar por mucho tiempo, para que en este caso procure fabricarlos y prepararlos oportunamente con respecto á su conservacion.

268. Llevará cuenta exacta de los ingredientes y géneros que emplee; y vigilará no solo sobre la legítima inversion de ellos; sino tambien sobre su economía.

269. Uno de los puntos mas importantes y aun el mas esencial que debe cuidar el director de un laboratorio es el de precaver los incendios: para conseguirlo ha de tomar las providencias conducentes por prolijas y de corta entidad que parezcan. La mas propia de todas es la separacion de talleres ú obradores; de modo que incendiado uno no corran riesgo los otros. En el taller ó talleres donde haya de haber fuego no se tendran mas materias combustibles que las precisas en aquella ocasion, ni estarán mas tiempo que el indispensable para emplearlas. En el taller donde se muelan y mezclen los ingredientes no se hará otra cosa ni habrá mas pólvora que la precisa para moler de una vez ó para mezclar. El taller en que se carguen espoletas, lanzafuegos y cohetes es el mas espuesto, y por lo tanto debe estar retirado: no se tendrá en los dornajos mucho misto: se extraerán los artificios á proporcion que se carguen: estarán abiertas las ventanas y puertas; y jamas se tendrá en él pólvora sinó en cortisima cantidad.

270. En campaña si el laboratorio se ha de es-

tablecer bajo de tiendas ó barracas, será mas fácil apartarlas unas de otras: de modo que el incendio de una no se comuniqué á las inmediatas. El almacén ó repuesto de pólvora de que se surta el laboratorio debe estar al menos á doscientas toesas de él y transportarse la pólvora barril á barril: esta prolijidad puede evitar muchas desgracias de grande importancia.

271. Cuando se carguen granadas ó tal vez bombas por mandarse así, se recalcarán las espoletas una á una y á una distancia competente del parage donde se carguen, y del depósito ó repuesto donde se han de guardar: esta precaucion es indispensable, por ser factible que se incendie alguna bomba al apretar su espoleta: aunque se tendrá mucho cuidado en que nunca pueda llegar á su culote porque de este choque puede resultar el incendio, ó tambien del rozamiento contra la boqueta; y este se remediará untándola con cola, precaucion que tambien contribuirá á la mayor firmeza de la espoleta.

272. Las calderas necesarias para un laboratorio deben tener mucho espesor, y estar sus metales bien batidos: de lo contrario las pasan el fuego, aceites, azufres y resinas con facilidad. Se ha de cuidar de no dar á las composiciones de ingredientes inflamables y que se han de liquidar, mas que el grado de calor preciso para que tengan soltura: el mucho fuego las altera y aun incendia. Para que el cobre ó hierro de una caldera no se pase, se cuidará cuando se hagan los mistos, de echar primero los ingredientes liquidos ó mas fáciles de liquidarse, como los aceites, sebo y cera.

273. Ultimamente volvemos á recomendar la necesidad de hacer y repetir ensayos ó pruebas con ca-

da misto nuevo, respecto á ser las muchas casualidades que pueden ocurrir para que una composicion ya probada, no sea igualmente buena hecha de nuevo; y un oficial práctico sabrá corregir con facilidad el defecto despues de notado. En el reglamento V del cuerpo de 1802 artículo 11 hasta el 28 se prescriben las reglas que deben seguirse en un laboratorio de fuegos artificiales en orden á su gobierno político y económico.

274. El haberse estinguido el gremio de coheteros, y sernos de consiguiente preciso esponer por menor la fábrica de los cohetes, y el comprenderse en este artículo la fábrica de los cartuchos le han alargado demasiado. Pero lo que mas ha contribuido á su estension ha sido el querer circunstanciar los accidentes que pueden alterar la calidad de los mistos, y las muchas precauciones que son necesarias para obtenerlos de buena calidad. Para un oficial ó artista experimentado es, pues, muy difuso este artículo; pero no lo será para quien empiece á aprender y este ha sido nuestro objeto.



## ARTICULO X.

*De las escuelas prácticas de artillería.*

1. **E**s principio incontestable que la aplicacion de la teoría á la práctica forma un nuevo ramo de instruccion, que tal vez exige mayor aplicacion y talentos que la adquisicion de la misma teoría; por que se necesita un cierto gusto y tino, un espíritu de combinacion y órden, que no suelen ser precisos para imponerse en las reglas y principios. Esta dificultad que se encuentra en descender de la teoría á la práctica, crece considerablemente en todos los ramos de la ciencia militar, así por ser la egecucion de sus preceptos tumultuosa, pronta y por consiguiente poco meditada las mas veces; como por ser escasas las ocasiones que se ofrecen á un mismo sujeto de comprobar, cotejar y combinar los resultados de las reglas que se hayan seguido.

2. En consecuencia no se estrañará que digamos: que parece imposible poder disponer, manejar y jugar la artillería en una accion con acierto y oportunidad, sin tener uso de ella; porque si en paz con tranquilidad y tiempo se ignoran los efectos precisos de sus armas, los alcances de sus proyectiles, sus cargas mas competentes, su servicio y manejo mas espeditos; mucho menos se podran apreciar, corregir y aplicar las reglas indeterminadas que hay sobre estos puntos, cuando está el espíritu agitado por el terror de una accion, ocupado del éxito y cumplimiento de lo que le esté encargado. Casi iguales dificultades se ofrecerán en la construccion de baterías, puentes, arreglo de parques, manejo

de trenes y demas comisiones de un oficial de nuestro cuerpo en campaña; pero sobre todo en la formacion y carga de las minas, operacion delicada y espuesta á accidentes que la frustren, mientras que todo el egército está en espectacion de sus efectos.

3. De aqui se deduce la suma importancia de las escuelas prácticas en nuestro cuerpo, y la de que sean un continuo ensayo de todas las operaciones, maniobras y usos de la artillería, y de los encargos de sus oficiales y tropa: de modo que esta adquiera agilidad y conocimiento de lo que debe egecutar y aquellos de lo que han de mandar.

4. Es cierto que la guerra es la mejor escuela para aplicar la teoría á la práctica: no se puede negar este principio. Pero como no dura siempre, el descanso de la paz haria olvidar las idéas que en ella se habrian adquirido; ademas el cuerpo se renueva en pocos años por la muerte ó retiro de los oficiales antiguos; de suerte que sin escuelas prácticas, en donde los jóvenes con frecuentes ejercicios é imágenes que se aproximen en cuanto sea posible á la realidad, adquieran facilidad y uso en la práctica; á la primera guerra que se ofreciese despues de una larga paz, seria imposible que la gente visonã del cuerpo no hiciese pagar caramente al estado la falta de escuelas prácticas, y las dotaciones moderadas respecto á su importancia que son necesarias para su manutencion.

5. Nuestro objeto en este artículo será, pues, manifestar cuales deben ser las prácticas y funciones de estas escuelas; y esponer al mismo tiempo las reglas y principios mas obvios y sencillos de efectuarlas. Para proceder con algun orden trataremos primero de las prácticas y esperiencias pertenecien-

tes á los egercicios facultativos ó propios de los individuos del cuerpo; despues de todo lo que ademas está mandado por ordenanza se practique que en dichas escuelas, y en fin de todo lo que en nuestra facultad nos parece necesita de práctica para saberse egecutar con acierto y oportunidad: tres puntos que seran los asuntos de otros tantos números.

## Número I.

*De los egercicios facultativos que se egecutan en las escuelas de artillería.*

6. Por Real ordenanza de 18 de Junio de 1742 está determinado y circunstanciado quanto se deba egecutar en las escuelas prácticas, que por ella se mandan establecer; mas sin embargo ó por falta de medios, ó por la division del cuerpo en varios destinos ó por otras causas, anteriormente solo se ha dado por lo comun cumplimiento en parte á la citada orden, y se han omitido muchos de sus artículos: de estos como dejamos dicho tratará el número siguiente, y en este espondremos quanto nos parezca útil y concerniente á los egercicios de las armas y máquinas anejas á nuestro instituto. En lugar de la citada ordenanza de 1742 véanse los artículos 56 hasta el 90 del reglamento V del cuerpo de 1802 en los que se detalla lo que debe egecutarse en estas escuelas.

7. Redúcense dichos egercicios á los facultativos de cañon de batir, mortero, pedrero, cañon de campaña, batallones, cábria, &c. de los cuales solo el de cañon y mortero cuando se hacen de fuego son los que se repiten de ordinario en nuestras es-

cuelas, y los otros se enseñan y egecutan en instrucciones particulares; no obstante trataremos en este número de todos los espresados.

8. Como la egecucion de los egercicios facultativos suele variarse segun órdenes particulares, por las inovaciones que se encuentran útiles para el mejor servicio de las armas; y ademas sea este un asunto meramente mecánico, no entraremos en el por menor de las aptitudes y movimientos de los que los egecuten: estos serán los mejores cuando sean sencillos, claros y espeditos: la uniformidad é igualdad solo se deben observar cuando no se oponen á estos fines principales: los giros, pasos oblicuos y otros semejantes movimientos, que pueden ser útiles para conservar la formacion ó igualdad de un batallon, no son precisos en un soldado que se mueve solo é independiente para el servicio de un cañon ó mortero; y solo sirven de complicar y hacer mas difícil la instruccion. Véase el tratado de egercicios.

9. Prescindiendo por las razones espuestas de los movimientos del egercicio del cañon de batir, que ademas se enseña igualmente que todos los otros á los individuos del cuerpo desde su ingreso en él: solo trataremos de aquellas operaciones que no siendo meramente mecánicas, se fundan en principios que es necesario manifestar y hacer perceptibles.

10. La principal atencion en el manejo del cañon ha de ser apuntarle bien; esto es directamente y á la altura competente para que la bala dé contra el objeto á que se dirige: á este fin entrado el cañon en batería se le deberá poner desde luego en direccion del blanco: de modo que el plano vertical, que divide igualmente al cañon prolongado, divida tambien al blanco.

11. Para conseguirlo entra entre gualderas el que ha de apuntar, y reconocer cual es el punto mas alto de la faja alta de la culata del cañon, y aplicando la vista á él dirige una visual por el punto mas alto de la faja alta del brocal, y si se termina en el blanco el cañon tendrá la direccion que debe; pero si va á derecha ó izquierda hará ronzar la contera de la cureña á la parte opuesta, hasta que la espresada visual se termine en el blanco ó en direccion de él.

12. En lugar de dirigir la visual por el punto mas elevado de la faja alta de la culata, se suele acostumbrar dirigirla por el punto de ella correspondiente al fogon: esta práctica es equivalente á la espuesta cuando el cañon está bien fabricado y montado, la cureña bien proporcionada y la esplanada igual; pero en falta de alguno de estos requisitos sucede que no estando el fogon en la parte mas alta del cañon, la visual que se tira por él le atraviesa y no está en el plano vertical que le divide por medio y por el cual se mueve la bala; por consiguiente resulta errónea la direccion.

13. Aun cuando el cañon esté apuntado y dirigido con la mayor exactitud podran sus tiros ser *aviesos*; es decir no ser directos: las causas de este efecto son muy diversas, y pueden estar en el cañon, en su cureña, en la esplanada ó en la bala: en el cañon, cuando su ánima no es concéntrica en cuyo caso se llama *loco*; ó cuando por estar muy aumentado su calibre ó golpeada el ánima la bala da botes, y sale con diferente direccion: en la cureña, cuando las ruedas no tienen un mismo diámetro ó no son circulares; cuando los clavos de sus llantas son unos nuevos y otros viejos, y de consiguiente

tienen las cabezas desiguales; cuando las sobremunoneras no ajustan igualmente ó las gualderas tienen diferente altura: en las esplanadas cuando estas no están de nivel por su ancho ó se cimbran ó están maltratadas: en la bala en fin cuando es heterogénea, ó irregular que su centro de figura no concurre con el de gravedad; cuando se ha disminuido considerablemente su calibre; ó en fin en caso que adquiriera el movimiento de rotacion de que se dará noticia en el artículo siguiente. Cuando en una pieza concurren varios de estos defectos se suelen algunas veces compensar sus errores y ser el tiro directo, mientras que otros igualmente dirigidos son muy aviesos. Si la divergencia del tiro es constante, como sucede con las piezas locas, se corregirá la puntería apartando la direccion á un lado otro tanto como se observe se inclina al otro, pero en caso que no guarden los tiros ningun orden en sus desbarros y que estos sean considerables, se reconocerá en que consiste, y será necesario recomponer lo que se encuentre así viciado si es capaz de ello.

14. Puede suceder que un cañon tenga buena direccion cuando está bien situado, y sea loco si se tira con él estando inclinado; y al contrario ser certero en esta posicion y loco en la primera: lo que sucederá siempre que sus espesores sean iguales respecto á un corte de él y no respecto á los demas. Asimismo un cañon inclinado será certero si se apunta como se deja espuesto por los puntos mas altos de las fajas altas de la culata y el brocal; pero dejará de serlo si se dirige la puntería por puntos de mira, alzas ó señales hechas á este efecto, porque no estarán estas en el plano vertical que divide al cañon por su ege, y en que se moverá la bala.

15. Dirigido el cañon es necesario ponerle á la altura competente, elevando ó bajando la culata por medio de las cuñas de mira, que descansan sobre la solera. Esta altura en caso de ser los cañones de ordenanza depende de la distancia del blanco, del calibre y largo del cañon, de su carga, de la calidad de esta y del diámetro del fagon: no siéndolo influye tambien lo aligerado de la pieza, su recámara, la posicion del fagon y el mayor ó menor viento de la bala. En las piezas de un mismo calibre y largo aun hay otra circunstancia que hace variar mucho la puntería en apariéncia, y es el diferente grueso ó espesor de metales en las fajas de la culata y boca. En distintos artículos de este tratado y con especialidad en el siguiente se trata de todos estos puntos; por lo que nos ceñiremos á esponer las reglas prácticas que se deben seguir y enseñar en las escuelas.

16. Se pueden reducir á tres especies las diversas punterías de un cañon respecto á su elevacion: la primera llamada de *punto en blanco* se efectúa elevando ó bajando la culata, hasta que la visual tirada por los puntos mas altos de las fajas, llamada *línea de mira* se termine en el centro del blanco: la segunda llamada por *elevacion*, quando esta visual se dirige por encima del blanco: y la tercera llamada por *depression* quando se dirige por bajo. Para que la primera tenga lugar es necesario que el blanco esté á una determinada distancia, que se llama tambien de *punto en blanco*, y que se cargue en todos los tiros igualmente: quando el blanco está mas lejos de esta distancia es necesario usar de la segunda puntería, que no debe practicarse con cañones de batir en tiros directos casi nunca: la tercera que es la mas

usual y común se emplea siempre que la distancia es mas corta que la de punto en blanco. Véase la razón en que se fundan estos diversos modos de apuntar.

17. Siendo diferentes los espesores de un cañon en sus fajas ó refuerzos de la culata y boca, resulta que la línea de mira corta al ege del ánima prolongado, llamado *línea de tiro*, delante de la boca, con un ángulo tanto mayor quanto mas considerable sea la diferencia de los gruesos de metales: la bala que sale en direccion del ege sube, pues, sobre la línea de mira mas ó ménos segun su fuerza y la inclinacion de dichas líneas, hasta tanto que descendiendo en fuerza de su gravedad se aparta de la primera direccion, y vuelve á cortar la línea de mira, (en esta intersección segunda debe estar el objeto contra que se tira, para que esté á la distancia ó alcance de punto en blanco) y despues sigue descendiendo la bala hasta dar en tierra ú otro ostáculo. Para evitar equivocaciones debemos advertir que algunos autores y generalmente el cuerpo de marina, llaman alcance de punto en blanco de una pieza al que tiene apuntada horizontalmente; ó á la distancia que recorre una bala en línea recta ó que sin error se puede tomar por tal. Pero esta distancia es muy corta, la teoría y la esperiència enseñan que un cuerpo grave desciende 15 pies próximamente en un segundo: de consiguiente aunque es cierto que mientras mayor sea la velocidad de una bala menos será su descenso en una determinada distancia, porque la recorrerá en menos tiempo, sin embargo siempre descenderá y rigorosamente nunca se verifica su movimiento en una línea recta.

18. A primera vista parecerá que en todas las piezas, en las que las líneas de tiro y mira forman

ángulos iguales, debe ser uno mismo su alcance de punto en blanco: mas si se reflexiona que como se acaba de esponer el descenso de todo cuerpo prescindiendo de la resistencia es de 15 pies en el primer segundo, y progresivamente en los demas, se percibirá, que quanto mas veloces salgan las balas y cualesquiera otros móviles tanto mas andarán en un determinado tiempo, y por consiguiente variarán las distancias á que tienen iguales descensos en razon de sus velocidades.

19. Es pues la línea que describe la bala llamada *trayectoria*, una curva formada en virtud de la fuerza impelente ó de la pólvora, de la de su gravedad y de la que oponé á su movimiento la resistencia del aire: la línea de tiro le es tangente en la boca del cañon y la de mira una ordenada. Por consiguiente cuando el blanco está á la distancia de esta ordenada se debe apuntar á él; cuando mas cerca debajo, y tanto mas quanto mas próximo, (á menos que no esté mas cerca de la mitad de la espresada ordenada); en fin se apuntará por encima cuando la distancia sea mayor.

20. La regla práctica mas oportuna para apuntar quando no se conoce la distancia ni el alcance del cañon con la carga que tiene, es dirigir el primer tiro visando al pie del blanco, observar donde da la bala, y corregir los tiros siguientes conforme el yerro del primero y del segundo si este no ha sido acertado. Para que esta regla sea aplicable es preciso cargar siempre con una misma cantidad y calidad de pólvora y de un mismo modo, y volver á hacer nuevo ensayo quando se varíe la carga.

21. Quando el objeto que se bate está fuera de la distancia de punto en blanco, es necesario como

se deja espuesto elevar la puntería sobre él. En algunas ocasiones se podrá presentar detras algun otro objeto que sirva para terminar la visual, y por cuyo medio se puedan apuntar y corregir los tiros; pero esto es casual: lo mas general es tener que recurrir á señalar la cuña de mira é introducir la mas ó ménos segun que el tiro que se observe sea alto ó bajo. Este método que es el único de que actualmente podemos hacer uso, es muy erróneo porque las señales hechas en la cuña se confunden; esta aumenta su altura por la humedad, ó la disminuye con los golpes y peso de la culata, y lo que es peor la dirección suele ser falsa porque no se puede verificar elevado ya el cañon. Los artilleros acostumbran en semejantes circunstancias apuntar el cañon, poniendo uno, dos, tres ó los cuatro dedos de su mano izquierda sobre la culata del cañon ó tambien un palito y haciendo por encima la puntería; pero estos medios precisos en falta de otros, son erróneos y muy poco exactos. En los obuses que casi siempre se apuntan por elevacion, es aun mas perjudicial este defecto de medios para hacer la puntería. Para remediar este y otros inconvenientes que vamos á expresar, se ha inventado la *alza*, representada interiormente en la figura 1.<sup>a</sup> de la lámina I de este artículo. Se compone de una barrita dentada A, terminada por la parte superior en una mira B, y un piñon ó ruedecilla de dientes C, que engrana en los dientes de dicha barra cuando se pone en movimiento por medio del pequeño manubrio E que se halla en la parte exterior. La figura 2.<sup>a</sup> es la misma alza vista por la parte exterior; B es la misma barrita de que hemos hablado, que está dividida por este lado en pulgadas y líneas, y se mueve por medio

del manubrio F. La plancha D, á la que está unida toda la máquina, se asegura en la culata del cañon por medio de cuatro tornillos. Descrito este instrumento pasaremos á manifestar lo que dice Cou-dray acerca de sus utilidades.

22. „Entre las mutaciones que pertenecen igualmente á la artillería de sitios, de plaza y de campaña, me parece debe ocupar el primer lugar el nuevo modo de apuntar el cañon, á causa de las ventajas que resultan.“

23. „Antiguamente se elevaba un punto de mira sobre el brocal y una mira sobre la culata para guiar la visual del artillero cuando apuntase la pieza. Uno y otro se habia suprimido por la ordenanza de 1732.“

24. „En falta de este auxilio estaba obligado el artillero á coger los puntos mas altos de la culata y el brocal de la pieza, para dirigir su visual hácia el blanco.“

25. „Mas suponiendo que un artillero pueda fijar de un golpe de vista dos puntos correspondientes sobre dos círculos grandes, distantes entre sí de 8 á 10 pies, y conservarlos hasta que los haya reunido sobre el blanco se supondrá que deba hacer de un golpe de vista lo que un obrero tendria trabajo en egecutar bien en su taller con el nivel y la regla.“

26. „De aquí resultaba, que despues de muchos tiros de prueba, el que habia apuntado no podia decidir si los errores en la direccion provenian de los de su visual sobre los círculos de la pieza, ó de los defectos exteriores del cañon, ó de si los verdaderos puntos salientes se habian perdido por algun choque en las maniobras ó transportes; pues que la menor

impresión muda el punto saliente dos ó tres líneas á derecha ó izquierda.“

27. „En fin el artillero no tenia punto aparente para empezar su puntería, en lugar que con mira, si la pieza habia echado su bala tres pies á la izquierda, estaba seguro de rectificar el tiro siguiente, apuntando por ella tres pies á la derecha; y tenia un punto fijo y bien aparente por el que podia rectificar la dirección aun suponiendo el punto de mira mal situado.“

28. „En consecuencia de estos razonamientos que no dan lugar á réplicas, se habia pedido el restablecimiento de los puntos de mira y miras. Pero este restablecimiento no aseguraba la dirección de la bala sinó cuando se tiraba de punto en blanco. ¿Y cuándo se tira así? respecto que el punto en blanco es un solo punto de todos los que puede batir un cañon en una determinada posición; y que desde que se está fuera de esta distancia es preciso elevar la pieza. Entonces ocultando el brocal el objeto á la vista del que apunta, aplicada á la faja de culata, le son inútiles el punto y la mira: así dirige y eleva la pieza atentas.“

29. „Se respondia que era preciso conocer la distancia á que se estaba. ¿Mas de que medios valerse? porque no se podia pensar seriamente en poner un geómetra con un cuadrante en cada pieza: y aun ménos se podia imaginar de que le dejase hacer sus operaciones el enemigo.“

30. „Pretender asegurarse de esta distancia á la simple vista aun de un modo imperfecto, seria no conocer el efecto que producen los vapores, lo alto ó bajo del sol sobre el horizonte, las nubes, las disposiciones locales particulares y mil ilusiones de óptica

que concurren á engañar la vista mas abenta y egercitada, singularmente quando quiere apreciar distancias largas, como ordinariamente lo son, desde las que se tira con cañon.

31. „¿Y aun quando se conociese la justa distancia á donde se tira, de que serviria este conocimiento, pues que se ignoraria siempre el número de grados que se debia elevar la pieza, quanto se elevaba en efecto, y que para elevarla era preciso perder el objeto de vista y de consiguiente su verdadera direccion?“

32. „De estas dificultades que no remediaba la restitution de las miras y puntos, se seguia necesariamente: 1.º que se tiraba frecuentemente fuera de alcance: 2.º que aun quando se estuviese á alcance se elevaba la pieza demasiado ó muy poco: 3.º que si se habia elevado por casualidad lo que se debia en un tiro, la justa elevacion que se le habia dado no servia de nada para el siguiente, porque ninguna cosa podia guiar al que apuntase para volver á poner la pieza en esta elevacion: en fin, que se tiraba siempre atentás.“

33. „Todos estos defectos tan considerables en la puntería de las piezas permanentes lo son aun mucho mas respecto á las piezas de campaña, que están en el caso de mudar de posicion á cada momento, y que además estando siempre en el terreno inmediatamente, sus ruedas y contera están desigualmente elevadas ó mas ó ménos enterradas. Supuestas estas reflexiones y el conocimiento que todos tienen de que el menor error en la elevacion basta para que el tiro vaya muy alto ó se quede muy corto, singularmente á distancias tales como son los alcances ordinarios del cañon, no causará espanto si á

pesar de la destreza de los artilleros, se yerran tantos tiros en las escuelas y muchos mas en la guerra, donde la precipitacion y turbacion que existen al ménos en cuanto nos rodea, concurren á que la punteria sea más incierta.

34. „A Gribeauval somos acreedores particularmente del medio de asegurarse á un mismo tiempo de la direccion, lo que se conseguia con las miras y puntos, y de la elevacion de la pieza, para la que no servian las miras y los puntos.

35. „Este medio consiste en encajar detras de la culata de cada pieza una barrita de cobre de pulgada y media de alto. Esta barrita tiene sobre su cabeza una mira, y está dividida de dos en dos líneas: se eleva sobre la culata á la altura que se quiere por medio de un manubrio. Cuando el blanco está á la distancia de punto en blanco, su superficie superior rasante á la culata sirve de mira ordinaria, y se alinea con el punto contra el objeto. Cuando este está fuera de alcance de punto en blanco como lo está siempre ó casi siempre en la guerra, (y lo que se conoce cuando apuntando á él la pieza por el raso de metales es corto el tiro) es necesario levantar la boca bajando la culata. Entonces esta barrita llamada *alza* se eleva sobre la culata otro tanto como está baja, á fin que permaneciendo su parte superior alineada con el punto y el blanco se descubre siempre este.

36. „De este modo el artillero no pierde jamas de vista el objeto, y sabe en todos casos la medida exacta de lo que ha elevado la pieza: si el tiro es aun corto corrige mas el siguiente; y enmendándole sabe la cantidad de que le corrige. Asi el tiro último le sirve de regla para el siguiente, sea para con-

servar la misma elevacion ó para volverla á dar en caso de haberla perdido: en fin está cierto que si sabe apuntar bien, dará precisamente al objeto al segundo ó tercer tiro.“

37. „Se percibe desde luego cuan seguro y conveniente es este método para todas las posiciones en que puede hallarse una pieza, y sobre todo cuan útil es para las vagantes por esencia, como son las de campaña, con las que el artillero muda á cada instante de objeto y distancia. En la alza tendrá una guia siempre cierta que le anuncie no solo cuanto debe elevar su pieza caso que el objeto esté á su alcance; sinó tambien si debe usar bala, metralla gruesa ó menuda. Teniendo todas las piezas la misma guia, cuatro de ellas bastan para instruir á toda la línea como debe reglar su fuego.“

38. „Se debe observar con particularidad que este método de apuntar no supone ninguna especie de ciencia, ningun conocimiento, ni aun ninguna inquietud sobre la distancia á que se halla el objeto, ni de lo que se eleva ó baja la pieza; y ménos el talento de encontrarse en medio de cálculos y tablas científicas, que hacen mas honor á la paciencia que á la sabiduría de los que pierden su tiempo en construir las, con la idea de que se va á la guerra con un libro en la faltriquera para léerle en batería.“

39. „Para el uso de la alza basta un ignorante que no sepa lo que es *proyeccion*, *amplitud* ni aun lo que es un grado, en fin un simple artillero que no tiene mas talento que apuntar el cañon derecho al blanco que tiene á su frente, y levantar mas ó ménos una pieza pequeña de cobre, cuya parte superior alinea siempre con el punto y el objeto, que no pierde nunca de vista.“

40. „De todas las inovaciones que han perfeccionado la artillería en esta nueva formacion, es esta, puede ser, una de las mas importantes por sus consecuencias. Asegurándose de la puntería del cañon con ella, se ahorran las municiones que se consumian en tiros perdidos. Objeto inmenso si se reflexiona lo que cuesta al Rey un tiro de cañon disparado sobre el enemigo. Pero aun es de mayor importancia el que por su medio se conservan las municiones para los instantes decisivos, impidiendo que no se consuman inutilmente. En fin, hace mas temible la artillería á los enemigos; siendo causa de que sus tiros sean certeros.“

41. La construccion de la alza, cuyas utilidades hemos acabado de esponer, valiéndonos del citado autor, se reduce á hacer un cric ó gato pequeño de cobre, en cuya cabeza hay una mira, y cuya barra está dividida en pulgadas y líneas para señalar la altura á que se debe elevar, si se conoce la distancia de los objetos, y el alcance de la pieza con todas las elevaciones de la alza; pero si el artillero ignorase lo uno y lo otro, las divisiones del cric le proporcionarian una medida para apreciar la cantidad de que debe corregir su tiro de prueba. Para usar esta máquina se hace una mortaja en la culata de la pieza, proporcionada para acomodar en ella el cric; de modo que la mira quede siempre en el plano vertical que pase por el ege de la pieza; y se cierra con una plancha de cobre fija con cuatro tornillos: la plancha tiene un taladro en direccion del ege de la linterna para acomodar en él un manúbrio.

42. No obstante la solidez de las razones con que Coudray manifiesta la utilidad de la alza, se halla su uso fuertemente combatido por los partida-

rios del antiguo sistema que al fin lograron proscribirla en Francia. El célebre marqués de la Valliere en una memoria presentada á la academia de las ciencias en 1775 se esplica asi; „Se debe considerar: 1.º que la alza movable tanto para la pieza larga como para la corta es un mal instrumento: 2.º que no puede servir casi nunca sinó para tirar cuando no se debe: 3.º que su manejo se hace atientas y es frecuentemente imposible: 4.º que no servirá casi nunca sinó de inducir á error. He dicho 1.º que la alza es un mal instrumento; porque en la guerra se descompondrá su juego por el orin ó el polvo y el barro que se introducirán en su estuche; y porque su debilidad la espone á falsearse ó romperse habiendo de ser manejada por manos groseras, con la precipitación que exigen el ardor de un combate y el aspecto del peligro. He dicho 2.º que no puede servir casi nunca sinó para tirar cuando no se debe; porque el efecto de la alza es aumentar la elevacion de unas piezas que acaso tienen ya demasiada por su construcción. Pues como las balas asi tiradas no obran sinó sobre el punto en que caen por sumersion, y dando pocos ó ningun rebote, no podran chocar al enemigo sinó por la mayor casualidad, y aun cuando le encuentren apenas herirán mas que á un hombre. Generalmente hablando seria mas útil conservar las municiones para cuando hiciesen mas efecto. He dicho 3.º que su manejo es atientas y frecuentemente imposible; por que en efecto para usarla utilmente seria necesario poder observar la caída de la primer bala, para dar en consecuencia mas ó ménos grados á la alza, segun la bala hubiese dado ó demasiado corta ó larga. Pero al frente del enemigo se sabe cuando la bala cae corta ó lar-

ga? ¿Los alcances no están espuestos á variar? y para dar en una linea de tres hombres de fondo es necesaria la mayor exactitud. ¿Cuántos tanteos serian precisos para vencer estas dificultades! ¿Y se podrá nadie linsongear de vencerlas? ¿Y si no se pueden observar las caídas de las balas como sucederá frecuentemente si se mueve cualquiera de las lineas, no es evidente que los medios de reglar estos tanteos se hacen impracticables, y de consiguiente imposible el uso de la alza? He añadido 4.º que no servirá casi nunca sinó de inducir á error. En efecto un campo de batalla no es un terreno de nivel; una de las ruedas del afuste se encontrará casi siempre mas baja que la otra. Pero es evidente que en este caso la alza fija á la pieza declinará hácia la rueda mas baja, y que de consiguiente el radio de mira tomado por medio de la alza se prolongará oblicuamente del otro lado de la pieza, y cortará el plano vertical que pase por su eje; luego la pieza no quedará apuntada á donde se termine la visual: luego siempre que las ruedas no esten de nivel no servirá la alza sinó de engañar al que apunte.

43. Con estas y otras semejantes objeciones Dupuget y San Auban combaten tambien fuertemente el uso de la alza, mas no obstante créemos que su establecimiento sería muy útil. Los Ingleses que ciertamente no son los que peor manejan y apuntan la artillería, usan de las miras y alzas, particularmente en los obuses, muy difíciles de apuntar sinó por su medio. El mayor y mas sólido inconveniente que tienen las alzas, y que les es comun con las miras fijas es el 4.º de los que espone la Valliere: esto es, que inclinadas las ruedas resulta errónea la puntería; pero se ha calculado que un cañon de á 12 colocado

sobre un terreno, que en la abertura de sus ruedas, que es de 4 pies 8 pulgadas, tenga un pie de desnivel, solo se apartará la direccion de la visual de la del eje por el error de la alza, 4 pies á una distancia de 200 toesas, y 46 á la distancia de 666 toesas. Pero estas divergencias no son considerables respecto á las distancias, y mas habiéndose de tirar en estos casos contra tropas, que presentan un frente muy estendido y de poco fondo, y que de consiguiente la mayor exactitud se necesita en la elevacion, para cuyo arreglo y tino es inegable contribuirá en gran manera la alza. Ademas que en los sitios y defensas de plazas, en donde la artillería se sirve sobre esplanadas no existe esta contra, y si grandísima utilidad en el uso de la alza para tirar de rebote con cañones, ó directamente cuando los objetos están fuera del alcance de punto en blanco como suele suceder.

44. Decir que la alza sirve para que se tire cuando no se debe, es decir que no se debe tirar jamas fuera del alcance de punto en blanco: lo que ciertamente no se sigue ni debe seguirse en la práctica. El alcance de punto en blanco de la artillería de campaña es próximamente de doscientas toesas, á cuya distancia puede empezar á hacer fuego la fusilería, y se sabe que entonces es menos arreglado y exacto el de la artillería que aquella perturba. Por otra parte los egércitos hacen siempre sus evoluciones y movimientos fuera del alcance de punto en blanco, y en estas ocasiones es cuando mas útilmente debe batirlos la artillería.

45. Créemos, pues, que la alza puede ser un instrumento muy útil tanto para las piezas de campaña como para las de sitios, y que de consiguiente

merece que se examine y pruebe sin parcialidad en nuestras escuelas: por tanto nos hemos estendido con alguna proligidad en la esposicion de sus ventajas y contras.

69  
46. Espuesto quanto pertenece á la puntería de un cañon de batir, pasamos á hacer algunas advertencias sobre el modo de cargarle. Ordinariamente se introducía la pólvora determinada para su carga con una gran cuchara de cobre; se reunía en la recámara con el atacador; se ponía un taco de heno ó esparto sobre la pólvora, se atacaba con cuatro golpes muy fuertes; se entraban la bala y otro semejante taco, y sobre este solo se daban dos golpes con el atacador.

47. Esta práctica prevenida por la ordenanza, tiene en su contra, que espone sin necesidad descubiertos en la tronera mas tiempo que el preciso á los artilleros que atacan, y que ademas acorta la velocidad de las balas: uno y otro se hace visible por las siguientes reflexiones.

48. El cargar con pólvora á granel lejos de atraer utilidad es espuesto á que vertida ocasiona una desgracia: por mas que se reúna nunca suele ocupar exactamente la recámara, y se muele parte de ella con el atacador: el taco de heno que es el mas comun no le ofrece apenas, particularmente si está seco, ningun ostáculo que detenga los impulsos de su inflamacion, para que esta sea mas completa; antes por lo leve de su materia deja como un vacío entre la pólvora y la bala, donde se estiende el fluido producido, para que ocupando mas espacio tenga por consiguiente menos elasticidad. Por otra parte: quanto mayor sea este taco tanto mas cerca queda la bala de la boca del cañon, y menos espacio le

queda que recorrer del ánima, en cuyo tiempo acelera su movimiento por los continuos impulsos de la pólvora; de lo que resulta que tambien padecerá su velocidad por este motivo. El taco que se pone sobre la bala es absolutamente inútil cuando se tira por elevacion; y solo puede servir para que la bala no se ruede tirando por depresion ú horizontalmente, en cuyos casos no hay necesidad sinó de introducir sencillamente un taco pequeño sin atacarle.

49. Síguese, pues, que el modo mas oportuno de cargar el cañon, y al mismo tiempo mas espedito será: introducir la pólvora en un cartucho de papel, sobre este la bala sin taco intermedio y encima de ella un taco leve, cuando no se tira por elevacion: los artilleros solo estarán descubiertos una corta parte del tiempo que del otro modo, y la bala recibirá inmediatamente los impulsos de la pólvora, y tendrá mayor espacio del ánima que recorrer. Esto mismo manifiestan las esperiencias hechas en la Fere, segun el editor de las memorias de San-Remy, y se comprobó en el último bloqueo y sitio de Gibraltar, y aun mas en el hecho observado en esta escuela (§. 138 del artículo I.º) de quedarse los tacos en el cañon.

50. Aunque se ha dicho que los tacos de heno ó esparto puestos sobre la pólvora lejos de contribuir á la mayor velocidad de la bala, la acorta; suele no obstante ser conveniente su uso despues de haber hecho algun fuego el cañon, é igualmente será útil poner tacos mayores á proporcion que un cañon haya hecho mas servicio. La razon de esta regla que á primer vista parece que se implica se funda en que, como se espuso en el número V del artículo II.º, regularmente vienen á inutilizarse los ca-

ñones por los golpes de las balas, y estos son mas fuertes á proporcion que son mayores sus asientos en la recámara: de consiguiente será una providencia acertada para conservar las piezas hacer por medio de tacos, que las balas muden su primer asiento en la recámara, y despues el segundo.

51. Los tacos muy fuertes de filástica aun cuando acortasen algo la velocidad de la bala por disminuir la interposicion del primero el espacio que recorre en el ánima, suplen en parte este defecto siendo causa de que la inflamacion de la pólvora sea mas completa en la recámara, y no dejando disipar la parte del fluído producido por la pólvora, que se exalaría por el viento de las balas: asi serán mas ventajosos mientras menores y mas desiguales sean estas, por la razon espuesta y por que no dejarán que golpéen el cañon. Pero el uso de estos tacos tiene dos inconvenientes muy notables: uno que es necesario que los artilleros que los introducen estén mucho tiempo espuestos frente de la tronera (aunque por regla general se deben acostumar en las escuelas á no descubrir mas que los brazos); y otro ser costosísimos.

52. Siempre que se haga fuego con cañones de batir se reconocerán las cuñas de mira; cuando son muy puntiagudas y tersas las suele echar fuera el empuje de la culata, y variar el tiro: las cureñas del nuevo método tienen dos correderas en las que encaja la cuña de mira y asi queda mas firme.

53. En fin el punto que créemos mas esencial sobre esta materia en las escuelas prácticas, es apuntar variando las distancias y las cargas: de este modo se formará el golpe de vista indispensable para usar la artillería con acierto. La teoria, como deja-

mos dicho, no puede instruirnos en esta parte; porque pide para su aplicacion oficiales muy versados en los cálculos superiores, un tiempo que no hay en las ocasiones que se necesita, el aparato de escuadras é instrumentos graduados, máquinas para reconocer cada especie de pólvora, y despues de estos requisitos y cálculos prolijos y sumamente largos, el defecto de un cañon, el mayor viento de una bala y una infinidad de circunstancias harian erróneos los resultados.

54. Las escuelas prácticas como antiguamente estaban establecidas, no eran realmente de grande utilidad por lo respectivo al cañon de batir; pues despues de un exorbitante consumo de pólvora solo enseñaban á apuntar á un determinado blanco, con una misma carga; de modo que situado el blanco á otra igual distancia pero en otro terreno, no sabria apuntar el que mejor dirigiese los tiros en la otra posicion: fuera de esto el simple artillero que observa, que apuntando dos ó mas varas bajo del blanco son los tiros acertados, infiere y se forma una regla general para todos los casos, sumamente falsa.

55. En el egercicio de mortero se ofrecen iguales reparos que en el de cañon, con las diferencias que ocasionan su diversa figura y su puntería constantemente por elevacion: asi observaremos el mismo método, tratando primero del modo de apuntarle, y despues de las reglas que se deben tener presentes para cargarle.

56. Apuntar un mortero se reduce á poner el ege de su ánima en direccion del blanco, y á darle la elevacion mas oportuna para que la bomba le choque; pero como por la construccion de nuestros afustes

sea constantemente la graduacion de 45 grados, solo queda que tratar de la direccion,

57. Estando el blanco ú objeto á que se dirigen las bombas cubierto del espaldon de la batería, no se podrá apuntar el mortero directamente á él; por lo que se hace preciso valerse de un instrumento que situado sobre el espaldon, marque y fije el plano vertical por donde se debe mover la bomba para dar en el blanco; y tal son las pínulas ó alidades de que se usa por lo comun; pues sus dos hilos marcan un plano vertical: de consiguiente puestas sobre el espaldon en la direccion del blanco y del mortero para cuya puntería han de servir, y dirigidas de modo que la visual tirada por ellas pase ó se termine en el objeto que se ha de bombardear; se tendrá por este medio determinado el plano por donde se debe apuntar el mortero.

58. Mas como por la construccion y posicion de este no se pueda apuntar tirando una visual por el raso de metales como en el cañon, es indispensable valerse de otro instrumento con que se pueda dirigir, y este se reduce á una plomada. Poniéndose con ella el que apunta fuera de la esplanada ó á su extremo exterior y hácia enmedio de ella, y elevándola con la mano derecha, observará si la visual tirada por su hilo concurre con el plano de las pínulas; y cuando no, se moverá á derecha ó izquierda hasta que efectivamente el hilo de la plomada y los dos de las pínulas estén en un mismo plano: entonces hará mover el mortero hasta que la visual tirada por la plomada asi colocada le divida por medio: es decir, hasta que dicha visual concorra con su ege, que será la direccion que lleve la bomba.

59. La mayor dificultad que ocurre en apuntar así el mortero, consiste en conocer cuando la visual de la plomada concurre con el ege que es una línea imaginaria, por lo que es imposible cerciorarse de ello: el medio que se debe tomar es el mismo que en el cañon; valerse para la puntería de una línea determinada exteriormente en la superficie convexa del mortero, que esté en el mismo plano que el ege, y esta línea es la que marcan el fogon y el medio del asa, ó la cruz que tienen los morteros del método antiguo: el primer punto que se debe procurar cubrir en la espresada visual es el fogon, y después moviendo el afuste por delante de la boca del mortero se cogerá el otro punto. El mortero así apuntado tendrá una justa direccion si está bien construido y montado sobre su afuste; si este es regular, esto es, de iguales dimensiones en las partes correspondientes; y si la esplanada está bien nivelada por su ancho y es bastantemente sólida. Mas como es factible que por defecto de alguna de estas circunstancias ó de varias de ellas, el ege del ánima no esté en el mismo plano vertical que la línea entre la cruz y el fogon, acontecerá muchas veces que el mortero no arroje la bomba en la direccion en que se ha apuntado; en cuyo caso será preciso observar la divergencia y corregir la puntería, dejando la cruz sin cubrir á la parte opuesta que ha sido el yerro del tiro, mas ó ménos segun este haya sido mas divergente.

60. Como puede haber otras varias causas que después se enumerarán para que se tuerza la direccion de la bomba aunque esta salga bien dirigida del mortero, no se efectuará la espresada correccion hasta que se observe que en dos ó tres disparos se-

guidos, egecutados con buenas bombas, es una misma la divergencia hácia un lado.

61. Cuando haga mucho aire ó se quiera apuntar con mucha exactitud un mortero de plancha, ú otro que haya de arrojar su bomba á muy larga distancia, convendrá sumergir el plomo de la plomada en un cubo de agua, para que asi sea mas fija la visual que se tire por ella. Tambien se debe tener presente, que cuando el objeto que se ha de bombardear esté en direccion oblicua al espaldon, y la esplanada sea paralela á este, es necesario atravesar el mortero en ella; y el que apunta debe apartarse de su ege á derecha ó izquierda segun el objeto, y de consiguiente las pínulas han de estar mas inclinadas á la mano opuesta.

62. El apuntar un mortero se reduce á practicar las reglas que se acaban de esponer: con tal que la bomba caiga en la direccion del blanco se tendrá por exacta la puntería. La gran dificultad está en proporcionar de tal modo la carga y elevacion del mortero, que el alcance de la bomba sea igual á la distancia á que está el blanco. En los cañones no se exige ni se necesita saber el alcance de sus proyectiles con tanta exactitud; pues solo se busca que estos toquen al blanco en el discurso de sus trayectorias, lo que desde luego se percibe que es mas fácil.

63. Para determinar á punto fijo cual sea el alcance de una bomba es necesario saber cual es la curva que describe. Galileo demostró que todo proyectil describia una parábola en virtud de su fuerza impulsiva y de la de su gravedad. Los geométras posteriores adoptando este principio han calculado las amplitudes ó alcances de todo móvil, se-

gun la fuerza y ángulo de elevacion porque es arrojado. Blondel y Belidor han formado tablas de los alcances de las bombas segun estos principios: más como ignoraban el modo de calcular la velocidad inicial ó fuerza que daba la pólvora á las bombas, se sirven para arreglar sus tablas de los alcances hechos por 15 grados de elevacion, y de ellos infieren todos los de los demas ángulos.

64. Pero la esperiencia ha manifestado que el espresado principio de Galileo solo es cierto respecto de un móvil que se mueve en el vacío; y sumamente erróneo cuando su movimiento se hace en el aire, y de consiguiente esperimentando la resistencia de este fluido. Esta resistencia no es despreciable de ningun modo, como pretenden muchos autores sino que influye en tanto grado en los alcances que éstos se reducen á una corta parte de lo que deberian ser sin ella; por exemplo, una bala de arcabuz arrojada por 45 grados de elevacion y con una velocidad inicial de 1100 pies por segundo, solo alcanza segun los esperimentos de Antoni 2940 pies; mientras que por el cálculo hecho segun el espresado principio de Galileo se encuentra que su alcance debería ser de 63684 pies.

65. Síguese de aquí que los cálculos de la proyeccion de los cuerpos formados sobre el espresado principio, y espuestos en muchas obras de artillería, son absolutamente inútiles para ella, y por lo tanto no les daremos lugar en este tratado.

66. Las tablas de Belidor son, pues, erróneas por estar formadas prescindiendo de la resistencia del medio; pero es de advertir que sus yerros no son tan notables, como los que da el cálculo: y es la razon que valiéndose este autor como se ha dicho,

de tiros de prueba para conocer la velocidad de las bombas, y experimentando estos tiros los efectos de la resistencia, sus alcances son mucho menores de los que daría el cálculo solo; por consiguiente lo son tambien los calculados en virtud de ellos para los demas ángulos, aunque siempre mayores de lo que efectivamente son, y tanto mas cuanto mayores son los ángulos de elevacion. Prueba de esto es que segun dichas tablas, el ángulo por que se obtiene mayor alcance con una misma carga es el de 45 grados, y los alcances de todos los ángulos equidistantes de este, por ejemplo los de 50 y 40 grados son iguales; mientras que la esperiencia y el cálculo hecho contando la resistencia, demuestran que en siendo algo considerable la velocidad del móvil, se aparta y es menor de 45 grados el ángulo por el cual logra su mayor alcance, y tanto mas cuanto sea mayor su velocidad y superficie y menor su masa ó gravedad específica; y tambien que los ángulos mayores de 45 grados dan menores alcances que sus equidistantes.

67. Se podría creer vistos los grandes progresos del cálculo y de la fisica, que seria oportuno calcular los alcances de los proyectiles contando la resistencia del aire. Efectivamente han emprendido este cálculo con éxito varios de los mas grandes géometras de este siglo, y sus resultados se han hallado confirmados por la esperiencia, con todo el grado de exactitud de que son capaces unas materias tan complicadas y vastas; mas no obstante es preciso confesar cuando se quiere hablar con sencillez, que este medio de hallar los alcances de las bombas (segun las cargas y elevaciones con que son arrojadas) es absolutamente inútil en la práctica de una batería, y de consiguiente debe omitirse en las

escuelas. ¿Qué oficial podrá por mas instruido que esté en los cálculos superiores, tener en una batería tiempo, tranquilidad y proporcion para formar series, integrarlas y aproximarlas: repitiendo esta operacion á cada barril de pólvora y con cada mortero? Pero aun cuando esto fuese factible, el mayor ó menor viento de una bomba, la diferencia de la atmósfera y otras muchas contingencias que despues se especificarán, sacarán erróneos sus cálculos y aun ridiculos para los que no estuviesen impuestos en ellos.

68. De estas reflexiones se colige que la única regla y medio que hay para arrojar las bombas con acierto es la práctica: este es un aserto admitido por todos los oficiales experimentados de artilleria, sin embargo de las declamaciones de muchos autores. Pero se debe advertir que no ha de ser una práctica ciega y servil, destituida de principios y teoría; pues aunque esta (como dice el autor del ensayo sobre el uso de la artillería) no dé exactamente los efectos de la naturaleza, nos presenta los límites que es indispensable conocer. Así se estudia la dinámica y estática prescindiendo de la resistencia de los medios, de la flexibilidad de los planos, del rozamiento, de la imperfeccion de los muelles, &c.

69. Esta práctica de arrojar las bombas (supuesta su direccion de que ya hemos tratado, y la elevacion constante del mortero por 45 grados) consiste en proporcionar la carga á la distancia á que se quiere arrojar la bomba, y evitar en cuanto sea posible los incidentes que pueden hacer variar y complicar los alcances: para esto espondremos cual sea preferente y por que razones.

70. Segun la citada ordenanza se cargan los mor-

teros del modo siguiente: se introduce una aguja en el fogon hasta que atraviese la recámara; se pone en esta la cantidad de pólvora que parece oportuno; sobre ella un lienzo y encima un pedazo de tepe ó tierra arraigada, se acaba de llenar la recámara de tierra húmeda que se apisona con el atacador; con la misma tierra se forma un asiento á la bomba, se introduce ésta, y sobre ella al rededor del ánima se echa tierra que se ataca con la cola del atacador, que tiene la forma de una cuña, en fin se retira la aguja, y con ella se introduce pólvora por el fogon para cebar el mortero; al que se le da fuego despues que á la espoleta.

71. Por poco que se reflexione sobre este procedimiento, se encontrará inventado, al parecer, para complicar mas y mas el conocimiento de los alcances; porque siempre se mezcla alguna tierra con la pólvora: esta se deteriora segun la humedad de la tierra, grueso del lienzo y tiempo que esté cargado el mortero: es imposible atacar con igualdad ni usar de tierra igualmente humedecida: muchas veces se desprende la bomba de las mordazas, y cayendo de golpe comprime mas la carga: la tierra no sujeta bien ni con igualdad á la bomba, por consiguiente golpea esta al mortero, y á poco viento que tenga le deteriora, y ella muda considerablemente de direccion: en fin la pólvora que se introduce al cebar en mas ó menos cantidad altera la fuerza impulsiva. Ademas de estas contras tiene esta práctica la de que habiendo en la tierra muchos granos de arena vitrificables de mayor dureza que el hierro segun el Conde de Buffon, oprimidos estos por la bomba rayan el ánima del mortero. Pero sobre todos estos inconvenientes es digno de atencion el de tener que dar fuego

en dos tiempos, lo que ocasiona el no poder proporcionar con exactitud los tiempos de la duracion de la espoleta, para que la bomba reviente al caer ó inmediatamente, como muchas veces conviene; y que si por varias casualidades que han sucedido y no son remotas, no prende fuego prontamente el mortero, le inutilice reventándose en él por temor de que lo egecute dentro de la batería: accidente que podrá acontecer tambien por correrse ó abrirse la espoleta.

72. Cuando el objeto de una batería de morteros es bombardear una plaza no se necesita de exactitud ni proligidad: asi puede muy bien desempeñarse este destino suyo cargándolos del modo que se acaba de esponer, como efectivamente se ha egecutado repetidas veces. Pero cuando se destinan á batar y desalojar al enemigo de los flancos, del camino cubierto, de una caponera, tenallon, cortadura ú otro puesto estrecho y que ofrece poco objeto; entónces nunca podran estar demas ni aun ser suficientes todas las precauciones que se puedan tomar para la exactitud de los tiros, que no es fácil se logre cargando con tierra: véase, pues, el método que la esperiencia y la razon manifiestan preferente por mas espedito, sencillo y libre de la mayor parte de los accidentes que alteran los alcances, y que por lo tanto mandó seguir el conde de Lacy.

73. Se introducirá un estopin por el fogon hasta que llegue á la recámara, se pondrá en esta la pólvora que parezca suficiente, se hará en el ánima un asiento de heno para la bomba á fin de promediarla mejor, y esta se asegurará con cuatro cuñas de madera ligera, suave y sin nudos, como chopo, aliso, pino, &c: la espoleta tendrá en su cabeza dos muescas ó escopladuras muy superficiales, en las que se

ajustarán por en medio dos estopines sin carrizo de tres cuartas á una vara de largo, cuyos extremos se introducirán hasta el fondo del ánima al lado de las cuñas: bastará tambien poner dos mechas cortas de estopin que penetren media pulgada en el misto de la espoleta: en fin la esperiencia ha manifestado que no suelen ser precisas estas precauciones, y que cuando la carga del mortero es un poco fuerte, basta rascar la superficie del misto de la espoleta para que esta se incendie.

74. No nos detendremos en circunstanciar las ventajas que se obtienen cargando así los morteros, según actualmente se practica en casi todas las potencias de Europa; pues basta ver desvanecidas todas las contras que se han manifestado atrae el cargar con tierra.

75. Simplificado así el modo de cargar los morteros será necesario para conocer las cargas que puedan proporcionar los alcances que se buscan una especie de tanteo, aumentando ó disminuyendo la cantidad de pólvora: á cuyo efecto se ha de pesar esta con la mayor proligidad y tomarla de un mismo barril: acabado este se repetirá el mismo tanteo.

76. Se dejan ya espresadas las mas de las causas que pueden contribuir á la mala direccion de la punteria de un mortero y á variar sus alcances, y se han espuesto los medios mas sencillos de remediarlas; resta manifestar algunas otras que se deben tener presente, así para conocer y corregir sus influjos como para no atribuirlos á otra causa distinta, que procurándola evitar se aumentaria el vicio de los tiros por esta equivocacion: como si torciéndose la direccion por defecto de la bomba se enmendase la punteria al tiro siguiente. Estas otras causas son pues:

1.<sup>a</sup> no estar bien promediada la bomba ó la mala reparticion de sus metales; porque debiendo estar estos desigualmente repartidos, de modo que el grueso mayor esté en el fondo de la bomba, se debe procurar que el ege, que pasando por la boca se termina en el fondo por el mayor grueso de metales, coincida con el ege del ánima, para que recibiendo así la bomba igualmente los impulsos de la pólvora, y ofreciendo igual resistencia todo al rededor no varíe su direccion. 2.<sup>a</sup> El mayor ó menor viento de la bomba, aun cuando no haga variar la direccion, influye en su alcance y mucho mas cargando sin tierra, como se deja dicho. 3.<sup>a</sup> Las densidades ó gravedades específicas de las bombas pueden en parte influir en sus alcances: aunque la mayor fuerza que tiene la mas grave para vencer la resistencia del aire equilibra en parte la mayor velocidad con que la pólvora arroja la ménos densa, sin embargo si las diferencias de peso son considerables, siendo iguales los diámetros, alcanzará mucho mas la ligera particularmente si la carga no es muy fuerte. 4.<sup>a</sup> Las desigualdades de sus superficies provenientes del herumbre ó de sus moldes pueden influir de dos diversos modos: uno acortando los alcances, por la mayor resistencia que opondrá el aire; y otro variando la direccion si una mitad de la superficie de la bomba está desigual y la otra tersa. 5.<sup>a</sup> La variacion del tiempo influye considerablemente en los alcances; siendo húmedo no solo se disminuye la potencia de la pólvora sino tambien por estar la atmósfera cargada, y de consiguiente mas densa; opone mayor resistencia. 6.<sup>a</sup> En fin: el frio y calor; por la mañana temprano se creen mejores los alcances por razon de estar la atmósfera mas cargada que al

mediodia, que el calor del sol, particularmente en el verano, la ha enrarecido y aligerado. Mas no obstante, muchos autores afirman fundados en exactas experiencias, que los alcances son por el contrario mayores en tiempo frio, ó al ménos cuando la pieza lo está; pues entonces se inflamará la carga con mas celeridad. Lo cierto es que en este caso será mayor la velocidad inicial, aunque en determinada circunstancia puede no ser mayor el alcance por la mayor resistencia que opondrá la densidad de la atmósfera.

77. Se deja dicho que segun ordenanza nuestros morteros están siempre apuntados por 45 grados de elevacion; á cuyo efecto sus coginetes están fijos en los afustes, y cortados de modo que mantienen los morteros á esta altura; que por consiguiente se puede aumentar pero no disminuir. Esta elevacion fija sería útil si proporcionase en todas circunstancias y ocasiones los efectos mas ventajosos; esto es, si diese los mayores alcances de que son capaces las cargas é hiciese caer las bombas, causando el mayor destrozo que se puede esperar de ellas: véamos si en efecto acontece así.

78. En primer lugar, como arriba queda espuesto, los alcances por 45 grados no son los mayores, (se entienden simplemente por alcances las amplitudes horizontales) y el ángulo por el cual se obtienen es tanto menor quanto lo sea la densidad del móvil y mayores su velocidad y superficie: y es aun menor dicho ángulo, si el blanco está mas bajo; al contrario si está muy alto el ángulo de mayor alcance puede exceder al de 45 grados.

79. En segundo lugar: el objeto de las bombas puede ser como regularmente sucede romper edifi-

cios fuertes y naves, ó bien desalojar ó incomodar al enemigo en algunas obras y puestos; y ni en uno ni otro caso créemos ventajosa la espresada elevacion. En el primero no dará á la bomba tanta fuerza en su caída como otro ángulo mayor, y por el cual pueda llegar al objeto ó blanco; y en el segundo, si el terreno es dócil se enterrará y no causará estrago, y si es tenaz no dará botes largos y bajos que maltraten las tropas: es pues preferente en estos casos tirar por ángulos muy pequeños.

80. Parece, pues, conveniente construir los afustes de morteros de 10 pulgadas, cuyas bombas se destinan por lo comun para incomodar ú ofender tropas y no demoler obras, con la elevacion de solos 15 grados, y aumentarla de cinco en cinco grados, hasta 60 ó mas grados por medio de cuñas ó lechos asegurados y fijos con tornillos, á fin de poderles dar la elevacion mas ventajosa á las circunstancias y objeto á que se destinen. Los de morteros de 12 pulgadas deberian estar en disposicion que se pudiese variar la elevacion desde 45 á 75 grados, porque las bombas de este calibre se deben arrojar siempre con el fin de batir obras que se ocultan al cañon.

81. Asimismo para que la bomba quede bien promediada en el mortero, de modo que reciba los impulsos de la pólvora igualmente al rededor de su ege, convendrá elevar el mortero hasta dejar su ánima vertical y cargarle en esta disposicion; con la precaucion de poner la estaquilla ó astilla mas gruesa precisamente en el parage donde inclinado el mortero descansará la bomba. Con este medio se conseguirá tambien que las bombas no hagan tan pronto asiento en su ánima.

82. Finalmente como las bombas sean una munición estremamente costosa y sus tiros naturalmente inciertos, es necesario usar en el servicio del mortero de la mayor proligidad, y no perdonar ninguno de los medios (aunque parezcan en cierta manera frívolos) que puedan contribuir á la mas justa direccion y alcance de sus proyectiles. A este efecto se mezclará la pólvora de cada barril antes de usarla y se pesará exactamente; se usarán en cada batería bombas de una misma magnitud y peso (pues aunque en un parque ó almacén las haya de diferentes fábricas, se podrán distribuir en distintas baterías); se cargarán las bombas y arreglará la duracion de las espoletas en la misma batería; se reconocerá la carga que exige cada mortero, pues aunque todos sean nuevos y de un mismo calibre, siempre hay alguna variedad en sus alcances; y en fin cuando se tira á un objeto fijo convendrá, una vez hallada la justa direccion de un mortero, fijarla con reglas de madera ó planchas de hierro aseguradas con tornillos; método mas seguro y espedito para tirar por la noche que las señales de almágre ó albayalde, que se confunden ó no se distinguen.

83. El egercicio de pedrero es el restante de los que se hacen en las baterías de las escuelas prácticas: los movimientos de que se compone son casi los mismos que los del mortero; como tambien su puntería y método de hallar la carga mas competente, que es por una especie de tanteo: asi solo nos detendremos brevemente en los puntos peculiares de esta arma.

84. Como el alcance del pedrero es mucho mas corto que el del mortero, y las piedras que arroja se esparcen considerablemente y aun mas de lo que suele convenir, no necesita de mucha delicadeza

En su puntería ni tampoco en el modo de cargarse; ni la tierra con que se ataca y acaba de llenar la recámara ocasiona la falta de exactitud que en el mortero; pero si los inconvenientes aunque no considerables de ensuciar el ánima y batería, y de caer particularmente si el aire es contrario sobre los que le sirven. Parece que se podría escusar la tierra llenando la recámara con uno, dos ó mas cilindros de madera del mismo diámetro que su ánima, y que el plato de madera que se acomoda en el fondo del ánima, sentase sobre otro igual cilindro de una pulgada y media de alto, que fuese el último que se ajustase en la recámara. También podría usarse de un fuerte y proporcionado taco de filástica; mas la experiencia sola debe decidir sobre estos arbitrios y fijar el preferente.

85. Hay dos diferentes modos de cargar un pedrero, á saber con piedras sueltas ó unidas en un cesto de mimbres, proporcionado á las dimensiones del ánima del pedrero; pero siempre se debe poner en el fondo un plato de madera, cuya superficie superior será plana y la inferior convexa; de modo que se ajuste al fondo del ánima. En caso de cargarse con piedras sueltas se ponen las mas gruesas sobre el plato, y sobre todas una mayor llamada *maestra*, que sujetando á las demas no las deja salir hasta haber recibido suficientemente los impulsos de la pólvora. Este modo de cargar el pedrero tiene las contras de que las piedras irregulares rayan el ánima, y todas la golpean y maltratan; y de que las inmediatas á las paredes que sufren este rozamiento y choque, se quedan al pie de la batería mientras que las del centro van á caer muy lejos.

86. Cargando el pedrero con cestos llenos de

pedras se esparcen estas ménos, son mas iguales sus alcances y no maltratan el ánima; asi es mas útil esta práctica aunque tiene la contra de ser mas costosa y prolija.

87. Segun las circunstancias se suelen poner sobre las piedras una, dos ó tres granadas reales con sus espoletas, á las que se puede dar fuego á un tiempo por medio de un estopin comun.

88. El alcance ordinario de un pedrero es de 150 toesas, y cuando se quiere aumentar caen las piedras muy esparcidas y se maltrata la pieza considerablemente.

89. Conviene escoger las piedras redondas, sin picos ni irregularidades notables, y que pesen de dos á seis ú ocho libras. En lugar de piedras será mucho mas útil cargarle con balas de dos, tres y cuatro libras, ó de cascos de bombas y granadas que haya arrojado el enemigo, y aun mejor de granadas de mano: en este caso se deben cargar las espoletas con una mecha de estopin en la cabeza, atacar la pólvora de la carga del pedrero con tierra, echar sobre esta tres ó mas onzas de pólvora, y poner las boquetas de las granadas inclinadas hácia la recámara: se dará fuego á un pedrero asi cargado por medio de dos ó tres mechas de estopin que salgan de la pólvora derramada bajo las granadas y se terminen en el fogon. Se debe tener presente que los pedreros no tienen uso sinó en la defensa y ataque de las plazas; en aquella cuando el sitiador se apodera del camino cubierto, corona su parapeto, desciende al foso y quiere asaltar la brecha; ó tambien contra la zapa cuando llega á la esplanada. Y en el ataque, cuando se sitúan baterías sobre la esplanada para desalojar á los

sitiados de las obras atacadas ó interrumpir sus trabajos.

90. El cañon de campaña tiene otro egercicio distinto que el de batir; pero que no se hace de fuego por lo ordinario en nuestras escuelas, como parece era regular, pues créemos sea incomparablemente mas esencial é indispensable la práctica respecto á él que al del cañon de batir: este, en la guerra, se egecuta sin notable viveza contra objetos fijos y mayores, en los que no se pierde la ocasion de batirlos y arruinarlos, aunque se hagan diez ó mas disparos sin efecto antes de hallar la justa puntería. Pero en los cañones de campaña sucede todo lo contrario, pues se reunen una infinidad de circunstancias para no poder tirar justo ni corregir los yerros sin una grande y meditada esperiencia: tales son 1.<sup>a</sup> El ser su destino principal batir las tropas enemigas, y solo accesorio el destruir atrincheramientos y edificios fortificados: por consiguiente el objeto á que se dirigen es movable, y ofrece un blanco de poca altura. 2.<sup>a</sup> De esta movilidad del objeto resulta haber de variar la puntería á cada tiro. 3.<sup>a</sup> Como tirando contra tropas se han de variar sus proyectiles segun las distancias, es necesario conocerlas con bastante exactitud al simple golpe de vista, y saber determinar si conviene usar de bala ó de metralla, y de que especie deba ser esta. 4.<sup>a</sup> Haber de mudar de posicion, segun los movimientos del enemigo, tomando en cuanto se pueda sus prolongaciones para enfilar sus líneas. 5.<sup>a</sup> No sentarse las cureñas sobre esplanadas sino en tierras aradas, desiguales, pendientes ó pedragosas. 6.<sup>a</sup> Ser corto el tiempo en que en una accion debe egecutar la artillería los efectos de que es capaz; terribles y decisivos bien servida,

y únicamente ruidosos y de mucho costo cuando no se sabe dirigir: 7.<sup>a</sup> En fin servirse á cuerpo descubierto, ser el blanco del enemigo en una accion general, lo sangriento y terrible de esta, el depender la seguridad de los que la manejan de las tropas que deben sostenerlas, el estar á la espectacion de todo el egército, cuya mayor parte cree que un fuego vivo, largo é indiscreto de la artillería le es sumamente ventajoso, no dejarán á los oficiales de esta ni á sus sirvientes la serenidad y sangre fría, que son indispensables para atender y apreciar todos los puntos que acabamos de indicar.

91. Son, pues, como se infiere claramente de estas reflexiones, necesarias y esenciales las prácticas y experiencias con la artillería de campaña. En el número III diremos como deban hacerse para que tengan toda la utilidad posible, y en otro artículo se hallarán varias nociones acerca de ella y su servicio; asi solo añadiremos en este que se debe procurar que los movimientos de su egercicio sean los mas espeditos y sencillos, sin pararse en igualdad ni actitudes, sino en cuanto convenga para su facilidad, y que los artilleros han de agilitarse en él en toda especie de terrenos. Véase el tratado de egercicios.

92. La puntería de estos cañones en cuanto á su direccion se egecuta como la de los cañones de batir aunque con menos proligidad, por ser por lo comun mas estenso el blanco; pero por lo que mira á su elevacion, (que es la parte mas dificil y para lo que es necesaria mucha exactitud, por ser los objetos de corta altura), es diferente el método de egecutarla. En estos cañones no son tan á propósito las cuñas de mira sueltas, porque se necesita una especie de tanteo para acomodarlas, por exigir su

uno dos hombres para levantar la culata del cañon, y porque se perderian con facilidad. En lugar de ellas se suele usar de una cuña ó plano inclinado, que colocado por su punta entre la culata del cañon y la solera se obliga á entrar ó salir, elevando ó bajando el cañon por medio de una especie de gato con su manubrio fijo en la telera de mira, que puede manejar el que apunta sin salir de gualderas. Para hacer menor el rozamiento del plano inclinado y fortalecerle se cubre con una chapa de hierro. Esta máquina muy oportuna y adecuada para apuntar el cañon tiene la contra de que destruyendo el herrumbre la igualdad de su superficie y embotando su juego, no son suficientes las fuerzas de un hombre para moverla y el cañon queda sin uso.

93. En las cureñas de los cañones aligerados de campaña de los calibres de á 8 y 12 se ha substituido á este plano inclinado otra máquina mucho mas simple, pronta y poco espuesta á quedar sin juego, (de la cual se dió noticia en los §§. 9, 10 y 20 del artículo IV. á que nos referimos): y como creemos que no puede haber máquina, ni medio mas sencillo, seguro y pronto para hacer bajar ó alzar la puntería, por lo tanto la reputamos ventajosa y preferente para todas las piezas de campaña.

94. Si estas se sirviesen sobre esplanadas ó terrenos unidos, se tendria en la rosca un escelente instrumento para arreglar su elevacion; pues la esperiencia en las escuelas manifestaria quanto era el exceso del alcance de sus balas, sobre el de punto en blanco, á cada cuarto de revolucion de la rosca; y de consiguiente observando el primer tiro se podria bajar ó elevar la puntería con conocimiento. Mas como por lo comun se sitúan sobre terrenos desiguales,

á cada disparo se varía la elevacion, porque queda la contera mas alta ó baja respecto á las ruedas, y por lo tanto aunque el tiro haya tenido un alcance justo será necesario mover la rosca; asi para darle la misma elevacion si fue acertada ó enmendarla si errada no hay mejor arbitrio que la alza. Es verdad que cuando se tira á una columna que viene á atacar y esta se halla á corta distancia, nadie tendrá la sangre fria de usar de la alza; pero tampoco es necesaria pues el objeto estará dentro del alcance de punto en blanco, y ademas en cortas distancias los yerros de la puntería han de ser muy groseros para que el tiro se pierda, y mas procurando apuntar bajo para que sinó se aprovecha directamente lo egecute de rebote.

95. El cañon de á 4 aligerado que comunmente se llama de batallones, tiene un particular egercicio, que por la prontitud de su egecucion se nombra *violento*. En nuestras escuelas se egercita bastante-mente la tropa en él: de modo que los artilleros ágiles y robustos suelen disparar de 15 á 20 tiros por minuto, sin embargo de introducir dos veces el escobillon en cada disparo, la primera para limpiar el ánima y apagar el fuego que pueda haber quedado en ella; y la segunda para acompañar el cartucho hasta el fondo del cañon. Un artillero manejará el escobillon con mas velocidad y de consiguiente el fuego será mas vivo, cuando la altura de la boca del cañon esté proporcionada á la suya, y su inclinacion al juego de su brazo mientras mas corto sea el cañon, mas holgado entre el escobillon y el cartucho, y mas limpia y tersa esté el ánima: tambien contribuye á la celeridad de este fuego el que estén ágiles los artilleros que introducen los cartuchos, po-

nen los estopines y les dan fuego, como asimismo la fortaleza y buena calidad de los estopines y lanzafuegos.

96. El agilitar la tropa en este egercicio tiene su utilidad; porque así pierde el horror que suele inspirar un fuego vivo y ruidoso, y el recelo de estar espuesta á un peligro por las desgracias que suelen acontecer. Mas no obstante estas ventajas nos parece que podria hacerse mas útil, menos espuesto y de mayor interes, si se enseñase al artillero á manejar el escobillon estando baja la boca del cañon; si se le agilitase primero sin fuego y despues con él, apuntando contra un lienzo tendido entre dos piquetes verticales y que representase un batallon: á los artilleros que mas disparos hiciesen en un minuto y mas agugeros abrieran en el lienzo se les podria dar un premio. Este egercicio seria mas útil que el que se practica; porque seria el mismo que debe hacerse en la guerra, se acostumbrarian con él á apreciar las distancias, los alcances de las balas y varias especies de metralla, y á saber apuntar: en lugar que con el que se hace nada de esto se aprende, antes bien se puede viciar el que maneja el escobillon, respecto á que para que cargue con mas celeridad se levanta la boca del cañon á proporción de su altura, para que el juego del brazo sea mas libre: de lo que puede resultar que puesto el cañon en la posición que debe, cargue el mas diestro sin agilidad ni aire. Tambien este egercicio seria menos espuesto; porque no pudiéndose hacer con él ni aun la mitad de los disparos que con el otro, y habiéndose de entrar el cañon en bateria, habria tiempo para que se apagase ó consumiese el fuego que pudiese haber en el ánima; á cuyo efecto

se podria apuntar antes de cargar. En fin seria de mayor interes; porque no dejando de ser bastante vivo el fuego, se veria la agilidad de entrar el cañon en bateria, apuntar y dar al blanco.

97. Mas como aun cuando se adoptase el egercicio que proponemos, podria conservarse el otro, y que ademas en ambos puede inflamarse la carga antes que se retire el escobillon, nos parece oportuno esponer aqui algunas reflexiones acerca de precaver este accidente que puede originarse: 1.º De dar fuego al estopin antes de tiempo, ó por descuido, ó por chispear mucho el lanzafuego. 2.º De estar tan caliente el cañon que inflame la pólvora. 3.º De haber en su ánima grietas y escarabajos que retengan algun fuego. 4.º De gotear el lanzafuego sobre el fogon, é introducirse por este algunas gotas, ó de arder dentro la mecha ó carrizo del estopin.

98. La primera de estas causas es la mas fácil de evitar usando de lanzafuegos que no chispéen, y estando un oficial ó sargento con mucha atencion para que no se dé fuego hasta que se haya retirado el escobillon.

99. La segunda la reputamos por insuficiente; pues como se espuso en el artículo I. la pólvora necesita un grado de calor bastante crecido para inflamarse súbitamente, que no créemos lleguen á tener los metales del cañon en un egercicio, pues que siempre puede resistir la mano su contacto.

100. La tercera nos parece mas especiosa que sólida asi por ser el cartucho y cuerda con que se ata de lana, materia nada inflamable; como porque aun cuando quedase algun cuerpecillo ardiendo le apagaria el escobillon la primera vez que se introduce, y ademas no seria suficiente su fuego para

inflamar súbitamente la pólvora sino soplando con viveza.

101. Infiérese, pues, que la única causa de encenderse el cartucho antes de dar fuego al cañon es la cuarta: en efecto ella sola es la que puede casi irremediabilmente ser capaz de este accidente, porque el mejor lanzafuego gotea cuando se oprime ó apoya la parte que arde contra algun cuerpo, y es imposible que en una larga serie de tiros no lo egecute asi el que lo maneja; y mas no inflamando el cúspide ó vértice de la llama al estopin prontamente, porque entónces para que no se retarden los disparos se aplica la llama por donde tiene mas actividad: esto es por su origen, en cuyo caso es muy factible que alguna de las gotas ó mocos de un fuego fuerte y pegajoso se desprenda, y entre por el fogon, en donde permaneciendo, (porque el escobillon no puede apagarla por su actividad), inflamará la carga inmediata apenas entre. Asimismo puede ser el estopin la causa del espresado accidente, si su mecha, que regularmente se introduce en la recámara, es muy gruesa, borrosa y poco embebida de la pasta con que se baña; ó si se ha humedecido, deteriorado ó es de mala calidad, puede ser que quede ardiendo dentro del cañon igualmente que el líquido que se desprenda del lanzafuego. Lo uno y lo otro es muy verosímil sean las causas efectivas del espresado accidente, asi el modo de precaverle será perfeccionar la fábrica de los lanzafuegos y estopines; de lo que se ha tratado en el artículo anterior, y acostumbrar á la tropa á que no dé fuego al estopin sino con el vértice de la llama que hace el lanzafuego.

102. Ademas de los egercicios facultativos se

debe imponer la tropa en el manejo de las máquinas mas comunes para remover la artillería, que son la cábria, escaleta, gato, cabrestante y trinqual. Entre ellas la de mayor uso es la cabria: en su manejo se enseñará á armarla con agilidad y destreza, encargando que se asegure el un cabo de la beta, y que se ligue fuerte y sólidamente el moton á la pieza que se haya de mover; pero la mayor atencion del que mande será que la cabria tenga la menor abertura posible, y que el peon esté situado frente por frente de sus dos piernas; de modo, que el plano vertical que divida por medio la grua ó cigüeña, divida tambien al peon por todo su largo, para que asi sostenga el peso en la direccion de sus fibras. Por esta misma razon no se armará la cabria sino sobre un plano sensiblemente horizontal. Igualmente nunca se omitirá el acuñarla sinó está herrada particularmente cuando esté muy abierta y sobre piedra.

103. Pero asi el manejo de la cabria como el de las demas máquinas son asuntos prácticos, que se aprenden mejor viendo su uso que con largas y prolijas esplicaciones: igualmente los oficiales y aun sargentos y cabos deben imponerse en las circunstancias y ocasiones en que conviene, y es mas espedito usar de cada máquina en particular, ó de alguna de las muchas maniobras sencillas que se ejecutan con cuerdas y espeques para elevar y remover las piezas. Como suplemento de este número darémos una noticia de los instrumentos ó juegos de armas para las piezas de artillería. A (lámina I.) es una asta con su feminela *ab* para escobillon de cañón; B cuchara. La parte *ab* es semejante á un atacador; desde *c* hasta el extremo *b* hay un rebajo que

sirve para ajustar en él y asegurar la plancha de cobre *cd* que forma la cuchara; **C** saca-trapos. La parte *ab* es de hierro; **D** un atacador; **E** rascador para cañon visto de costado y de frente, cuya parte *bcd* es de hierro. Los dos hierros *ab* y *ac* se acercan ó se apartan por su elasticidad segun sea necesario; **F** saca-tacos; se compone de una asta de madera y punta de hierro, y sirve para sacar la maza del atacador si quedase dentro del ánima por rotura del asta; **G** espeque herrado. La plancha de hierro *ab* guarnece tambien el lado opuesto del espeque; **H** el mismo sin herrar; **Y** cubichete visto de plano; **K** el mismo visto de frente, ó su elevacion por la linea *ab*; **L** botafuego con su regatón de hierro; **M** atacador para mortero con su espátula **A** que servia para componer la tierra cuando se cargaban con ella los morteros; **N** asta con su feminela para escobillon ó lanada; **O** barra de hierro que tiene en un extremo una cuchara *a* y en el otro un rascador *b* para el servicio de los morteros; **P** rascador de hierro; **Q** pie de cabra visto de plano; **R** el mismo visto de costado; **S** guarda-fuego. La parte *ab* es la tapadera que cuando se quita corre por la cuerda *a* que se halla unida y no puede separarse del cuerpo principal del guarda-fuego; **T** mordazas para transportar bombas. En su parte inferior que está representada en *ab* terminan sus dos piernas en dos semicírculos, con las cuales se sujeta la bomba para transportarla. El pequeño gancho *c* sirve para impedir que se abran las piernas de la mordaza. En la lámina II. estan representados los juegos de armas para los obuses, pedreros y morteros. **A** plano ó vista del sombrero por la parte exterior; **C** vista del mismo por la parte interior; **B** vista de costado del sombrero.

ro y perfil de un cuadrante por la línea 1, 2, 3 para manifestar la figura de su mango, espiga de este y clavija que la sujeta; *g* centro de la cavidad formada en el medio de su talon; *D* atacador compuesto de maza y asta; *hy* diámetro en su nacimiento; *jk* abrazadera de hierro para dar mayor firmeza al extremo de su asta; *E* lanada hecha de piel de carnero asegurada con clavos de laton; *lm* feminela de la lanada; *no* su asta; *F* espátula; *pq* su pala; *qr* su asta; *pr* vista de costado de la espátula; *G* rascador y cuchara de hierro; *st* vista de costado del rascador y cuchara. Estos útiles que solo varían en sus dimensiones respecto al arma á que se destinan, van señalados con iguales letras por la semejanza de sus figuras. *H* tenazas ó mordazas de hierro para conducir y colocar las bombas dentro del mortero; *Y* vista de costado de las mordazas; *u* círculo de hierro en dos mitades para asegurar la bomba por su collarin; *J* molde para cortar los saquillos de lánilla para cartuchos, cuyo diámetro es respectivo á la recámara de la pieza para que han de servir; *N* saquete para racimos de metralla; *x* espiga ó árbol, cuya longitud y grueso varían respecto al número y calidad de balas de que ha de componerse; *R* plano del plato sobre el que se acomodan las piedras en el servicio del pedrero; *S* vista de costado de dicho plato; *z* centro de su concavidad; *a, b, c, d, e, f* estuche de agujas para diversos usos en el servicio de la artillería segun su especie: *a* *caracolillo*, su figura es de barrena y sirve para desembarazar el fogon de alguna materia leve; *b* *saca-flásticas*, su figura es de sacatrapos y sirve para sacar las clavellinas con que se suelen tapar los fogones; *c* *gubia* ó *cuchara*, su figura es de media-caña y sir-

ve para reconocer por el fogon si la pólvora de la carga está húmeda; *d rampiñete*, tiene doblada su punta y sirve para reconocer el espesor de metal en la parte del fogon, y sacar algunas materias que lo embaracen; *e punta de diamante*, su punta es de tres cortes y sirve para romper el cartucho; *f espingueta*, es seguida y mas delgada, tiene su punta roma y sirve para recalcar la pólvora del cebo.

## Número II.

*De las prácticas que ademas de los egercicios deben egecutarse en las escuelas prácticas por ordenanza.*

104. La citada real ordenanza del año de 1742 previene que en las esculas prácticas que manda establecer, se enseñen y egecuten ademas de los egercicios facultativos las nociones prácticas siguientes, que esplicariamos prolijamente á no pertenecer muchas de ellas á otros artículos de este tratado á que nos referiremos.

105. I. Como se reconoce un cañon ó mortero en quanto á su proporcion de metales y cuales deben ser. II. Como se reconocerá la perfecta situacion del ánima, el lado que tenga, si está adelantada y en el centro de los metales. III. Como se reconocerán los escarabajos y defectos interiores y exteriores. IV. Como se sabrá la situacion de los muñones, su longitud y diámetro, los nombres y partes de las molduras, campos y demas adornos. Los modos de egecutar estas operaciones se hallarán esplicados con suficiente estension en el artículo II. número IV. y los refuerzos y dimensiones de las pie-

zas de artillería en las tablas y láminas pertenecientes al mismo artículo.

106. V. *Como se ha de sacar el viento á la bala y demas armas.* Llámase viento, como se dijo en el citado artículo II. la diferencia que hay entre el diámetro de un móvil y el del ánima cilíndrica de la pieza donde se ha de acomodar para ser arrojado: esta diferencia debe ser por ordenanza de dos líneas en las bombas y balas de grueso calibre, y de muy cerca de las dos en las menores; pero en las municiones antiguas y que han estado espuestas á la intemperie siempre es mayor el viento, por lo que las ha corroido el orin ó herrumbre. El método de hallar el viento ó diámetro en las municiones es valiéndose de compases curvos, y aplicando su abertura á una medida exacta: y el de encontrarle en las piezas será usando de compases de puntas vueltas, que tienen marcado en una pierna el calibre que corresponde á su abertura. Véase el número III. del artículo III. sobre el modo de apreciar la regularidad y justo calibre de las municiones; y los números V. del II, y I. del VII. sobre las malas consecuencias del mucho viento de las municiones.

107. Los diámetros que deben tener nuestras municiones ordinarias segun órdenes superiores son:

	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.
Bombas de á 12 pulgadas.	11	10	0
De á 10-----	8	10	0
De á 7, ó granada real---	6	0	0
De mano-----	2	8	8 <sup>1</sup> / <sub>7</sub>
Bala de á 24-----	5	5	5 <sup>1</sup> / <sub>7</sub>
De á 16-----	4	9	15 <sup>5</sup> / <sub>7</sub>
De á 12-----	4	3	10 <sup>2</sup> / <sub>7</sub>
De á 8-----	3	9	3 <sup>3</sup> / <sub>7</sub>
De á 4-----	3	0	0

Restadas estas dimensiones de las de sus piezas respectivas se hallarán sus vientos.

108. Es de advertir que el método de hallar los diámetros de las balas por sus pesos, esto es, calculando cual será el diámetro de la que tenga un determinado peso, supuesto sabido el peso y diámetro de otra cualquiera, es muy poco exacto; porque el peso del hierro varía mucho según su calidad. Además en esta parte se podría padecer equivocación, pues los pesos de nuestras municiones están á corta diferencia con los de su denominación en la razón de  $106\frac{1}{2}$  á 100: así una bala de á 24 pesa  $25\frac{1}{2}$  libras próximamente. Parece que hemos tomado la denominación de los cinco calibres de ordenanza de los franceses; sin embargo que su arreglo sea debido á nuestro caballero Bayarte, aunque no las dimensiones de las piezas.

109. VI. Como se cortan las cucharas y reconocen para servir las piezas. Las cucharas se reducen á un

atacador en cuya parte interior se hace un rebajo para ajustar una plancha de cobre de 6 á 8 puntos de espesor, que se asegura y afirma con clavos de cobre. El largo de la plancha suele ser de cuatro diámetros ó calibres: su corte es el de un semicírculo de un calibre de radio ó algo mas por la boca; dos calibres en líneas rectas paralelas; un medio en curvatura, ensanchándose hasta que encorvado y reducido á un cilindro el medio calibre restante tenga el diámetro del atacador, ó cilindro de madera á que se ajusta, como se ha dicho: finalmente una cuchara así cortada será buena cuando pase justamente por el pasabala del calibre á que se destina, y que el ege de su asta coincida prolongado con el del cilindro que forma.

110. El corte y proporciones que acabamos de señalar á la cuchara no son esenciales, y antes bien parece se deben variar sus dimensiones segun se determinen las cargas. Ademas como nos persuadimos segun se deja espuesto que es perjudicial cargar con pólvora suelta, las cucharas vienen á ser inútiles para este objeto primitivo suyo; y solo tendrá uso para limpiar ó ayudar á descargar las piezas, para cuyos fines bastaria que la hoja tuviese dos calibres y medio de largo, pues así seria mas fuerte.

111. VII. *Los nombres de todas las partes de la cureña y modo de elegirla para el cañon que se le destinare.* En las láminas correspondientes al artículo III. se hallarán espresadas por sus nombres todas las partes de las cureñas, y sus diferentes proporciones para que se pueda conocer el calibre á que pertenecen; pero se debe prevenir que solo el uso facilita la retencion de una multitud de nombres difíciles de saber de otro modo.

112. *La potencia de la pólvora y alcances de las piezas segun sus diversas punterías, y elevaciones y calibres.* Por potencia de la pólvora se entiende su fuerza inflamada, la cual como se espuso en el número VI. del artículo I. es mil veces mayor, mas ó ménos segun su calidad, que la del aire, y este se equilibra con una columna de mercurio de 28 pulgadas de altura: de consiguiente calcula Robins que la presión de la pólvora contra una pulgada cuadrada será de 1536 libras. Mas la discusión de este punto sería muy prolija: el que se quiera imponer á fondo puede consultar las obras que sobre esta materia han escrito Robins, Antoni, Arcy, Lambert y otros modernos. Los demas puntos son el objeto del artículo siguiente á que nos remitimos.

113. *Como se observan las distancias arreglándose á unas prácticas inteligibles.* Hay dos especies de medir ó computar las distancias: la primera y necesaria á un oficial de artillería se reduce al golpe de vista, de que trataremos en el número siguiente; y la segunda siempre mas exacta aunque no tan útil ni espedita, ni por consiguiente aplicable á todas circunstancias y ocasiones, es la efectiva. La geometría práctica enseña varios métodos, pero como no todos son igualmente sencillos y ademas exigen algunos ó los mas el aparato de instrumentos delicados, de tablas trigonométricas (lo que es muy embarazoso en muchas ocasiones), se hará eleccion de los mas espeditos aun cuando no sean los mas exactos.

114. X. *Como se buscan los puntos de mira ó joyas, sacar el vivo y claro de metales.* Llámanse joyas los puntos mas altos de las fajas altas de la culata y de la boca: la vista sola los percibe; pero en

caso que se quiera exactitud se usará de dos frontones de mira; esto es de dos tablas rectangulares que en medio de uno de sus lados mayores estén cortadas por un segmento de círculo de un mismo radio, que los que forman las predichas fajas. Acomodando los arcos de las tablas sobre sus respectivas fajas, y moviéndolas hasta que los lados opuestos á las secciones circulares estén de nivel, es claro que las joyas estarán en las mitades de dichos arcos.

115. Por *vivo de metales* se entiende la diferencia que hay desde el ege de la pieza á las dos joyas; esto es el diferente grueso de metales en la culata y boca del cañon: y se hallará por medio de dos reglas paralelas unidas por un extremo: á falta de este instrumento llamado *paralelismo*, (artíc. II. §. 292.) se pondrá el cañon por medio de una escuadra en disposicion que su ege esté horizontal, y se sentará sobre la joya de la culata un reglon que se pondrá á nivel á lo largo del cañon, valiéndose de un nivel y de una cuña que la eleve por la faja alta del brocal: es evidente que el grueso de la cuña será el vivo de metales.

116. XI. *Las cantidades de pólvora con que se cargan las piezas: y cuando se ha de aumentar ó disminuir la pólvora, segun fuere fina ú ordinaria, y como se reconocen su calidad y potencia.* La primer parte se hallará suficientemente circunstanciada en el artículo siguiente: y la segunda sobre el reconocimiento de la pólvora está en el artículo I, en donde se esponen todos los medios conocidos de probarla.

117. XII *Las diferencias que hay de tiros y reglas para enmendarlos.* En el número antecedente se trató este asunto con suficiente estension.

118. XIII. *Como se cortarán los cartuchos, se ha*

rán los zoquetes y feminelas para lanadas. El ancho de los cartuchos será triple del calibre del cañon: por un extremo de su largo se dividirá en cuatro partes iguales, y por ellas se cortará hasta un medio calibre, y los cuatro rectángulos que resulten se cortarán en semicírculo ó semielipse para que se pueda formar el fondo del cartucho, cuyo largo deberá reglarse por la cantidad de pólvora de la carga y otras circunstancias. Véase el número II. del artículo anterior.

119. El zoquete del atacador tendrá el diámetro que la bala del cañon para que ha de servir, y un calibre y medio de largo, el medio cortado en semiesfera.

120. Las feminelas son unos zoquetes de madera que cubiertos de una piel de carnero ú obeja forman las lanadas; así vienen á ser unos cilindros de tres á cuatro calibres de largo terminados en semiesferas, cuyo viento debe ser proporcionado á lo mas crecidas que estén las lanas de las pieles: en las feminelas de grueso calibre podrá ser este viento ó diferencia de diámetro hasta de pulgada y media; pero menor en las de corto calibre para que tengan suficiente solidez.

121. XIV. *El uso de la cábria, escaleta, krique, cabrestante y otras máquinas.* Seria muy prolijo esponer el uso de todas las máquinas que sirven para remover la artillería; lo que se puede escusar porque la práctica de uno ú dos dias impone suficientemente en el manejo y uso de todas ellas.

122. XV. *Como se construyen gaviones, salchichones, faginas, &c.* Los gaviones ó cestones son unos fuertes canastos sin suelo, mas ó ménos grandes segun sus usos y destinos: los mas comunes suelen te-

ner de 30 á 36 pulgadas de alto y otras tantas de diámetro. Para hacerlos se clavan en tierra 8, 9, ó 10 estacas puntiagudas, que sean 6 ú 8 pulgadas mas largas que debe ser el ceston, y se forma este con mimbres gruesos ó ramas correosas como las de castaño, haya ó fresno. Como es regular que aunque las estacas estén bien clavadas la opresion que sufrirán hácia el centro para formar el ceston las incline y salga este cónico, se aseguran las cabezas con una plantilla de madera ligera que las mantenga en su posicion regular. Hecho el ceston se aflojan las estacas, que tendrán algo mas de una pulgada de grueso, y se les dejan las puntas. Los gaviones para construir baterías (que solo pueden ser precisos en caso de situarse estas sobre piedras) tendrán 6 pies de diámetro y 7 ú 8 de alto.

123. Los salchichones son unos haces cilindricos de ramas delgadas y flexibles, que tienen un pie de diámetro y de 5 hasta 16 de largo segun convenga para enlazarlos y proporcionarlos en las baterías; pero sus magnitudes mas comunes son 6, 9 y 12 pies. Para fabricarlos se hace acopio de rama menuda que sea correosa como las citadas arriba; y en su defecto de la ménos dura y mas larga que se encuentre aunque sea de arbustos; se ponen en fila tres, cuatro ó mas banquillos terminados por arriba en un semicírculo de un pie de diámetro; encima se ordenan por igual las ramas que parezcan precisas poniendo en el centro las mas gruesas y cortas; luego que se juzga hay suficiente cantidad se les da garrote por un extremo lo que se reduce á rodear las ramas con un cabo de cuerda tirante de seis pies de largo con dos lazadas en los extremos, é introducir dos palancas por las lazadas á fin de reunir y

oprimir fuertemente las ramas: si en esta situacion es su diámetro de 37 pulgadas á corta diferencia se atarán con una lia de esparto que esté mojada, y que dé dos vueltas por la inmediacion al garrote sin aflojarle; pero si el diámetro fuese menor se aumentarán las ramas ó al contrario si mayor: del mismo modo se continuará atando el salchichon hasta el otro extremo poniendo una ligadura á cada pie de él. Para igualar sus cabezas y dejarle de la dimension que se quiere, se corta por los extremos con serruchos; y para quitar las ramas y puntas que sobresalgan se usa de marrazos. Finalmente el principal cuidado que se debe tener es que salgan iguales en todo su largo, muy reunida la rama y bien ligados.

124. Las faginas son unos salchichones pequeños de 6 pies de largo y 24 pulgadas de circunferencia: para hacerlas no se necesitan los aparatos que para los salchichones, pues ni es necesario que la rama esté tan oprimida, ni de que sean exactamente iguales en todo su largo, por lo que regularmente se atan con solas tres ligaduras de lias de esparto. Al presente tienen ménos uso las faginas pues las trincheras y ramales se hacen con cestones.

125. XVI. *Cuanto escarpe se da al merlon de la bateria, modo de clavar los piquetes, nivelar, dar pendiente á la esplanada y reparar las troneras.* Todos estos puntos conciernen directamente á la construccion de baterías donde se hallarán esplicados.

126. XVII. *Como se destapa el fogon lleno de tierra: se desclava la artillería, se descargan las piezas mucho tiempo ha cargadas y acasos que suceden: se tira con los cañones irregulares, por sus defectos: se remedian los defectos de alto, bajo ó lado de la esplanada. El*

fogon lleno de tierra se limpia facilmente con un punzon y humedeciendo la tierra con agua.

127. Un cañon puede estar clavado de diversos modos, de los cuales los principales son: 1.º introduciendo á golpe de martillo por el fogon un clavo de acero templado que despues se descabeza de modo que todo quede dentro: 2.º haciendo entrar por la boca del cañon descargado á fuerza de golpes una bala de mayor calibre ó envuelta en un pedazo de sombrero: 3.º introduciendo en el cañon cargado con una escesiva cantidad de pólvora una bala de mucho viento, y oprimiéndola fuertemente con una ó dos cuñas de hierro. Un cañon clavado del primer modo se intentará habilitar viéndosi unas tenaza pueden coger el clavo; si las brocas le muerden por no estar el acero bien templado; y cuando no baste ninguno de estos medios se cargará el cañon con pólvora cerrada en un cartucho de pergamino ó papel, y dejándole sobre la solera se introducirá una bala roja, que inflamará la pólvora y los esfuerzos de esta arrojarán tal vez el clavo. Tambien se dará fuego al cañon por medio de un estopin bastante largo, que desde el cartucho salga fuera de la boca del cañon. Aun puede haber otro medio de desclavarle que se ha usado con éxito, y se reduce á poner la culata del cañon con el fogon hácia abajo sobre una especie de hornilla, y darle un fuego bastante fuerte hasta que el metal se ponga rojo por aquella parte y despues dejarle enfriar lentamente, con cuyo medio se destemplaná el acero del clavo y se dejará morder de la broca. Mas sino se quisiese usar de este arbitrio por ser prolijo y largo, se pondrá al rededor del clavo un cerco de cera de dos ó mas líneas de alto y se llenará la cavidad

que forme de espíritu de vitriolo que no esté concentrado, ó de buena agua fuerte; y de tiempo en tiempo se estraerá la disolucion y se volverá á echar espíritu hasta que se disuelva todo el clavo. Es de advertir que el ácido sulfúrico concentrado ataca al cobre y no al hierro; y al contrario el cargado de flemma disuelve al hierro y no al cobre. Asimismo se debe tener presente que aunque el agua fuerte tiene mas afinidad con el hierro que con el cobre, no dejará por eso de corroer y ensanchar el fogon; y que podrá hacer un escarabajo considerable en el ánima si se rezuma por entre el clavo: para remediar este inconveniente se podria introducir en el cañon una cuchara en cuyo extremo hubiese una especie de vaso hecho de cera.

128. Si el cañon estuviese clavado con bala y esta no llegase al fondo, será fácil arrojarla introduciendo pólvora por el fogon; pero si por taparle la bala no se pudiese cargar asi el cañon, se introducirá en él un poco de aceite ó vinagre fuerte, y despues de algunas horas se inclinará con la boca hácia abajo y se darán fuertes golpes sobre su culata, procurando al mismo tiempo con un punzon apartar un poco la bala, para que asi dé lugar á la introduccion de alguna porcion de pólvora: mas si con este ó semejantes arbitrios no se logra apartar la bala del fondo del cañon quedará este inútil; á ménos de abrir un taladro como para poner un grano, apartar la bala, y poner efectivamente un grano.

129. Los cañones clavados del tercer modo son los mas dificiles de habilitar; y sinó se percibe el que lo están reventarán al dispararlos: por lo que se debe tener la precaucion de reconocer con este

cuidado todos los que hayan estado en poder de enemigos. Cuando un cañon está asi clavado se aguará desde luego la carga con agua caliente, y se procurará que salga parte de ella por el fogon: despues se echará por este y por la boca cantidad de vinagre fuerte, y pasadas algunas horas se introducirá una asta fuerte y cóncava por el extremo que se introduce, que se procurará apoyar contra la bala, y en estándolo se darán fuertes golpes sobre el otro extremo hasta que introduciéndose la bala se zafe de las cuñas, que se estraerán y dejará rodar la bala despues. Si el cañon no estuviese cargado no se podría desclavar con este método; pero tampoco se podrian apretar las cuñas porque lo impediria el fondo del ánima; á ménos de no ser muy fuertes, en cuyo caso introduciendo vinagre y sosteniendo la bala con el asta espresada, se conseguiria que inclinándolo el cañon y golpeando su culata se desprendiesen las cuñas. Otro de los medios para inutilizar un cañon, y que ha parecido hasta ahora irremediable, es el romper sus muñones; pero hallándose en Palma de Mallorca la fundicion de Sevilla se tentó por el Gefe de escuela y Director de aquella fundicion, ver si podia remediarse este defecto echando muñones postizos con rosca; y en efecto la prueba que se hizo en 1814 con un cañon de á 8 al cual en presencia de una brigada nombrada para el efecto se puso un muñon de esta naturaleza, correspondió á las ideas de aquellos gefes. Es pues del mayor interes repetir estos experimentos con otros cañones de mayor y menor calibre, y con los obuses y morteros; y tambien experimentar si convendria fundir estas piezas sin asas y aun muñones, y echarlas postizas tan-

to porque en la fundicion apenas salen estas piezas sin mas ó ménos defectos como por ser mas fácil el barreno y torno.

130. Cuando ha mucho tiempo que un cañon está cargado se teme que la humedad y orin de los metales hayan ensuciado de tal modo el ánima, y unido la bala y taco á ella, que encontrando aquella una fuerte resistencia y rozamiento á su salida, puedan los impulsos de la pólvora asi oprimidos lastimar ó abrir el cañon. Para evitar este acaso, particularmente en las piezas de hierro, se sacará con el sacatrapos el taco que sujeta la bala, é inclinando el cañon se darán algunos golpes sobre su culata; si con ellos no sale la bala, se rascará el ánima con un instrumento de cobre y limpiará con la lanada; se embeberá la cabeza de esta en aceite, que bañará la parte de la bala que mira á la boca, y se volverá á inclinar el cañon y dar golpes en su culata; mas si aun asi no sale la bala se echará dentro cantidad de vinagre fuerte ó agua caliente, y despues se inclinará el cañon para que la bala pueda caer. Es de advertir, que si el cañon es de bronce y la carga no es considerable, se le podrá dar fuego sin recelo aunque esté cargado mucho tiempo hace. Lejos de ser violenta la comocion del cañon en esta ocasion suele suceder, que si no ha estado con la boca baja y el fogon bien cubierto, está de tal manera deteriorada la pólvora que apenas arroja la bala á algunas toesas del cañon.

131. Acontece que por descuido del que dirige la construccion de una bateria ó por la irregularidad de los cañones y sus cureñas, estén las esplanadas tan bajas que el cañon no pueda entrar

por la tronera; ó tan altas que queden sin cubrir el ege y teleras de la cureña, lo que proporciona al enemigo una ventaja indecible para desmontar é inutilizar las piezas, ocasionando al mismo tiempo un gran destrozo en la tropa por los astillazos que las balas harán saltar de las cureñas. El primer inconveniente se remedia facilmente poniendo á lo largo debajo de cada rueda, uno ó dós fuertes tablones de buena madera, y otros dos debajo de las gualderas para la contera, y todos se fijarán con gruesos tornillos ó clavos. El segundo no se puede corregir en la esplanada sino en la tronera elevando la rodillera lo que se crea conducente; pero como la fagina pequeña que se pudiera poner para contener las tierras por la parte interior no podria tener solidez, se usará ó de un gavion pequeño de la figura de la boca de la tronera ó mejor de tepes, si los hubiese en las inmediaciones.

132. Para que una esplanada esté bien construida ha de tener un declivio constante en su longitud, y al mismo tiempo ha de estar perfectamente de nivel en su latitud; de modo que todas las ordenadas que se puedan tirar en su superficie á la direccion de la pieza sean horizontales; por consiguiente se remediará el defecto que resulta del ladeo de una esplanada observando que diferencia de altura da el nivel por este ladeo en la abertura de las ruedas: si esta diferencia ó desnivel fuese menor de media pulgada se hará rebajar la esplanada de esta medida con azuelas por la parte mas alta; pero si fuese mayor de media pulgada para no debilitarla se pondrá debajo de la rueda que esté baja un tablon de madera fuerte, como encina ó álamo negro, de igual altura que fuese el desnivel de las ruedas.

133. Si el vicio de las esplanadas no fuese uniforme en toda su estension se podrá despre- ciar siendo poco notable: y si su influjo en la di- reccion de las balas fuese constantemente el mis- mo se podrá corregir en la puntería; pero si fue- se de consideracion y variable este influjo será pre- ciso recomponer la esplanada con azuelas: á ménos que por estar escesivamente viciada, no sea neces- ario desgastar tanto los tablones que queden inúti- les, en cuyo caso seria preciso volverla á construir de nuevo.

134. Los espresados puntos de instruccion son los que la citada ordenanza manda practicar y en- señar en las escuelas: la mayor parte de ellos son de la mayor importancia, y sumamente útil que to- dos los oficiales no solo los sepan sino que se fa- miliaricen, digámoslo asi, con su práctica, para que en todas circunstancias y ocasiones estén en dispo- sicion de manejarse y obrar con espedicion y soltu- ra, sin tener que consultar y sin el encogimiento é irresolucion que atraen la falta de práctica, y no estar impuesto á fondo y con claridad en el asunto de que se trata.

### Número III.

*De varias prácticas y esperiencias conducentes al mejor servicio de la artillería, que no están pre- venidas en la ordenanza.*

135. Las prácticas de que se ha tratado en los dos números precedentes son indispensables á todo oficial de artillería para el desempeño de sus mas comunes y triviales encargos y comisiones: por esta

razón, que es la misma porque las prescribe la ordenanza, las hemos separado de las que vamos á esponer, de las que no siendo las principales sinó un ensayo de las grandes funciones de artilleria en la guerra, y por consiguiente peculiares de los comandantes de brigadas, no se necesita para el desempeño y lustre del cuerpo que todos sus individuos estén igualmente impuestos y versados en ellas; aunque seria muy útil y conveniente lo estuviesen. Ademas los grandes gastos que exigen no las permitirian repetir nunca tanto como se requiere para que el comun de los oficiales se hagan capaces de desempeñar las grandes comisiones anejas al cuerpo en la guerra.

136. En Francia en donde la Valliere, Mouy y otros célebres oficiales de artillería han manifestado la indispensable necesidad de que los individuos de aquel cuerpo se exercitasen continuamente en la práctica de las funciones propias de su profesion, para que pudiesen desempeñarlas en la guerra; están las escuelas prácticas de artilleria en un pie ventajoso, y mucho mas estendido que lo estaban antiguamente en España. Asi las prácticas que aquí vamos á esponer, son por la mayor parte de las mandadas en aquel reino por real instruccion de 1720, formada por Camus Destouches y de la Valliere, que se halla inserta en el tomo I de San Remy.

137. El conocimiento de la fortificacion ó arquitectura militar es una ciencia vasta que no necesitan saber á fondo los oficiales de artillería, y si solo les son precisas unas nociones de sus obras, ventajas y defectos de ellas, para que sepan aplicar y contraer la artilleria á su defensa y ataque: estos principios son los que se procuran esponer en el tra-

tado de fortificación que se enseña en esta academia. Pero como estos conocimientos, para que sean útiles, no deben quedarse en mera especulación sinó que es menester aplicarlos, y contraerlos á la práctica con distincion de circunstancias, ocasiones y accidentes; parece seria muy oportuno construir en las escuelas prácticas un polígono ó frente de él, para ejercitarse en su ataque y defensa.

138. El frente de este polígono cuyo lado exterior será si el terreno lo permitiese de 180 toesas, consistirá en dos medios baluartes con flancos rectos, una cortina, un revellin, foso que no se escavará del todo, y por consiguiente quedará figurado, camino cubierto con una plaza de armas en prolongacion de la capital del revellin, dos medias en las capitales de los baluartes y dos entrantes.

139. Despues de haberse atacado este frente por la primera vez, se pondrán orejones y flancos curvos á los baluartes, y se añadirán algunas obras exteriores.

140. Los parapetos del frente fortificado y del revellin se elevarán con sus correspondientes banquetas sobre el terreno; y solo se les dará una toesa de espesor por su cresta, para escusar un trabajo y espensas considerables. Las tierras necesarias se tomarán del foso, que solo tendrá de hondo por esta razon de dos á dos pies y medio. Si el terreno inmediato es apropósito para sacar tepes se revestirán con ellos los parapetos; pero en caso que no haya esta proporcion se sostendrán las tierras con gaviones, salchichones ó zarzos hechos sobre estacas allí mismo clavadas.

141. El camino cubierto tendrá diez ó doce pies de ancho. Para formar su parapeto de cuatro y me-

dio pies de alto sobre una banquetta de uno, se ahondará cuatro pies, y con las tierras que se estraigan se construirá la esplanada ó pendiente insensible que debe tener siempre la cresta de este parapeto; la cual ha de estar dominada de los parapetos del polígono y del revellin.

142. La principal utilidad de este frente consistirá en su ataque y defensa que se efectuarán de este modo; se abrirá la trinchera; se tirará una paralela; se marcarán baterías de cañon directas y de rebote, de morteros y pedreros; se construirán, segun el terreno y circunstancias de salchichones, gaviones, sacos terreros y candeleros (variedad que siempre se procurará aun cuando no la haya en las circunstancias) se adelantarán los ataques por medio de la zapa; se harán entrar los minadores en direccion de los ángulos; otros saldrán contraminando de las plazas de armas á encontrarse con ellos; en fin se proseguirá el ataque hasta su perfeccion; mientras que dentro del polígono se egecutan todas las maniobras propias para su defensa; y de una parte y otra todas las estratagemas y ardidés no solo usuales sinó que podran ofrecer la situacion y circunstancias.

143. Bastará trazar las trincheras y paralelas, que solo se perfeccionarán en los parages donde se establezcan baterías, ó de donde principien las zapas, estas se perfeccionarán y tambien los alojamientos en el camino cubierto y sus traveses.

144. Se marcarán y aun efectuarán algunas escavaciones para formar bajadas al foso: se practicará el paso de este suponiéndole seco, y si de agua, se darán todos los espedientes é instrucciones para apartarla, sangrarla ó secar el foso por el

páso, con todas las nivelaciones y maniobras conducentes.

145. Como la zapa sea de la mayor importancia en los ataques actuales de las plazas, su trabajo debe practicarse por todos los oficiales dando ejemplo los mas antiguos, para que así se pongan en estado de saberla dirigir y enseñar á la tropa; se tendrá especial cuidado de que el zapador se cubra con un mantelete ó ceston lleno de lana ú otra semejante materia; que ponga y ordene diestramente los cestones con la horquilla de la zapa; que trabaje de rodillas una zanja de dos pies de hondo; que tenga un zapapico y una pala para llenar el ceston; que dege un pie largo de berma entre la escavacion y los cestones para que estos no se vuelquen; y en fin que los sirvientes que siguen ensanchen y perfeccionen la obra. Tambien se ensayará la construccion de zapas dobles y muy profundas, que no necesitan de cestones; como asimismo la de traveses y alojamientos. Las reglas que se han de observar en todos estos puntos, y las privativas á la defensa se hallarán en la II. parte de este tratado.

146. Las minas son un ramo de instruccion, que exige mucho uso y práctica; la de la tropa y comun de oficiales que se deben exercitar en las escuelas, se reducirá á adiestrar los minadores á romper las tierras sea en pozos, galerias ó ramales con agilidad y diligencia; á guardar los declivios que les sean prescritos; á saber formar exactamente las revueltas que se crean precisas, las pendientes ó cascadas con los ángulos ó desnivel que se les mande; á situar los hornillos y abrirlos justos segun las dimensiones que se les den, á preparar la madera necesaria y formar los marcos, alinearlos y encofrar para sostener las

tierras; á poner la pólvora necesaria en los hornillos con las precauciones convenientes contra la humedad; á hacer las salchichas y acomodarlas en canales ó conductos de modo que no se corte el fuego. Si á esto se añade lo que se deba practicar al encuentro del minador enemigo se tendrá enseñado cuanto pertenece á la tropa.

147. Tal es la parte de instruccion concerniente á minas que debe acostumbrarse á practicar la tropa; pues si esta no se ha egercitado será inútil en la ocasion. El célebre la Febure dice hablando de los minadores: «Si es necesario que en un egército haya muchos zapadores, no lo es ménos que haya minadores á proporcion, y á la cabeza de unos y otros sujetos que sepan dirigirlos. Pero cuando vea zapadores que no han zapado y minadores que no han minado, se me perdonará de no tener la mejor opinion de su trabajo. En el sitio de S . . . he tenido unos tales zapadores escogidos entre los peores de las compañías: asi no pude jamas servirme de ellos, y todo el ataque se hizo, cosa inaudita, al descubierto hasta el pie de la brecha. Teniamos algunos minadores buenos que perecieron; pero eran precisos muchos mas para un semejante sitio. . . Una cosa es remover tierras y fabricar galerías y ramales en paz; y otra atacar bajo de tierra como acabamos de explicar. ¿Qué bien no resultaria al servicio de tener buenas compañías de zapadores y minadores egercitadas para servir en toda ocasion?

148. Los oficiales necesitan ademas de los expresados conocimientos comunes á la tropa de otros muchos que enseña la teoría, mas que no son fáciles de aplicar con oportunidad sin práctica. De ellos

espondremos aquí los principales: 1.º En memorias de célebres y prácticos oficiales se encuentran tablas de las tenacidades y peso de diferentes tierras, piedras y mamposterías; pero el oficial que no sea práctico equivocará y no podrá aplicar con acierto las reglas, por no distinguir ni conocer estas tierras, &c. 2.º En los mismos autores hay tablas que prescriben las cargas de toda especie de minas; pero se ignora la calidad y estado de la pólvora con que hicieron las pruebas precisas para la formación de las tablas. 3.º Sin práctica nunca podrán ser suficientes todos los preceptos de la geometría para saber dirigir las minas con las reglas y medios mas espeditos, sencillos y fáciles de acomodarlos á las circunstancias y situaciones particulares. 4.º Tampoco se conocerá por la sola teoría el grado de tenacidad de las tierras para saber si se han de encofrar los ramales y galerías en todo ó en parte mas ó menos fuertemente. 5.º Solo viendo y observando los efectos de las minas se podrán inferir sus diferentes cargas segun sus objetos. 6.º En fin la ventilacion, compasamiento de fuegos y otras particularidades de las minas, solo se podran aprender con la práctica. *Véase el artículo XII.*

149. El tirar con los cañones de rebote para enfilar y destruir los fuegos de una plaza, es tal vez la operacion que mas ha perfeccionado el ataque y acelera la rendicion: en otro lugar se trata del modo de servir las baterías construídas á este fin; por lo que solo decimos aqui que es de una absoluta necesidad egercitarse en las escuelas en este modo de tirar.

150. Todos los puntos hasta aqui tratados en este número pertenecen al ataque y defensa de una

plaza : véamos ahora los concernientes al servicio de la artillería de campaña; ó por mejor decir de la artillería de corto calibre.

151. Una de las primeras y principales circunstancias que debe tener un buen oficial de artillería es el golpe de vista : redúcese este segun el Rey de Prusia al arte de reconocer la naturaleza, y las diferentes situaciones del país donde se guerrea ó intenta llevar la guerra; las ventajas y contras de los puestos y campos que se quieren ocupar, y las de los que puede ocupar el enemigo. Esta definicion del golpe de vista militar contraida á un general se podrá variar respecto á un oficial particular de artillería, en quien el golpe de vista será el arte de conocer (supuestas las situaciones diferentes de su egército y las del enemigo) las posiciones que debe dar á la artillería que maneje, para que su fuego sea el mas sangriento y para que pueda auxiliar mas ventajosamente las maniobras del egército, é interrumpir, retardar ó imposibilitar las del enemigo : de apreciar las distancia en toda especie de terrenos para arreglar las cargas, y el mejor uso de las piezas; y de computar un tren de artillería á larga distancia y percibir sus calibres.

152. Es evidente que este golpe de vista no se podrá adquirir, perfeccionar ni fijar sinó con repetidas esperiencias y prácticas; pero estas exigen un tren considerable asi de batir como de campaña, crecido número de tropa y tiros de mulas; aparatos que son muy costosos para repetidos; asi solo se podran egercer en ella los oficiales en campamentos y en la guerra. En las escuelas se egercitarán solo en la parte del golpe de vista que pertenece á las distancias, y aun á la situacion de la artillería, res-

pecto de una posicion que se suponga tiene el enemigo, y se figure con un lienzo tendido en estacas verticales de la altura de un hombre.

153. No hay medio mas seguro para afinar y perfeccionar el golpe de vista relativamente á las distancias, que la frecuencia de levantar planos; ejercicio que ademas de esta utilidad tiene la directa de agilitar en una arte de suma importancia para el acierto de todas las operaciones militares.

154. El arreglo y disposicion de un parque de artillería, para que sus efectos estén con distincion y fáciles de estraer sin remocion de otros, deberia ser un ramo de instruccion en las escuelas; en las cuales se aprenderia el nombre, uso y servicio de todos ellos; como tambien á calcular brevemente, y con solo un golpe de vista, los tiros de mulas ó yuntas de bueyes necesarias para su transporte: á cuyo fin se ha de estar impuesto en el peso y proporcion de cada efecto para transportarse.

155. Igualmente créemos necesario el ejercicio de los movimientos, maniobras y combinaciones de un tren de artillería en una marcha; como se dispondrá para pasar un vado, puente, calzada, desfiladero, &c; su órden en una retirada para sostener la retaguardia; su division en columnas para auxiliar las del ejército, su uso en el ataque ó defensa de un puesto, &c. La diferencia de las maniobras de la artillería en estas funciones, á las evoluciones y maniobras que componen el ejercicio de la infantería está, en que por lo pesado y complicado de sus partes, son de mas difícil egecucion las primeras, y por lo tanto mas dignas de práctica.

156. Se deberán ejercitar individuos de artillería en el transporte, manejo y formacion de puentes;

en distinguir en que casos han de usarse las varias especies de ellos que se conocen; y en saber proponer y facilitar los medios mas oportunos para vencer las dificultades que se encuentran en el paso de pantanos, marismas, cenagales, &c.

157. Por lo regular hay que abrir caminos y desfiladeros para las marchas de un egército, y al oficial de artillería le pertenece en particular dejarlos transitables y acomodados para el paso de ella. Asi este como los anteriores puntos de instruccion y práctica que hemos propuesto, son importantísimos, y por lo tanto todos ellos se hallan entendidos y espuestos en varios artículos de esta obra; por cuya razon hemos omitido el circunstanciar las prácticas que se deben hacer en las escuelas relativas á ellos; y tambien los fundamentos y principios de dichas prácticas.

158. Resta aun que tratar del punto tal vez mas importante de toda la ciencia de artillería, cuyos yerros son irremediables pues pueden ocasionar la pérdida de una funcion: tal es el uso de la artillería de campaña en un choque ó accion general, por lo perteneciente á su disposicion, cargas y puntería. Si en los autores que esponen los alcances de las piezas de artillería se encontrase uniformidad en sus relaciones, y al mismo tiempo una esposicion circunstanciada de la calidad de la pólvora, sus diversas cantidades, largo de las piezas, sus vivos y calibres diferentes, variedad de proyectiles en su especie y magnitud, sus efectos á diversas distancias, &c. pocas prácticas bastarian para imponerse en este ramo; pero como por el contrario solo se halla en los espresados autores oposicion de dictámenes y falta de esposicion sobre estos puntos: es de una absoluta ne-

cesidad la ejecución de las prácticas que vamos á proponer, para adquirir la instrucción necesaria para el desempeño de este punto.

159. Determinada la especie de cañones de campaña que se han de admitir, se habrán de hacer con los de cada calibre diferentes experiencias particulares, relativas á sus alcances ciertos y capaces de efecto, con diferentes cargas de pólvora y proyectiles y con varias punterías. Para individualizar el modo y especie de estas experiencias las contraerémos á un solo cañon.

160. El alcance de un cañon no se debe medir por la amplitud de su trayectoria, particularmente cuando está apuntado por elevacion; sinó por la distancia á cuyo extremo se pueda poner su proyectil con probabilidad en un blanco que represente el objeto contra que por lo comun se hará fuego. Ademas se requiere que el proyectil llegue al blanco con suficiente velocidad para hacer estrago: esta circunstancia se verifica siempre en las balas del calibre del cañon, llamadas *balas rasas*, cuando se dirigen contra tropa; pero no con toda metralla: por lo tanto trataremos antes de las experiencias con balas rasas. Es de advertir que para todas se debe usar pólvora de cañon de buena calidad, y tal como corresponde ser para la provision de un ejército.

161. El cañon que se destine para experimentar los alcances y efectos de los de su calibre, se cargará con la cantidad de pólvora que parezca mas oportuno segun los principios que se espondrán en el número II del artículo siguiente: se situará á 400 toesas de él un blanco de madera ó mejor de lienzo, cuya altura sea de tres varas, que es la de un hombre con su fusil al hombro ó afianzado; y se

verá si apuntando el cañon con alguna elevacion y señalando la cuña de mira, se consigue dar al blanco despues de uno ó dos tiros de prueba, con alguna repeticion. Pero es necesario observar si la bala cae con mucha inclinacion, y si es muy alto el primer bote, pues en este caso nunca convendrá hacer un fuego vivo á esta distancia, porque jamas podría herir la bala mas que uno ó dos hombres aun en caso de ser su direccion la mas justa. Si á esta distancia se observase, poniendo despues para ello varios blancos ó lienzos unos detras de otros, que el cañon podia hacer un efecto cierto y sangriento, se retiraría á 450 toesas y se observaria lo mismo; y asi sucesivamente hasta hallar el término en que por mas exactitud que hubiese en las punterías no fuesen certeros ni sangrientos los tiros; esto es, que la bala al primer bote no anduviese, al caer y al levantarse á la altura de dos varas, un espacio en que pudiesen estar ocho ó mas hombres.

162. Aunque de esta esperiencia se debe inferir que, por egeemplo, á la distancia de 500 toesas, por ser los alcances inciertos y los efectos de corta entidad, no se deba hacer fuego sinó muy pausado á lo mas, y algo mas vivo á 450 &c; sin embargo esto solo debe observarse en terrenos desiguales, quebrados, montuosos, llenos de piedras ó de pantanos; pues si el enemigo está situado sobre un terreno horizontal y unido, se le podrá cañonear con éxito á estas y mayores distancias, apuntando las piezas con poca elevacion; porque las balas recorrerán mucho terreno dando rebotes fuertes y bajos: lo que tambien se debe probar.

163. Los autores de artillería que se oponen al uso de la alza, aconsejan que no se haga fuego fuera

del alcance de punto en blanco sinó rara vez y entónces con lentitud; y á la verdad no puede egecutarse sin dicho instrumento con acierto cuando un cañon no está sobre esplanada, porque quedando mas alto ó bajo por las desigualdades del terreno en donde sientan las ruedas y contera, poniendo la cuña del mismo modo será diferente la elevacion; y lo mismo sucederá valiéndose de roscas para hacer la puntería, como se egecuta en las cureñas de los cañones aligerados. Solo en un caso se puede sin alza hacer fuego con acierto fuera del alcance de punto en blanco, y es cuando el enemigo está firme, y tiene detras algunos objetos que terminen las visuales de las punterías.

164. Hallada la máxima distancia á que conviene hacer fuego, se irá aproximando el cañon ó los blancos hasta encontrar la de punto en blanco, que es á la que el fuego de las piezas de campaña debe ser violento, y la menor á que conviene tirar, pues estando mas cerca el enemigo se debe ó usar de metralla, ó torcer la direccion de las baterías para cruzar los fuegos y batir al traves las filas; á ménos que el enemigo no ataque en columnas, en cuyo caso convendrá usar de bala rasa aun á mas corta distancia.

165. Las cargas regularmente usadas no son talvez las mas convenientes para las piezas aligeradas, porque sus retrocesos son muy fuertes, se calientan demasiado y los alcances no son mucho mayores que con cargas mas reducidas: asi debe ser este un punto sobre que se deben hacer pruebas; pero teniendo siempre presente en ellas: 1.º Que cuanto menor sea la carga tanto ménos varía la direccion de la bala, retrocede la cureña y se maltrata. 2.º

Que á proporcion de la menor velocidad de la bala y elevacion de la puntería tanto mas bajos, mas repetidos y sangrientos son sus rebotes. 3.º Que siempre se debe procurar que el tiro peque antes por bajo que por alto, porque en este caso es perdido.

166. Infiérese de aqui : que la carga de un cañon no ha de ser constante, sinó que se deberá disminuir respectivamente á las distancias. Pero como es imposible en una accion distinguir y usar muchas especies de cartuchos, bastará hacer pruebas con dos diferentes cargas, que fijarán la cantidad de pólvora con que se han de llenar dos distintas especies de cartuchos.

167. Cuando se tira con metralla es preciso conocer tambien su efecto y no solo su alcance : á este fin se construirán varios espaldones de tablas, y situados á 200 toesas se harán contra ellos varias descargas con la carga del cartucho mayor que se haya determinado para balas rasas, y la metralla mas gruesa ; y se observará cuando la metralla que se prueba llega al blanco ó espaldon, si se clava é introduce en él, y si se pierde la mayor parte por la divergencia del tiro ó grande base que forma su abertura : avanzando ó retirando el cañon se llegará á determinar y fijar el alcance mayor que pueda tener con aquella carga y especie de metralla, para que esta haga un efecto proporcionado : al mismo tiempo se notará el modo con que se ha de apuntar la pieza para obtener este alcance.

168. Esta misma prueba se repetirá con cada calibre y con la metralla mas menuda, la cual se debe arrojar con menor cantidad de pólvora, pues mientras menor sea la carga abre menos la metralla y se dirige con mas acierto. Asimismo convendrá

hacer esperiencias sobre el mejor modo de encerrar la metralla, si en saquillos, cajas de lata, &c. Tambien convendrá probar el alcance y efecto de la metralla ordinaria de clavos, cascos de granadas y bombas, &c. pues aunque nunca deba usarse cuando hay otra porque maltrata las piezas, podrá ser precisa en algunas urgencias.

169. De resultas de todas estas esperiencias hechas con exactitud, sin preocupacion ni parcialidad y repetidas varias veces, se podrian formar unas tablas sumamente importantes y necesarias para el uso de nuestra artillería en campaña: y al mismo tiempo los oficiales que se hallasen presentes, formarian el golpe de vista que tanto hemos recomendado para apreciar las distancias á que se debe hacer fuego.

170. Supuestas estas tablas y sus nociones siempre será de suma importancia que en nuestras escuelas prácticas se establezca un ejercicio de cañon de campaña y de batallon, unas veces con bala rasa y otras con metralla, y sirviendo siempre de blancos tres lienzos de la altura regular de un hombre, situados á diversas distancias y en distintas posiciones, se moverán las piezas á tomar sus prolongaciones y enfiarlos, para lo que se pondrán otros lienzos atravesados, del largo de una hilera de tres hombres: se podrian premiar los artilleros que haciendo mas disparos en un minuto rompiesen mas el blanco; pues este debe ser el fin principal de todo ejercicio práctico.

171. Dupuget autor de la apreciable obra intitulada *Ensayo sobre el uso de la artillería*, &c. dice en su conclusion: „Es pues de una absoluta necesidad entretener é instruir los militares en frecuen-

antes ejercicios y en simulacros, que se aproximan aun mas á la realidad. Las imágenes de los sitios no han faltado en nuestras escuelas, y el estado ha recogido los frutos en la guerra. Esperamos que en vista de esto, lejos de debilitarse un establecimiento tan útil recibirá nuevos aumentos; pero deseamos tambien que la Corte proporcione al real cuerpo muchas ocasiones de prepararse á servir mas y mas útilmente al Rey en las operaciones de una campaña formal. Esta parte es mucho mas estensa, mas dificil, mas importante que la de los sitios, que sin embargo merece tanta atencion. En efecto, delante de una plaza ó sobre una muralla pueden remedarse las faltas; en una batalla la mayor parte son irreparables y tienen funestas consecuencias: alli se tiene el plan á la vista ó se dan las disposiciones desde lejos, con la cabeza reposada, y se tiene tiempo de consultar; aqui el primer golpe de vista es el que debe decidir, y es necesario las mas veces tomar por sí solo un partido. A lo que se puede añadir que es útil acostumbrar las tropas á ver nuestras maniobras, á segundarlas y sostenerlas; y aprovecharnos de las suyas y prepararlas; pues que todo depende, (nunca se repetirá suficientemente), del acuerdo bien entendido de los tres cuerpos del ejército. ¿Por qué, pues, hasta ahora, durante la paz, se ha atendido á la una parte sin pensar en la otra? Las reflexiones de este sabio oficial manifiestan quanto se interesan el estado y el cuerpo, en que sus individuos tengan una competente instruccion práctica en las funciones de campaña, y en el acertado servicio de las piezas destinadas para ellas.

172. Entre estas se ha introducido en este siglo

el obus, arma utilísima así para las funciones principales como para el ataque y defensa de las plazas. Los destinados al primer fin deben ser de 7 pulgadas de diámetro para que sean manejables: los otros de 8 ú 9, y todos deben tener alzas para poderlos apuntar; pues debiendo estarlo siempre por elevación, no habrá otro medio sinó apuntarlos atientas ó con plomadas como los morteros, lo que es embarazoso y poco exacto.

173. El ejercicio que se ha hecho para esta arma es compuesto de los de cañon y mortero; pues el obus viene á ser un mortero largo montado sobre cureña que tiene las cuñas por delante, lo que hace su manejo complicado. Sería de consiguiente útil sostenerle á imitación de los Ingleses con una rosca que se enlazase á su cascabel. Mas prescindiendo de estas variaciones que además no son de este lugar, convendrá ejercitar la tropa en su manejo y servicio, y los oficiales en conocer sus alcances y efectos, y en hallar la carga y elevación mas acomodadas á las circunstancias que se pueden ofrecer. Asimismo es necesario examinar y experimentar los alcances de esta arma cargada con diferentes especies de metralla, respecto de que á corta distancia la arroja mas ventajosamente que ningun cañon. *Véase el artículo siguiente.*

174. Como luego que el sitiador ha establecido sus primeras baterías conviene por lo comun retirar la artillería del frente atacado; será útil para retardar los trabajos de la zapa é incomodar las trincheras y baterías, tirar con algunas piezas (apoyadas á traveses que se hayan hecho sobre el terraplen, para no estar enfilados de los rebotes) por encima del parapeto y por sumersion: los tiros de ba-

la en este caso no son certeros ni fuertes, porque se debe cargar con poca pólvora. Asi convendria que en lugar de cargar los cañones con balas se egecutase con granadas, las que con sus cascos pueden hacer mas daño, y mientras arden las espoletas retardan los trabajos. Por esta razon es preciso que en las escuelas se instruyan los individuos del cuerpo en el modo de servir asi los cañones de batir, de dirigir sus tiros y apreciar sus efectos.

175. Asimismo conviniendo muchas veces tirar con bala roja tanto desde una plaza sitiada como contra ella, deberá tambien egecutarse un semejante fuego en las escuelas. Sobre este punto se puede ver el artículo anterior á que nos referimos.

176. Si á las prácticas espuestas y propias de las escuelas se añade el establecimiento de un laboratorio de fuegos artificiales (cuya fábrica necesita de mucha esperiencia, y mas actualmente en que no hay el recurso de valerse de coheteros) podrá cualquier oficial aplicado, y que tenga principios teóricos hacerse capaz de desempeñar las comisiones mas importantes de la artillería.

177. Aunque, como dejamos espuesto, las escuelas prácticas establecidas en nuestros departamentos por la real ordenanza ó reglamento citado, no han estado sobre el pie que hemos propuesto y que créemos preciso para la completa y necesaria instruccion de los individuos del cuerpo á fin que manejando y sirviendo con inteligencia y acierto la artillería sean sus efectos proporcionados á su importancia; no obstante debemos prevenir que la establecida en este departamento, plantel de todos los oficiales y donde deben formarse, se puso bajo un plan muy ventajoso en tiempo que se hallaba á la ca-

beza del cuerpo el escmo. sr. conde de Lacy, que con su eficacia y actividad hizo ver la necesidad de instruir á los jóvenes oficiales y á la tropa en las funciones privativas de su instituto. En consecuencia se estableció : 1.º un laboratorio de fuegos artificiales, en donde continuamente se instruian en su fábrica y composicion los individuos del cuerpo : 2.º una escuela práctica de minas : 3.º se hacian ataques y defensas de puestos fortificados, y varios ensayos de los usos de la artillería en campaña : 4.º se ejecutaron varias esperiencias con todas especies de piezas y proyectiles, para conocer sus alcances y efectos, y acostumbrarse á apreciarlos. Esta escuela fue en decadencia desde la muerte de dicho general por las circunstancias ocurridas en la nacion.

178. Recomendando la suma importancia de la práctica para que se pueda cualquier oficial de artillería hacer capaz de desempeñar las funciones de su instituto, no ha sido nuestra intencion persuadir que las prácticas solas formarán ni aun un medio oficial. La sola esperiencia á ménos de no recaer en un sujeto de superiores luces, no puede amplificar y hacer generales las reglas que ha visto : la menor circunstancia ó accidente imprevisto es para ella un ostáculo invencible ; pero lo contrario sucede á la teoría acompañada de alguna esperiencia, perfecciona á esta, la aplica á todas las circunstancias y encuentra solucion á las dificultades mas insuperables. Estas ventajas de la teoría son inegables : así dicen Destouches y Valliere en la real instruccion citada : „Hay oficiales que hacen su única ocupacion de estas menudencias (habla de saber los nombres y dimensiones de las partes de las piezas, sus cureñas, sus diseños, relaciones prácticas, &c.) Otros las mi-

ran como una mecánica servil, indigna de su aplicación; pero unos y otros no podran con estas ideas llegar á perfeccionarse. Estos deben persuadirse que el circunstanciar esta mecánica es absolutamente necesario, y que les es preciso saber el idioma del obrero para hacerse entender é instruirle de lo que ignora. Y aquellos deben reflexionar que la práctica por sí sola no los constituye superiores á un fundidor, polvorista ú obrero, y ni aun al simple artillero aplicado. Un oficial de artillería instruido á fondo del objeto de su profesion, conocerá que sus ideas han de ser mas elevadas; que no debe ignorar el por menor y mecanismo de las cosas, pero que los ha de saber superiormente como un arquitecto, y no como un albañil; pues su ocupacion ha de ser dirigirlas y hacerlas egecutar por los obreros y soldados."



## ARTICULO XI.

*De los alcances y cargas de las armas de fuego, y diferencias que resultan de tener distintas dimensiones las piezas de un mismo calibre.*

1. **E**n el artículo anterior hemos espuesto las muchas, repetidas y combinadas esperiencias, que sería necesario egecutar con las piezas de artillería particularmente de campaña, para imponerse en sus respectivos alcances, segun sus dimensiones y calibres, la cantidad y calidad de la carga de pólvora, y en fin los móviles de que se usase. Mas como hasta el presente no se hayan practicado unas tales esperiencias (ni es factible se egecuten por los inmensos gastos que exigen) con toda la estension que sería precisa para que no hubiese paralogismos en las deducciones de sus resultados: nos es indispensable para tratar con algun fundamento del objeto de este artículo, valernos del cúmulo de esperiencias hechas en diversas partes, y espuestas muchas de ellas por distintos autores.

2. Si estas esperiencias que se hallan esparcidas y como sembradas en varias obras hubiesen sido hechas con toda la proligidad, atenciones precisas y relativamente á este objeto, y si los autores que las traen fuesen imparciales; serian tal vez suficientes para dar al asunto que nos proponemos toda la claridad de que es capaz. Pero las diferencias de medios que se han empleado, la poca exactitud é individualidad con que se refieren las mas de ellas, los distintos fines á que se han hecho y sobre todo el espíritu de sistema ó de partido que se suele notar en sus

autores, hacen presentar los resultados bajo un aspecto de contradiccion que es imposible conciliar.

3. Para convencerse de esta asercion basta pasar la vista por las obras del célebre Belidor, las mas arregladas, metódicas é instructivas de todas las que medio siglo ha existian sobre la artilleria; y por las de Benjamin Robins y Papacino de Antoni, á quienes la artilleria es acreedora del nuevo lustre y claridad que ha tomado su parte científica. Nosotros prescindiremos de todas las opiniones y esperiencias que en estas obras se encuentran diametralmente opuestas, y solo si diremos que segun Belidor la resistencia del aire es de poco momento, y que la carga que da mayor velocidad á la bala en una pieza de á 24 es de nueve libras de pólvora; mientras que segun Robins la resistencia del aire es tal, que á una bala de á 24 que se mueve con una velocidad inicial de 1700 pies por segundo, le opone una fuerza de 23 arrobas; y la carga mas fuerte y máxima de una pieza es la que ocupa  $\frac{10}{27}$  partes del ánima; de modo que en nuestro cañon de á 24 vendrá á ser dicha carga de 44 libras de pólvora próximamente.

4. Aunque de ninguna manera nos creamos capaces de decidir entre autores tan célebres y de primer orden; sin embargo siéndonos preciso haber de seguir las esperiencias y doctrinas de uno de ellos, para evitar toda contradiccion y ambigüedad en este artículo, nos inclinamos con este fin á Robins, asi por ser posterior á Belidor, explicarse por sus principios las irregularidades y fenómenos que se observan en los tiros, y estar fundados estos principios sobre repetidísimas esperiencias, diferentemente combinadas, hechas y aprobadas por la real sociedad de

Lóndres; mientras que las de Belidor se encuentran en parte impugnadas por los mas sábios oficiales de artillería de Francia: como porque el espresado Antoni que tal vez es el autor que ha escrito sobre la artillería con mayor sensatez é imparcialidad y el caballero de Arcy han adoptado por la mayor parte las aserciones de Robins, á quien solo bastaria para hacerle recomendable haberle anotado el gran Eulero. No obstante que el objeto de este tratado no dé lugar á esta especie de digresiones, hemos creido esencial hacer este sucinto cotejo de las obras de Belidor y Robins, por hallarse aquel á quien no seguimos mas introducido y acreditado entre el comun de oficiales, sea por ser mas antiguo ó por mas sencillo, claro y estenso.

5. En el servicio de las armas de fuego hay dos puntos distintos que examinar, á saber: cuales son sus alcances respecto á las cargas y á los móviles que arrojan; y qué cargas sean las mas conducentes para los diferentes usos y destinos de las piezas, segun todas las atenciones que se deben tener en la práctica: y estos dos puntos serán los asuntos de los dos números primeros de los tres que compondrán este artículo. En el III. y último se tratará de varios puntos de controversia que existen sobre la artillería de campaña antigua y la actual aligerada; con este motivo se espondrán varias doctrinas concernientes al influjo que tienen en los alcances las distintas dimensiones de las piezas: asunto de la mayor importancia y muy propio de este artículo.

## Número I.

*De los alcances de las armas de fuego relativamente á sus cargas.*

6. No obstante que solos los esperimentos deben servir de principios para tratar del asunto de este número, nos parece indispensable dar noticia de los resultados de algunas teorías confirmadas y ratificadas por ellos, para poderlos combinar y aclarar.

7. En varios lugares de esta primera parte se ha dicho que los alcances efectivos de los proyectiles no eran proporcionados á sus velocidades iniciales, como parecia regular y creian todos los autores antiguos de artillería, y es la razon: que la resistencia del aire no solo deja de ser simplemente proporcional á estas velocidades, sinó que varían sus leyes según el mayor ó menor incremento de ellas: de modo que no hay razon ninguna constante entre la resistencia del aire, y la velocidad del cuerpo que se mueve en él. Mas como las mas de las contradicciones aparentes, y particularidades que se observan en los alcances de los móviles militares, tengan su origen en la espresada resistencia, nos parece conducente esponer los resultados de su teoría concerniente á nuestro objeto. Pero antes es necesario esplicar los medios de hallar las velocidades de dichos móviles, pues la resistencia solo se mide con respecto á ellas.

8. Hay diversos arbitrios para conocer la velocidad inicial de un móvil, que se pueden ver en Robins y Antoni: los mas sencillos, prácticos

y tal vez los mas exactos, son los tres siguientes.

9. Se hace de madera sólida y pesada un péndulo *D* bastante grande (figura 3.<sup>a</sup>) que se suspende de un tres pies por medio del brazo *CSF* fijado en el ege *AB* que gira con el péndulo al rededor de los puntos *A* y *B* de modo que quede vertical y pueda oscilar libremente: en su parte inferior *E* se clava ó pega el extremo de una cinta, se unen los pies *AB* por debajo del péndulo con un travesaño en cuya mitad se fija una pieza compuesta de dos hojas de acero que se unen ó separan por medio de un tornillo, y por entre ellas se hace pasar el otro extremo de la cinta que queda suelto, y ella oprimida en términos que no impida ni retarde el movimiento del péndulo, y se guarnece el centro de percusion con una plancha de hierro *M*, sujeta con cuatro tornillos. Dispuesto asi el péndulo, se sitúa el cañon (de cuya bala se quiera medir la velocidad inicial) á algunos pies de él: de modo que la llama de la pólvora no obre contra el péndulo, cuyo centro de percusion debe estar en la direccion del ege del cañon, y este continuado ha de ser perpendicular al péndulo y su superficie en este punto. Disparado el cañon hará su bala mover al péndulo, y este obligará á salir del muelle una porcion de la cinta que será de la medida de la cuerda del arco que haya descrito en su primera oscilacion, conocida esta, la masa del péndulo y de todas las partes que se mueven con él como el ege *AB*, las distancias *CL* y *CM* del punto *C* á los centros *L* y *M* de gravedad y oscilacion, la longitud del radio *CF* y el peso de la bala se determinará la velocidad inicial de esta en un segundo. Es necesario tener presente que el péndulo no se mueve al rededor de un punto sino de un ege, cir-

cunstancia que influye en el cálculo; como tambien que el aire opone al péndulo una resistencia que acorta su primera oscilacion; y por consiguiente la cuerda del arco resulta menor de lo que debe ser si aquella se desprecia.

10. Este arbitrio de hallar la velocidad de las balas es limitado á las de muy corto calibre (pues no habria péndulo que resistiese el choque de una bala de artilleria); y exige se esté versado en la teoría de la percusion: además de que es muy difícil, que la cinta se oprima solo con el grado de fuerza preciso, para que no corriéndose mas que lo necesario, no disminuya el movimiento del péndulo en alguna manera, ó dé falsa la medida alargándose: como tambien que la bala llere al péndulo precisamente en su centro de oscilacion y no mas arriba ó mas abajo lo que da un resultado que difiere notablemente del verdadero. El primer inconveniente le ha remediado Antoni, guarneciendo el extremo inferior del péndulo con una punta de hierro EF que marca su movimiento en ceniza ó harina puesta sobre un arco de círculo GKH, cuyo centro es C, y casi tangente al péndulo en esta punta.

11. El segundo arbitrio de hallar las velocidades iniciales se reduce: á tener una rueda bastante grande HB (figura 1.<sup>a</sup>) en posición horizontal, y que se mueva libremente al rededor de su ege vertical CD figura 2.<sup>a</sup> por medio de una cuerda G, arrollada en él, la cual pasando por una polea que esté á considerable distancia, y que la mantiene de nivel, da vuelta á otra polea de que pende un contrapeso Q, y va á terminarse en una manivela N en la cual se enrosca otra tanta porcion como en el ege de la rueda principal, con lo que la cuerda siempre queda

tirante por no variar de altura el peso  $Q$ , respecto á relevarse la cuerda en el movimiento de la máquina. La circunferencia de la rueda debe cubrirse con una faja de papel GHKF que sobresalga de la madera media cuarta: cargado el cañon  $M$  figura 1.<sup>a</sup> se pone empotrado á 10 ó 12 pies de la rueda, rasante á ella, y de modo que su ege prolongado pase por el centro de aquella, y se termine en un blanco  $R$  de madera de olmo que siendo correosa facilita el medio de conocer por la inmersión de la bala si ha pasado ó no por el centro.

12. Para hacer uso de esta máquina es necesario conocer el instante en que comienza á girar con movimiento igual y uniforme, y cuanto tiempo emplea en cada revolucion: lo que se puede conseguir de varios modos, pero el mas exacto es valerse de una rueda escéntrica  $IL$  adaptada al ege  $CD$  (figura 2.<sup>a</sup>) la cual en cada una de sus revoluciones imprime á una lengüeta de madera un esfuerzo que la hace vibrar horizontalmente: esta lengüeta da movimiento á un péndulo simple suspendido sobre ella y hácia su extremo, el cual puede alargarse ó acortarse hasta que sus vibraciones sean isócronas á las de la lengüeta y rueda; y por la longitud del péndulo se determinará el tiempo que la rueda emplea en dar una revolucion: obtenida la uniformidad en el movimiento de la rueda y péndulo se disparará el cañon, y haciendo parar la rueda se notarán los dos agujeros que ha hecho la bala al entrar y salir, los cuales dividirán la circunferencia en dos partes desiguales, y en el exceso ó diferencia  $BK$  (figura 1.<sup>a</sup>) de dichas partes á la semicircunferencia se tendrá el espacio que se ha movido el punto  $B$  mientras que la bala ha recorrido el diámetro  $BH$ , y por consiguiente el que

Habra andado cuando aquel haya descrito toda la circunferencia ó lo que es lo mismo mientras la rueda haya dado una revolución; y en la cuarta proporcional hallada al tiempo que la rueda emplea en ella, á un segundo, y al espacio determinado anteriormente se tendrá el que correrá la bala en un segundo, y por consiguiente su velocidad. Este medio tampoco es aplicable cuando se trate de hallar la velocidad inicial de los móviles arrojados por los cañones ó morteros; además que por exacta que sea la direccion que se haya dado á la pieza no hay una seguridad de que el móvil al salir del cañon no se haya apartado de ella á la derecha, ó á la izquierda; y que haya atravesado la rueda precisamente por su centro; variaciones que producen un error sensible en el resultado.

13. El tercer método se reduce á aplicar á una rueda cualquiera con tal que se pueda mover con un movimiento uniforme, una plancha con un puntero ó punzon, que marque un arco en el sebo con que se cubrirá una canal abierta en la rueda, á fin de hacer el rozamiento poco notable: este punzon es movable, y se aparta de la rueda por un hilo que cruza la boca de la pieza que se dispara; por consiguiente al salir el móvil rompe el hilo, y un muelle le aproxima á la rueda, que suponemos en movimiento y describe en ella un arco. Próximo á la pieza se pone un blanco movable, que por medio de una vara está enlazado á la plancha y punzon, y de consiguiente le aparta de la rueda luego que la bala toca al blanco: conociendo pues el tiempo que la rueda tarda en dar una revolución, y hallando una cuarta proporcional á la circunferencia de la rueda, al arco descrito por el punzon y al tiem-

po que la rueda emplea en la revolucion se tendrá en ella el tiempo en que se describió el arco; y siendo este tiempo á un segundo, como la distancia que hay desde la pieza al blanco á lo que la bala andará en un segundo, se tendrá en esta cuarta proporcional la velocidad que se busca.

14. Vista la insuficiencia de los medios conocidos hasta su tiempo para hallar con exactitud la velocidad inicial de los proyectiles, creyó el coronel frances Grobert haber resuelto el problema con una máquina ó aparato de su invencion, que con una memoria presentó al instituto nacional y publicó en 1804. Esta invencion mereció la aprobacion de aquel cuerpo respetable, como tambien de nuestra academia de Segovia á cuya censura se pasó en 1806, declarándola ambos cuerpos por la mas exacta en el asunto de las que hasta entónces se habian imaginado aunque no exenta de algunos defectos; y sobre todo que la magnitud y demas circunstancias de esta máquina la hacian sumamente costosa y de difícil construccion; y asi créemos que aun en Francia donde tuvo la acogida mas lisonjera del gobierno no se hayan hecho pruebas en grande con ella. Sin embargo aun cuando no fuese sino para dar algunas mas luces sobre una materia tan delicada, y seguir la lista de los progresos del entendimiento humano, daríamos aqui una descripcion de esta máquina, sino la contemplásemos infructuosa sin el auxilio de las láminas y asi lo suspenderemos hasta que se abran aquellas, y entónces hablaremos estensamente de esta máquina en un apéndice. Despues de haber dado noticia de los medios mas obvios de hallar las velocidades iniciales de los proyectiles, veamos la resistencia que el

aire les opone á su movimiento segun estas velocidades, y las leyes con que obran en el tiempo.

15. Para saber cual pueda ser la resistencia que un fluido opone á un cuerpo sólido que se mueve en él, es necesario distinguir los fluidos que oprimidos ó impelidos por algun peso ó fuerza, ocupan el espacio que el sólido deja detras con tal prontitud, que no queda el menor vacio; de los que no estando suficientemente comprimidos tardan algun tiempo en llenar el lugar que el sólido abandona: pues estas dos propiedades de los fluidos hacen variar las leyes de su resistencia, y se encuentran una y otra en el aire, segun sea mas ó ménos rápido el movimiento de los proyectiles.

16. Si un fluido fuese tal, que todas las partículas que le componen estuviesen igualmente distantes entre sí, y que no obrasen mutuamente unas sobre otras, seria fácil hallar la resistencia que opondria á un móvil, por la cantidad de movimiento comunicada á estas partículas: porque sabiéndose la velocidad del móvil y la densidad del fluido, se tendria la cantidad de movimiento á él comunicada; y como la accion sea igual á la reaccion se inferiria la resistencia. El gran Newton ha demostrado, que en un semejante fluido será la resistencia que esperimente una esfera la mitad de la de un cilindro, que se mueva igualmente y tenga el mismo diámetro. Mas en la realidad no se halla ningun fluido de esta especie: todos los que conocemos se componen de partes ligadas entre sí, ó que obran unas sobre otras como si efectivamente lo estuviesen; de modo que no se puede dislocar una sin mover un gran número de otras, que suelen estar muy distantes; por lo cual comunicándose el movimiento á la masa total, no ha-

brá ninguna direccion fija, sinó que variará en cada partícula segun la posicion que tenga respecto á las otras, y al impulso que haya recibido. Por consiguiente, teniendo la mayor parte de ellas un movimiento oblicuo á la superficie del móvil que las choca, la resistencia que no consiste sino en la parte del movimiento comunicado en direccion del sólido, será muy diferente de la que hemos dicho, y mucho más difícil de calcular.

17. Si las partes de un fluido están oprimidas por un peso que gravita sobre ellas, como lo están las de todos los fluidos, esceptuadas las que ocupan la superficie; y si además el móvil que las atraviesa tiene menor velocidad que la que ellas tienen en fuerza de dicha presión para precipitarse en los vacíos que encuentran, es claro que en este caso el espacio que el móvil deje detras, se llenará súbitamente; y que una parte del fluido que la superficie anterior del móvil impele en su direccion, volverá á rodearle; de modo que este reflujó continuado restablecerá el equilibrio que el móvil destruye á cada instante en su carrera: por consiguiente la resistencia que el cuerpo experimenta en su movimiento será mucho menor que en el primer dato, en que se supuso que cada partícula adquiria una velocidad igual á la del móvil y en la misma direccion. Segun el mismo Newton esta resistencia es la cuarta parte de la primera.

18. De estos principios se sigue no solo que diferentes fluidos oponen diferentes resistencias, sinó que estas varían por razon de la figura y velocidad del móvil que los atraviesa: de modo que cuando esta velocidad es tan considerable que el fluido no puede ocupar inmediatamente el vacío que deja el

sólido detras, la resistencia se aumentará escesivamente; porque en este caso no estará el móvil sostenido por la presión del fluido, que colocado detras balancea en algun modo la resistencia, y contrasta en parte el peso de la columna de fluido, que gravita sobre la parte anterior del cuerpo que se mueve. Añádese á esto, que el movimiento comunicado á las partes del fluido, que están ménos oprimidas de las que las rodean, se ejecutan en una dirección ménos divergente de la que tiene el móvil, ó de aquella en que las obliga á moverse. De lo cual se deduce: que la resistencia que el fluido opone al cuerpo en este caso, se aproxima á la de la primera hipótesis, en que se supuso que las partes del fluido estaban separadas, y seguian la dirección del movimiento que se les comunicaba, sin que la interrumpieran las partes contiguas; y como en este caso la resistencia que experimenta un cilindro que se mueve en dirección de su eje es cuádrupla de la que le opone un fluido suficientemente comprimido, se infiere: que cuando un cuerpo se mueve en un fluido con tanta rapidez que deja detras un vacío, experimentará una resistencia cuádrupla de la que experimentaria en el caso que se llenase inmediatamente el lugar que deja. Si el cuerpo que se mueve es una esfera no será tan grande la diferencia por la oblicuidad de la superficie; respectó á que como se dejó espuesto, en un fluido que no está comprimido experimenta el globo la mitad de la resistencia que un cilindro de igual diámetro; lo que no sucede en los comprimidos, pues la convexidad disminuye la resistencia en el un caso y no en el otro. Mas como por otro lado cuando las partes del fluido estan comprimidas por el choque del móvil á quien rodean,

en un fluido elástico como el aire, habrá un mismo grado de condensacion entre sus partes; es muy probable que por esta razon, la resistencia que oponga un fluido comprimido á un cuerpo que se mueve con una gran velocidad, tenga un medio entre las que encuentran el globo, y el cilindro que hemos hablado; es decir, que sea mas que doble y ménos que cuádrupla de la que deberia ser siendo simplemente proporcional á la velocidad: de modo que no será absurdo suponer que la resistencia que experimenta el globo al principio de su movimiento es triple de la que le correspondia respecto á su velocidad, si se moviese mas lentamente.

19. De que la resistencia se aumente tan considerablemente cuando el móvil se mueve con tanta velocidad que deja un vacío detras, se infiere: que aun cuando la velocidad sea mucho mas corta, la resistencia se aumentará aun sensiblemente. En efecto aunque el fluido ocupe el lugar del móvil inmediatamente que este le deja, si la velocidad con que viene á llenar este vacío no es tan grande como la del móvil, la resistencia se debe aumentar como en el caso precedente, aunque no tanto: no se puede suponer, pues, que este aumento de resistencia deje de verificarse luego que el fluido tenga suficiente velocidad para no dejar ningun vacío detras del cuerpo que se mueve: sinó que se debe créer, que disminuye en razon inversa de la velocidad con que las partes del fluido siguen al móvil, y del exceso de esta velocidad sobre la del cuerpo en movimiento.

20. De lo que se deduce: que si un globo se mueve en un medio resistente con una velocidad mucho mayor, que la que pueden tener las partes del flui-

do en virtud de su compresion para ocupar el vacío que deja, experimentará una resistencia triple de la que le corresponde por razon de su velocidad (segun las leyes de Newton que espondrémos.) Igualmente se infiere: que la resistencia del medio disminuirá cuando empiece á ser mas lento el movimiento del globo; hasta que no teniendo mas que una velocidad muy corta respecto á la de las partes del fluido, la resistencia vendrá á ser conforme á la de las leyes de Newton que vamos á explicar.

21. El primero que ha tratado con solidez de la resistencia que oponen los fluidos á los cuerpos que los atraviesan fue el ilustre Newton, que despues de muchas hipótesis (de parte de las cuales acabamos de dar noticia) y de repetidas y exactas esperiencias, halla y concluye: que la resistencia del medio es proporcionada á los cuadrados de las velocidades: es decir que si un cuerpo se mueve con un grado de velocidad y otro con dos, experimentará este una resistencia cuatro veces mayor que el otro. Pero esta ley necesita de muchas modificaciones: acabamos de ver que, segun Robins, cuando la velocidad del móvil es muy grande, la resistencia que sufre es triple de la que le corresponde por esta ley, y Don Jorge Juan hace ver en su *Exámen marítimo*: que aun las mismas esperiencias de Newton manifiestan, que cuando es muy pausada la velocidad del móvil la resistencia es simplemente como ella; de lo que se sigue, que la espresada ley es solo cierta ó próximamente cierta, cuando un cuerpo se mueve con una velocidad media entre estas dos estremas.

22. No obstante quanto se acaba de esponer contra las leyes establecidas por Newton sobre la resistencia que oponen los fluidos á los cuerpos que los

atravesasen, debemos prevenir que en las memorias de Scheel varias veces citadas en este tratado, se halla la nota siguiente: „Robins ha hecho nacer muchas dudas sobre esta teoría de Newton, creyendo que la resistencia debe crecer en mayor razón cuando la velocidad pasa de 1000 pies por segundo: el célebre Eulero su comentador parece se inclina á ello; y Antoni parece tambien haberlo adoptado en sus obras. Sin embargo Lambert ha probado que las esperiencias de Robins, y del caballero de Arcy no concluyen nada contra esta teoría de Newton, porque se habian cometido algunos errores en la operación del péndulo.“ Pero como la obra de Lambert intitulada: *Reflexiones sobre los efectos de la pólvora*, no ha llegado á nuestras manos, nos es imposible apreciar sus pruebas contra la teoría de Robins, la que no obstante algun corto error (cometido en los cálculos hechos para inferir las velocidades de las balas por las oscilaciones del péndulo) puede ser cierta; y mas á vista de comprobarla los efectos de la artillería, pues es incomprendible sin esta variedad de resistencia como ha de tener igual alcance una bala arrojada con 24 libras de pólvora que otra arrojada con 8 ó ménos. En esta inteligencia proseguimos dando noticia de la doctrina de Robins sobre quanto contribuye la resistencia del aire en los alcances de los proyectiles militares.

23. Ya digimos que por medio de un péndulo se puede hallar la velocidad de una bala en cualquier punto de su trayectoria que le choque; con este arbitrio se halló que la velocidad de una de nueve líneas de diámetro, y arrojada por una carga de pólvora de la mitad de su peso era á los 25 pies del cañon de 1670 pies por segundo: que la de una

igual bala á los 75 pies de la boca del cañon, era de 1550: y en fin que á los 125 pies, solo era la velocidad de una tercera bala de 1425 pies: de modo que pasando la bala al traves de 50 pies de aire perdía una parte de velocidad de 120 á 125 pies; y como el tiempo que empleaba en recorrer un semejante espacio era  $\frac{1}{32}$  ó  $\frac{1}{30}$  de un segundo próximamente, se infiere: que la resistencia media debería ser cerca de 120 veces mayor que el peso de la bala, esto es 10 libras á corta diferencia, respecto á pesar la bala  $\frac{1}{12}$  de una libra. Mas haciendo el cálculo segun la teoría de Newton en su proposicion 38, se halla que dicha resistencia solo es de 4 $\frac{1}{2}$  libras; luego es evidente que su teoría no es justa sinó cuando se trata de velocidades pequeñas. Hechos otros esperimentos se halló que la resistencia efectiva que oponia el aire á una bala, que se movia con una velocidad de 1700 pies por segundo, era á la calculada, como 3: 1; y movida con la velocidad de 1180 pies estaban dichas resistencias en la razon de 17: 7.

24. Del anterior principio se sigue: que cargando un cañon de á 24 con 16 libras de pólvora, carga que dará á la bala una velocidad de 1600 á 1700 pies por segundo, la resistencia del aire contra la bala será 54 veces mayor que la hallada en la precedente esperiencia contra bala de 9 líneas de diámetro, porque la superficie de la de á 24 es á la de esta como 54, 1; por consiguiente dicha resistencia será de 540 libras, es decir equivalente á mover y llevar tras sí la bala un semejante peso caminando en un medio no resistente. Esta prodigiosa resistencia que parece increíble respecto á ser producida por un cuerpo tan rarefacto y poco grave co-

mo el aire, y contra un sólido de tan poca estension como una bala, pero que uniformemente demuestran la teoría y la esperiencia, es el origen de los efectos que vamos á esponer.

25. El mas antiguamente conocido y observado por los artilleros es, que balas de diferentes calibres tengan mutuamente mayores alcances, respecto á la elevacion con que son arrojadas ó á las circunstancias del terreno. Esto se verifica cargando dos cañones de igual longitud y distintos calibres con cargas proporcionadas á los pesos de sus balas: en este caso la bala menor saldrá con mayor velocidad, y su alcance horizontal será mayor; pero si estas dos piezas se disparan sobre un terreno inclinado, que desciende desde la esplanada hasta una estension suficiente para las esperiencias, se observará que el alcance de la bala mas gruesa se aproxima mas y mas al de la pequeña, á proporcion que el terreno baja mas, y que al fin llega á ser mayor. La causa de este fenómeno se infiere sencillamente de los principios espuestos: pues por una parte la resistencia es mayor á proporcion de la velocidad, y por otra se sabe que la resistencia obra en razon directa de las superficies é inversa de las masas; esto es, que es mayor á proporcion que lo sean las superficies, y menor cuanto mayores sean las masas: por lo tanto, estando aquellas en razon duplicada de los diámetros, y estas en la triplicada, es claro que la bala mas gruesa esperimentará proporcionalmente menor resistencia que la pequeña aun cuando tuviese igual velocidad. De lo que se deduce que se observaria esto mismo en las balas de un mismo calibre, pero de diferente gravedad específica.

26. Otro de los efectos de la mencionada resis-

tencia y el mas notable es; que los alcantes de los proyectiles como se ha espuesto en varias partes de este tratado, no son sinó una corta parte de lo que serian en el vacío, particularmente siendo arrojados por grandes elevaciones. A fin de manifestar esta proposicion palpablemente y con relacion á la práctica, estenderemos aqui la siguiente tabla de las esperiencias hechas en Turin, por el ya varias veces citado Antoni, sobre el rio Po, y á cuyo efecto se escogió una parte de él por donde su curso es recto: advirtiendole que en las cinco mañanas que se egecutaron estuvo el barómetro á una misma altura, y que no se omitió circunstancia conducente á su exactitud. Se ignora qué peso era el de las balas de fusil que en la tabla se dice ser de  $23\frac{1}{2}$ .

*Tabla de comparacion de los alcances efectivos observados sobre el Po, con los calculados en suposicion de que el aire no resista; con espresion de las velocidades iniciales de las balas, piezas que las arrojaban, y grados de elevacion porque estas se apuntaron.*

	Velocidades iniciales de las balas.	Angulos de elevacion.	Alcances efectivos de las balas.	Alcances calculados sin la resistencia del aire.
	<i>Pies.</i>	<i>Grados.</i>	<i>Pies.</i>	<i>Pies.</i>
Carabinas rayadas del calibre de $\frac{5}{8}$ y $\frac{3}{8}$ pulgadas con balas de $\frac{6}{8}$ onz. de pes.	1160	15	1596	35410
		$24\frac{1}{2}$	1662	53115
		45	1584	70821
Fusil de infantería del calibre de una pulgada con bala de $23\frac{1}{2}$ de peso-----	1030	$7\frac{1}{4}$	1680	13959
		15	2310	27918
		$24\frac{1}{2}$	2364	41877
Arcabuces del calibre de $3\frac{1}{2}$ pulg. con balas de calibre y peso de 3 onzas---	1100	15	2544	31842
		$24\frac{1}{2}$	3102	47563
		45	2940	63684
Con balas de $3\frac{1}{2}$ onzas-----	1050	15	3006	29013
Con balas de 3 onzas, y calibre de $3\frac{1}{2}$ pulgadas.	1227	15	2890	39619

27. Esta tabla hace ver que la carabina rayada cargada de modo que su bala salga con una velocidad inicial de 1160 pies por segundo, y bajo el ángulo de 45 grados, solo ha tenido un alcance de 1584 pies, mientras que la teoría de los proyectiles que prescinde de la resistencia del medio, hace subir este alcance á 70821 pies; esto es, la resistencia efectiva del aire deja y reduce el alcance de una tal bala á  $\frac{1}{44}$  del que debiera tener en el vacío.

28. Aun se percibe mas el influjo de la resistencia del aire si se observan los diferentes alcances de una pieza segun lo mas ó ménos cargado de la atmósfera. El mismo autor trae la esperiencia de que habiendo hecho varios disparos sobre el Po con una espingarda, que daba á su bala una velocidad de 1050 pies, fue el alcance medio de 3006 pies, y el de los disparos egecutados sobre un terreno seco de 3300 pies: lo que al mismo tiempo manifiesta cuanta diferencia hay en los alcances solo por la variedad de la atmósfera, y de consiguiente cuan falibles son los morteretes para reconocer la calidad de las pólvoras; y las amplitudes ó alcances de las balas ó bombas para averiguar el mayor esfuerzo ó velocidad de estos móviles.

29. De las esperiencias anteriores infiere su autor las consecuencias siguientes: 1.<sup>a</sup> La resistencia del aire obra mas poderosamente sobre las balas de corto calibre cuando tienen la misma gravedad específica. 2.<sup>a</sup> Esta diminucion es mayor cuando siendo iguales los diámetros de las balas tienen estas ménos densidad. 3.<sup>a</sup> Cuando la pieza y el blanco están en un mismo horizonte es necesario apuntar por debajo de los 45 grados para obtener los mayores alcances. 4.<sup>a</sup> El grado de elevacion que da mayores alcances,

se aparta de 45 grados á proporcion que el calibre de la bala es menor, mayor su velocidad y ménos densa su masa. 5.<sup>a</sup> En fin el mayor alcance que se puede obtener en la práctica depende de la direccion de la pieza, de la velocidad inicial, diámetro y peso de la bala, de la densidad del aire que atraviesa, y de la altura ó depresion del blanco.

30. Otro de los efectos mas particulares de la resistencia del aire es la declinacion de la bala hácia un lado ú otro: esplicaremos con alguna estension la existencia de este efecto (hallado por el ya citado Robins) como se observa, y qual sea su causa.

31. Si una bala no se apartase de su primera direccion sinó por la sola fuerza de su gravedad, sucederia que si se torciese á derecha ó izquierda de la línea ó visual porque se dirige, esta declinacion deberia aumentarse á proporcion que corriese la bala; de modo que todas las líneas paralelas que se pudiesen tirar desde cualesquiera puntos de su trayectoria efectiva á la que debiera tener si hubiese seguido la direccion del ege de la pieza porque es arrojada, serian proporcionales á sus respectivas distancias al cañon: asi una bala que á 10 varas de la boca de la pieza da á una pulgada de la direccion del ege, deberia dar á 10 pulgadas despues de haber corrido 100 varas, y á 30 despues de andar 300. Mas la esperiencia ha manifestado que lejos de observarse esta conformidad en la divergencia de los tiros, se nota otra ley muy diversa, por la cual parece que la trayectoria efectiva forma otra curva hácia uno de los lados, apartándose mas y mas de la direccion porque se arroja la bala.

32. Son varios los métodos de que se ha valido Robins para descubrir y confirmar este movimiento

de los proyectiles de las armas de fuego, por el cual se apartan del plano vertical por que son arrojados; pero el mas sencillo y que cualquiera puede practicar, se reduce á poner varios bastidores de papel muy fino, paralelos entre sí y equidistantes 40 ó 50 toesas; y disparando un fusil ó cañon, de modo que la bala los atravesase todos, se observará: que las aberturas hechas en ellos no están en un mismo plano vertical; sinó que continuamente se van inclinando mas y mas á la derecha ó izquierda; de suerte que la línea que pase por todas será una curva, de la que solo será una tangente la prolongacion del ege del cañon.

33. Entre las muchas esperiencias que espone el espresado autor, solo se dará noticia de la siguiente por no ser prolijos. Habiendo empotrado un cañon cuya bala tenia 9 líneas de diámetro, hizo varios disparos contra un blanco de  $1\frac{1}{2}$  pies de ancho que estaba á 160 pies, y todas las balas ménos una dieron en él: lo que es prueba que la direccion del cañon era de las mas justas; pero habiendo despues tirado repetidas veces con menor carga, (circunstancia que en vez de alterar la direccion de las balas la haria mas justa) encontró que las balas á distancia de 760 varas se apartaban á derecha ó izquierda de su direccion hasta 100 varas.

34. Siendo fijo el espresado movimiento de las balas, parece regular inquirir su causa que segun el citado autor no es otra que la mayor resistencia que encuentra una bala que ha adquirido un movimiento de rotacion hácia la parte que se ejecuta dicho movimiento. Para conocer si un tal movimiento era capaz de alterar la direccion de las balas, suspendió Robins un globo de dos cordones,

y habiéndolos torcido, y apartando el globo de la perpendicular, le dejó en libertad y observó: que mientras los cordones no principiaron á des-torcerse oscilaba en un plano vertical; pero que despues que le comunicaron al globo un movimiento de rotacion, principio á oscilar en una curva, hasta que al fin sus vibraciones vinieron á hacerse en un plano perpendicular al primero: de lo que se infiere que el movimiento de rotacion del globo hace variar su direccion, y como sea muy regular que al salir una bala del ánima de un cañon choque fuertemente contra alguna de sus paredes, y que este choque le imprima de consiguiente un movimiento de rotacion; se puede deducir que este es la verdadera causa de la declinacion de las balas hácia un lado ú otro.

35. Véase aqui un esperimento terminante en este asunto: habiéndose torcido un cañon de fusil á tres ó quatro pulgadas de la boca, de modo que su ege formaba un ángulo de 3 ó 4 grados, se cargó con bala, y apuntó en direccion de su ege como si estuviese recto: y en lugar de irse la bala hácia la izquierda que era la parte á que se habia torcido el cañon se fue á la derecha, pues en los bastidores de papel que atravesó se notó que en el primero habia dado á  $1\frac{1}{2}$  pulgada á la izquierda de la direccion del ege porque habia sido apuntada, y en el último dió 14 pulgadas á la derecha de dicha direccion: esta se supone que deberia ser la misma que la que habia tenido la bala de un fusil recto, con que se habia tirado ántes desde el mismo lugar é igualmente apuntado. Infiérese, pues, que chocando y rozando la bala al salir del cañon contra la parte curva de él, tomó un movimiento de rotacion con

el cual hiriendo al aire mas fuertemente hácia la parte donde se unia este movimiento con el progresivo, experimentaba mayor resistencia, en fuerza de la cual describia una curva hácia la parte opuesta á donde debería dirigirse por la curvatura del fusil.

36. De este nuevo movimiento de los proyectiles de las armas de fuego, observado hácia los dos lados de las direcciones porque son arrojados, se deduce: que cuando choquen contra las paredes superiores ó inferiores de las ánimas, tomando de consiguiente un movimiento de rotacion hácia arriba ó hácia abajo, serán mayores ó menores sus alcances que los correspondientes á sus cargas ó velocidades iniciales por las que son arrojados; de modo que cuando la semiesfera á que resiste mas el aire sea la inferior, en este caso el móvil se retardará en caer, y su alcance será mayor de lo que seria sin esta circunstancia; y por el contrario cuando sea la semiesfera superior la que experimente mayor resistencia, será menor su alcance.

37. En la espresada causa de alterarse los alcances se encuentra la razon de un efecto observado desde que hay cañones, y cuyo principio se ignoraba, y es: que una misma pieza cargada con toda la igualdad posible, tuviese alcances bastantemente desiguales: y tambien que algunos de los alcances obtenidos con cargas mayores fuesen mas cortos, que otros de cargas menores; consecuencias claras y sencillas del espresado movimiento.

38. Otra de las pruebas mas claras de la existencia de este movimiento, es la observacion bastante antigua y constante de que las armas rayadas tenian mayor alcance que las que no lo estaban; efecto que no se puede atribuir á otra causa, sino

á la de que adquiriendo las balas despedidas por ellas un movimiento de rotacion al rededor del ege, ó de la direccion que siguen en el progresivo, encuentran todo al rededor igual resistencia de parte del aire, y asi no adquieren el movimiento de declinacion que hemos espuesto, y sus tiros son más certeros. Los autores antiguos pensaban que la mayor resistencia que encontraban las balas al salir en las armas rayadas era causa de que sus alcances fuesen mayores; mas las exactas esperiencias de Robins manifiestan que las velocidades iniciales de estas balas son menores, que lo que serian si los cañones no estuviesen rayados; y que de consiguiente lo son también sus alcances. Asi toda la ventaja de ellas está en moverse las balas en la direccion por que son arrojadas, y ser sus tiros por lo tanto ménos aviesos que los de los demas cañones ordinarios.

39. De los espresados principios se sigue: que no solo la resistencia del aire es tan grande que deja reducidos los alcances á una corta parte de lo que serian en el vacío, como se deja espuesto; sino que también, aumentándose prodigiosamente cuando los móviles llevan una velocidad inicial de más de 1200 pies por segundo, (que es á corta diferencia lo que recorre el sonido en este tiempo), los alcances que se obtienen con cargas mas fuertes se vienen á diferenciar en muy poco de los que proporcionan las cargas correspondientes para producir esta velocidad: y en fin que la espresada resistencia, juntamente con el movimiento de rotacion que adquieren los proyectiles al salir de las piezas golpeándose, ó rozándose contra sus paredes, son causa de que los alcances de móviles arrojados con grandes velocidades suelen ser menores que los de los arrojados con

mucha menor fuerza; y de que así unos como otros sean aviesos y poco ciertos, particularmente si se quieren alargar aumentando los ángulos de elevacion.

40. Aunque, como dejamos dicho, Robins da á entender que el choque de las balas contra las paredes del ánima puede ocasionar el movimiento de rotacion, que supone adquieren, y que es causa de las notables diferencias que se encuentran en los alcances y direcciones de los tiros arrojados por un mismo cañon, cargado siempre con la mayor igualdad; su sabio comentador Eulero ha ilustrado este punto demostrando las cinco proposiciones siguientes:

41. 1.<sup>a</sup> Que las balas perfectamente redondas y cuyo centro de gravedad concurre con el de figura, pueden seguir á un tiempo su movimiento progresivo y el de rotacion, sin que el uno destruya ni altere el otro, porque las naturalezas de ellos son enteramente distintas: de modo que una bala tal como se acaba de suponer, continuará moviéndose y gravitando en un mismo plano vertical, sin separarse á derecha ni á izquierda; pero que si aconteciese que este plano no corresponda prolongado al objeto á que se apunta, entónces la separacion de la bala respecto al blanco estará en razon de las distancias.

42. 2.<sup>a</sup> Que las balas perfectamente redondas, pero cuyo centro de gravedad caiga á un lado del de figura, pueden á la verdad contraer un movimiento de rotacion contra las paredes de la pieza; pero que este movimiento se destruirá sea en el ánima, sea en el aire, siempre que (siendo su ege transversal á la direccion del tiro) el centro de gravedad esté situado fuera de la direccion de la fuerza progresiva; porque tomando alternativamente el centro de gravedad el frente, nace otro movimiento

de rotacion retrogrado, que destruye bien pronto el movimiento de rotacion producido por el rozamiento contra las paredes del ánima: de modo que la resistencia del aire, que pasa siempre por el centro de figura, no puede obrar ni muy largo tiempo ni muy oblicuamente sobre la bala, porque el movimiento de rotacion no podría durar mucho; y porque el centro de gravedad no podrá estar muy distante del de figura en una bala sensiblemente homogénea.

43. 3.<sup>a</sup> Que las balas imperfectamente esféricas en las que por consiguiente no coinciden los centros de gravedad y de figura, serán no solamente llevadas por la fuerza progresiva segun direcciones oblicuas á las del ánima (de donde se sigue que chocarán sus paredes, y saldrán del cañon con direcciones oblicuas á las del tiro); sino que experimentarán ademas de parte del aire una resistencia oblicua, que cogiendo á la bala por arriba, por abajo ó por un lado la hará inclinar hácia el lado opuesto al que experimenta esta mayor resistencia.

44. 4.<sup>a</sup> Que la divergencia de una bala irregular será ménos fuerte si está dotada de un movimiento de rotacion, cuyo eje sea paralelo á la direccion de la fuerza progresiva: porque variándose entónces á cada momento la oblicuidad de la resistencia, restablece de un lado (por decirlo asi) en el mismo instante, lo que ha podido inclinar del otro; en vez que esta resistencia obra siempre hácia un mismo lado quando falta este movimiento de rotacion: de donde se sigue que el movimiento divergente recibe un nuevo aumento á cada instante, aunque en una progresion descendente, pues es retardada la velocidad de la bala.

45. 5.<sup>a</sup> Que como el movimiento de rotacion no

puede ser producido sino por la acción combinada del progresivo, y del rozamiento de la bala contra las paredes del ánima, no podrá verificarse, porque este rozamiento nunca será tan fuerte que pueda vencer el que tenga la bala contra el taco, que se opone directamente al movimiento de rotación; de suerte que en lugar de rodar la bala, solo se deslizará lo largo del ánima.

46. Sin embargo de que estas cinco proposiciones modifican la de Robins, no por esto examinadas se oponen á la realidad de sus efectos; pues que no estando batidas las balas, ni torneadas, apenas se encontrará alguna perfectamente redonda; y de consiguiente se estará en el caso de la proposición 3.<sup>a</sup> Añádese á esto que por razon del viento de las balas, estas hacen asiento en la recámara desde los primeros tiros, y salen golpeando el ánima, artículo III. §. 93; y tambien que en el uso ordinario se tira con tacos de heno ó esparto, que apenas oponen resistencia, ó sin taco ninguno.

47. Pero de estas proposiciones se infiere cuan útil sea poner el mayor cuidado en que las balas no sean irregulares; lo que nunca se podrá conseguir mientras no se adopte el método establecido en Francia, de que dimos noticia en el artículo III. §. 99.

48. No obstante que por principios teóricos se pueden calcular y hallar con alguna exactitud los alcances de un móvil, conocidos su peso y volúmen, la longitud y elevación de la pieza porque es arrojado, y la cantidad y calidad de pólvora de la carga; créemos preferente para el uso comun y ordinario esponer aqui cuales sean los alcances observados en la práctica, correspondientes á las piezas ac-

tuales y á sus cargas mas comunes: porque siendo este conocimiento equivalente en la práctica al que resultaria de la aplicacion de una teoría larga, prolija y difícil, es mas adecuado á la inteligencia de todos, al poco tiempo que se tiene en las operaciones militares y al objeto de este tratado.

49. Los alcances efectivos de las piezas de artillería son de dos especies: unos que pueden obtenerse con las cargas y elevaciones mas conducentes para aumentarlos, pero que son inciertos y por tanto inútiles en las mas ocasiones; y otros que proporcionando las cargas y la graduacion de la pieza, son mucho mas cortos, pero certeros y de consiguiente que se deben usar ó buscar casi siempre. Tambien hay una diferencia notable entre los alcances obtenidos por piezas cortas, y apuntadas siempre por una elevacion considerable, como los morteros, pedreros y obuses; á los que dan las piezas que se apuntan casi por la horizontal, como los cañones. Trataremos primero de los alcances de estos, y despues de los de las otras piezas.

50. Los cañones sean de batir ó de campaña, se cargan con bala rasa, con bala y metralla y con metralla solamente; y sus alcances son muy diferentes segun sus elevaciones, cargas de pólvora y especie de móviles que arrojan. El caso en que se han observado mayores alcances en los cañones, ha sido apuntándolos por 45 grados, y cargándolos con dos tercios del peso de su bala y con bala rasa. Segun las esperiencias hechas en Francia, los cañones de los cinco calibres regulares de ordenanza alcanzan:

El de á 24-----	2250.	} Toesas.
El de á 16-----	2020.	
El de á 12-----	1870.	
El de á 8-----	1660.	
El de á 4-----	1520.	

51. Los alcances aqui espuestos no son ciertamente los términos á que pueden llegar las balas: torneadas estas, teniendo poco viento, usando de pólvora de muy buena calidad, y sobre todo apuntando las piezas por una elevacion menor de 45 grados (como se deduce de la tabla arriba inserta de Antoni y de lo que despues dirémos) se obtendrán alcances bastantemente mayores. Aun sin estas circunstancias en las pruebas de Strasbourgo de 1740 se obtuvieron con un cañon de á 24 alcances de 2500 toesas, con cargas de 9, 13 y 24 libras de pólvora. Pero ninguno de los de esta especie merece particular atencion porque todos son inciertos así en su amplitud como en su direccion; y por lo tanto solo pueden usarse para tirar desde una plaza atacada al parque ó campamento enemigo con bala roja, como se dirá en la II. parte de este tratado.

52. Veamos ahora cuales son los alcances que se obtienen ó por la horizontal ó por ángulos muy poco notables, que es el punto mas esencial en esta materia. Como entre estos alcances se pueden contemplar como primeros los de punto en blanco, daremos noticia de ellos, valiéndonos de las esperiencias hechas en este departamento que vamos á esponer.

53. Las esperiencias egecutadas aqui para hallar los alcances de punto en blanco, han sido con caño-

nes de batir de á 24 y 16, con uno de á 12 antiguo de ordenanza, y con cañones aligerados de á 12, 8 y 4: asi respecto de la artillería antigua de ordenanza y la actual, solo puede hacerse comparacion entre los alcances de los cañones de á 12; pues no los habia antiguos de los calibres anteriores.

54. Estas seis piezas se situaron sobre un prado sensiblemente horizontal y muy llano; y se dirigieron hácia otro distante 200 toesas, en el cual pueden correr las balas un espacio de otras 200: el principio de este segundo prado está una toesa mas bajo que el terreno donde están situadas las piezas, y forma un repecho en las 50 toesas inmediatas de tres á cuatro toesas; despues sigue sensiblemente horizontal.

55. Los cañones se cargaron con cartuchos de lanilla y bala suelta sin ningun taco: la pólvora que se usó era comun pero pasada por tamiz y bien mezclada, y sus pesos exactos: las balas tenian un mismo peso y dos líneas de viento.

56. Se pusieron en el prado de doscientas toesas de travesia varias banderolas de dos pies de alto para apuntar los cañones; y se notó en muchos disparos consecutivos, que el cañon de á 24 cargado con 8 libras de pólvora, apuntado por el raso de metales ó de punto en blanco, al pie de la banderola distante de él 350 toesas, siempre daba á su inmediacion toesa mas ó ménos; á escepcion de un tiro en el que arrojó su bala á 410 toesas. No obstante se pondrá en la tabla siguiente el alcance de este cañon de 360 toesas igualmente que el de á 16, por ser muy verosímil que fuese igual y aun algo mayor, como se ha observado en otras ocasiones, si el blanco no hubiese estado mas alto que el cañon, segun

lo que se deja espuesto en el §. 25. El cañon de á 16 cargado con  $5\frac{1}{4}$  libras de pólvora, y apuntado por el raso de metales á la misma bandera, arrojó constantemente sus balas mas allá de ella una 10 toesas, otra 12, &c. y la última dió el primer bote á 406 toesas. El cañon antiguo de á 12 cargado con  $4\frac{1}{2}$  libras de pólvora, y apuntado al pie de la banderola distante 300 toesas, escedia su alcance de 30 á 50 toesas; por lo que se apuntó á la que estaba á 350 toesas, y se halló que este era su alcance de punto en blanco á corta diferencia. El aligerado, con 4 libras de pólvora é iguales balas que el anterior, tuvo por alcance de punto en blanco 250 toesas poco mas; pero cargado con balas de solo una linea de viento se halló que su alcance se aumentó hasta 300 toesas. Mas se debe advertir que apuntado el cañon antiguo de á 12 de modo que la linea de mira sea horizontal, queda apuntado con una elevacion de 1.<sup>o</sup> 2", mientras que el cañon de á 12 aligerado solo tiene de elevacion 58": por lo que no se debe inferir que el mayor alcance del primero proviene solamente de su mayor carga y de la mayor longitud de su ánima, sinó tambien de su mayor elevacion: no se apuntaron con una misma por no haber instrumento exacto para medirla. En fin el cañon de á 8 aligerado alcanzó de punto en blanco, cargado con  $2\frac{1}{2}$  libras de pólvora, 240 toesas á corta diferencia; y 10 toesas ménos el de á 4 cargado con libra y media. Estas dos piezas no se pudieron disparar con balas de una sola linea de viento, por no haberlas de este calibre.

57. De resultas de los alcances observados en estas esperiencias, y que son conformes á los notados en otras ocasiones, se ha formado la tabla si-

guiente de los alcances de punto en blanco primitivos de nuestros cañones en la inteligencia de cargarse sin tacos; pues estos sean de heno ó de filástica siempre acortan los alcances segun se ha experimentado aquí repetidas veces.

*Tabla de los alcances de punto en blanco de nuestros cañones.*

<i>Piezas.</i>	<i>Cargas.</i>	<i>Alcances.</i>
	<i>Libras.</i>	<i>Toesas.</i>
De á 24.	8.	360.
16.	5¼	360.
12. antiguo.	4½	350.
12. aligera.	4	300.
8. idem.	2½	240.
4. idem.	1½	230.

58. Cotejando estos alcances con los asignados por Dupuget en la tabla que se insertará en el número III.º se hallará muy notable variedad entre ellos; y mas si se reflexiona que nuestra libra es menor que la de Francia, pues está con ella en la razon 106½ á 100: esto hace sospechar que nuestra pólvora es de mejor calidad, aunque es verdad que la diferencia de los alcances no es efectivamente tan crecida como se podria inferir de las dos tablas; pues que el mismo Dupuget cree que los alcances que se observan en Francia son mayores.

59. Los alcances aquí notados son á corta diferencia los mayores á que se puede tirar con nuestros

cañones descubriendo el blanco, y sin que las balas se eleven demasiado: de modo que estando el blanco de nivel con la pieza, se puede tomar en la práctica por horizontal el tiro: y este es el modo mas ventajoso de tirar en las acciones campales, porque á cualquier hombre que encuentre la bala en su direccion, como no esté en algun bajo, le herirá. Mas si se quiere tirar á mayores distancias será preciso elevar la línea de mira sobre el blanco, y entónces se apuntará atiéntas ó será menester valerse de alzas; pero siempre el tiro será mas incierto por dos razones: la una por estar sus errores ó divergencias en razon de las distancias, y la otra por elevarse mas el móvil y caer en tierra por un ángulo mayor.

60. Respecto á las piezas de batir en los sitios, desde luego se percibe que no se pueden usar con acierto en baterías directas, sinó á distancias muy poco mayores que las espresadas en las tablas; pues aunque por medio de alzas ó cuñas se pudiese apuntar igualmente, los tiros serian bastante erróneos y llevarian poca fuerza.

61. Pero no sucede así con las baterías de rebo-  
te que ciertamente son las principales en los ataques; pues segun las circunstancias de las plazas, se puede y aun es preciso situarlas á muy considerables distancias, como se dirá en la II. parte. Por esta razon vamos á esponer en la tabla siguiente los alcances de nuestros cañones de á 24 y 16, cargados con distintas cargas de pólvora, y por varias elevaciones de las cuales la mayor es la que tiene el cañon descansando sobre la solera.

*Tabla de los alcances de nuestros cañones de 24 y 16, y de una culebrina de este calibre, cuya ánima tiene  $11\frac{1}{2}$  pies de largo.*

<i>Angulos de elevacion.</i>	<i>Cañon de á 24.</i>		<i>Cañones de á 16.</i>		
	<i>Carga.</i>	<i>Alcance.</i>	<i>Carga.</i>	<i>Alcance de la cul.</i>	<i>Alcance del cañ.</i>
	<i>Libras.</i>	<i>Toesas.</i>	<i>Libras.</i>	<i>Toesas.</i>	<i>Toesas.</i>
12° 36.	16	1633	10 $\frac{2}{3}$	1474	1432
10°	9	1266	6	1263	1262
9°	16	1281	10 $\frac{2}{3}$	1271	1262
9°	9	1251	6	1208	1145
6°	12	1020	8	1000	941
5°	9	881	6	831	867
3°	12	657	8	667	652
3°	9	645	6	640	638
0	12	58	8	61	53

62. Los alcances notados en esta tabla son los alcances medios de muchos disparos egecutados en varios dias, y con distintas piezas en Barcelona en 1784, que hemos resumido por evitar el ser difusos. Por ellos se ve que la culebrina que solo se diferencia del cañon de 16 en tener  $2\frac{1}{2}$  pies mas de longitud, ó no tiene mayor alcance ó es de corta entidad el esceso. Tambien se observará que aunque los alcances correspondientes á cargas mayores son algo mas fuertes, es muy corto el esceso: circunstancia que conviene tener presente para no violentar las piezas con cargas muy crecidas, á no ser en caso muy urgente, como el de faltar poco para alcanzar

al objeto, y no poderse aumentar la elevacion.

63. En Francia se hicieron en 1771 pruebas de los alcances de un cañon de á 24, cargado siempre con 8½ libras de pólvora y apuntado por distintos ángulos de elevacion, desde el de 5 hasta el de 75 grados: bajo los de 40, 43 y 45 se hicieron 5 disparos, y bajo cada uno de los demas 4: de todos pondremos los alcances medios en la tabla siguiente. Tambien notaremos el tiempo que empleaban las balas en recorrer sus respectivas trayectorias: y en fin se espondrán, siguiendo á Bezout, cuales deberian ser los alcances suponiendo nula la resistencia; cuales calculándolos por su velocidad inicial tambien, pero entrando en cálculo la resistencia del medio; cuales serian las alturas á que se elevarian las balas contando la resistencia; y finalmente cuales serian los ángulos del descenso de estas balas.

300	310	320	330	340	350
300	310	320	330	340	350

Los alcances notados en esta tabla son los alcances medios de varios disparos efectuados en varios dias, y los alcances que se obtienen en un solo disparo tambien por estar el cañon en la misma posicion. Por ellos se ve que la altura que solo se diferencia en un cañon de 10 en 10 grados, pues mas de lo que se cree, no tiene mayor alcance ó es de corta entidad. Tambien se observa que aunque los alcances correspondientes á un mismo cañon son muy fuertes, es muy corto el espacio: circunstancia que conviene tener presente para no violentar las piezas con cargas muy crecidas, á no ser en caso muy urgente, como el de la batalla de Poltava.

Tabla de los alcances de un cañon de á 24 por diferentes ángulos, y de los tiempos que tardaron las balas en recorrer sus trayectorias: segun esperiencias hechas en la Fere.

Ángulos de elevacion. grad.	Alcances.			Alturas á que se elevaron las balas. Toesas.	Tiempos de los alcances. seg.	Ángulos del descenso. grad.
	sin calcular la resistencia.	calculando la resistencia.	efectivos.			
	Toesas.	Toesas.	Toesas.			
5	1526	902	918	25	7	8½
10	3005	1313	1232	81	10½	18
15	4393	1575	1600	158	15½	32
20	5644	1774	1726	267	19	42
25	6730	1884	1805	361	20	50
30	7609	1965	1924	475	24½	58
35	8274	2040	1881	609	27	64
40	8653	2024	1951	737	32½	68
43	8764	2001	2183	823	34	70
45	8786	1984	2058	882	34	72
50	8653	1893	1976	1036	36	75
60	7609	1646	1632	1358	43½	81
70	5644	1211	1235	1668	46	83
75	4393	937	899	1832	48½	84

64. En la tabla que se hallará en el número III. sobre la comparacion de alcances de una pieza de 4 antigua y otra moderna, se da noticia de los observados bajo los ángulos de 3, 6, 10 y 15 grados, y de ellos se deducirán á corta diferencia los de los calibres de á 12 y de á 8. De consiguiente se ten-

drán suficientes datos para poder inferir los alcances de nuestros cañones bajo los ángulos con que varias circunstancias obliguen á apuntarlos. Mas se debe tener presente que todos los alcances espresados en las tablas serán por lo comun algo mayores que los que se obtienen en el servicio ordinario: y es la razon que en las esperiencias, pólvora, piezas, balas y cuanto se usa está mejor acondicionado. En los morteros se observa que los alcances obtenidos en los tiros de prueba son siempre mayores que los demas, porque se ensanchan las ánimas con el uso, y lo mismo sucede en los cañones.

65. Pero la mayor dificultad en estos es saber sus alcances cargados con metralla, y mas estando controvertidas las esperiencias hechas para averiguarlos con los cartuchos de balas de hierro batido, de que se dió noticia en el artículo IX; y que sin duda son mejores que los de racimo usados mas comunmente, y aun que los de balas de plomo: véanse algunos de los discursos de los apologistas y de los opositores del nuevo sistema.

66. Condray en su *artillería nueva*, dice: „Se hizo de tablas un blanco de 18 toesas de largo y 8 pies de alto, que figuraba un escuadron de caballería; y se encontró con la mayor sorpresa que los cartuchos de racimo de los calibres gruesos se esparcian casi al salir de la pieza: parte de sus balas se rompian, sea contra el ánima, sea chocándose mutuamente, y que un gran número quebrantadas con los choques se hacian pedazos al tocar en tierra. Se percibe facilmente, en vista de esto, que llegarían pocas balas al blanco.“

67. „Por lo perteneciente á los cartuchos de balas de plomo destinados para las egecuciones impor-

tantes, y para los calibres más usados, se halló que aun tenían ménos alcance. Se observó que una gran parte de las balas se apelotonaban unas sobre otras. Algunas veces permanecían así pegadas bajo las figuras más estrañas, y hacían el efecto de un solo cilindro. Pero más frecuentemente se paraban después de haberse desfigurado, y caían á corta distancia, y en ningún caso había que esperar rebotes de ellas. Si chocaban al blanco se aplastaban, y en vez de atravesarle solo hacían por lo regular contusiones pequeñas.“

68. Estas dos especies de cartuchos antiguos se han reemplazado con otras dos especies de balas de hierro batido, que no difieren de las otras sino en el grueso de las balas que los componen. Las pruebas más repetidas han manifestado que estos cartuchos tenían bajo todos aspectos superioridad sobre los antiguos; que sus balas no tenían el inconveniente de romperse como las de los de racimo, ni de aplastarse como las otras; y que si daban en tierra ántes de tocar al blanco tenían el recurso del rebote.“

69. Estas esperiencias, en fin, han probados 1.º que los cartuchos de balas gruesas con el cañon de á 12 ponían en el frente de un escuadron á 400 toesas de distancia 7 á 8 balas por tiro; á 350 toesas 10 ú 11; y á 300 toesas, esta misma pieza servida con cartuchos de balas menudas, ponía 25 balas en el blanco; á 250 toesas 35; y á 200, 40 balas.“

70. 2.º Que la pieza de á 8 ponía en el mismo frente, á 350 toesas de distancia, 8 ó 9 balas gruesas por tiro, y 10 ó 11 á 300 toesas; y que á la

misma distancia ponía 25 balas menudas y hasta 40 á 250 toesas.

71. 3.º Que la pieza de á 4 ponía en el mismo blanco á 300 toesas 8, ó 9 de las gruesas por tiro; y de 16 á 18 á 250 toesas: que en fin la misma pieza servida con cartuchos de balas menudas ponía en el mismo blanco, á 200 toesas, 21 balas por tiro.

72. Dupuget en su Ensayo sobre el uso de la artillería, establece estas dos máximas. 1.ª *las balas hacen por lo general mas daño á los enemigos que los tiros de metralla: 2.ª Los racimos y las cajas de lata llenas de móviles pequeños, no son de tan buen uso para tirar de cerca sobre el enemigo, como las balas ordinarias encerradas en sacos de un lienzo poco fuerte.*

73. Estas dos máximas han sido criticadas con viveza por el autor de la artillería nueva; y Pillon ha reconvenido á su autor con los alcances predichos de los cartuchos de balas de hierro batido; pero no obstante, Dupuget en sus Reflexiones sobre la práctica de apuntar espone lo siguiente.

74. „Sin disminuir nada el aprecio que se debe hacer de los cartuchos de balas de hierro batido, no se teme afirmar que sería una ilusión persuadirse que en todas ocasiones, y á todas las distancias notadas en las tablas de las pruebas de Strasburgo, cada tiro pondrá otras tantas balas entre la tropa, como cada tiro de las pruebas ha puesto en el gran blanco solamente.

75. „Las tablas muestran que la extensión horizontal de los tiros ha sido constantemente de 14 á 18 toesas sobre una altura de 8 pies. Siguese de aqui, que teniendo el cono de proyeccion una de las dimensiones de su base tan considerable, solicitaria

hacer pasar muchas balas sobre el blanco y aun mas por bajo; y que el gran número de las que han talarado ó chocado las tablas de pino de una pulgada de grueso que le formaban, lo han egecutado de rebote, y puede ser que muchas al segundo bote. El estar el terreno que ha servido para las pruebas seco, unido y sensiblemente horizontal ha debido contribuir mucho al efecto de haber dado tantas balas en el blanco.“

76. „¿Qué inferir de aqui? que en circunstancias á corta diferencia semejantes á las de las pruebas de Strasburgo, para distancias bien reconocidas, con el tiempo preciso para las maniobras, en igual terreno, con cartuchos recién hechos, &c. los tiros serán análogos á los que espresan las tablas. Pero si hay una hoyada entre la batería y el enemigo; si este ocupa una loma ó que la batería sea de sumersion; si el terreno que ocupan los combatientes es blando y pantanoso, lleno de malezas, de viñas, de mieses fuertes ó labrado con surcos profundos; si estando el enemigo sobre la defensiva levanta á su frente alguna tierra; si está detrás de talas de árboles, de cercas, de estacadas, la mayor parte de las balas quedarán interceptadas, y el efecto real del tiro será menor que lo hubiera sido el de una bala. Mas la mayor parte de los campos de batalla tienen una ó muchas de las irregularidades de que se acaba de dar una corta noticia.“

77. „Para apreciar justamente el alcance y efectos de estos cartuchos de balas de hierro batido no seria apropósito poner el blanco sobre una loma, y la batería sobre otra? Las esperiencias serian menos ostentosas, pero darian un resultado cierto á corta diferencia para los tiros bien apuntados en to-

dos casos. Los terrenos mas favorables aumentarian el efecto prometido, y léjos de tener que temer que los efectos no correspondiesen á los cálculos, se estaria seguro por el contrario de acumular sus ventajas."

78. "La incertidumbre de la distancia y las irregularidades del terreno serán siempre causa de que á distancias considerables hagan los tiros de metralla ménos mal á los enemigos que las balas."

79. "A distancias medias una bala de media libra solo matará un hombre, y lo mismo ejecutará una de cinco onzas."

80. "De cerca, una bala de  $2\frac{1}{2}$  ó 2 onzas apenas hará mas daño que una de onza y media."

81. "Por otra parte los cartuchos de hierro batido para los tres calibres de campaña contienen el mismo número de balas cada uno, y de consiguiente harán á corta diferencia el mismo efecto en cuanto al número de enemigos puestos fuera de combate."

82. "En fin las piezas de grueso calibre mas dificultosas de manejar, de avanzar y retirar, asi por ellas como por el peso de sus municiones y el número de carros ó acémilas necesarias para transportarlas, deben ocupar los costados del ejército, ó el frente de los puestos desde donde puedan tomar al enemigo de traves sin embarazar los movimientos de las tropas."

83. "Es de creer que la corte en atencion á estos principios incontestables en la dotacion de los ejércitos, dará á lo ménos por pieza el mismo número de balas que ántes; y que dando mas cartuchos de balas de hierro batido que los que se daban de los otros, considerará ménos para las piezas de

á 12 que para las de á 8, y para estas ménos que para las de á 4.<sup>as</sup>

84. En cuanto al empleo de estos cartuchos de balas de hierro batido, deseo que los comandantes de las baterías no se sirvan de ellos sinó de cerca, ó en circunstancias tan favorables como las de las pruebas de Strasburgo. Este deseo está dictado por un zelo sincero de las ventajas de la patria y de la gloria del cuerpo real.<sup>as</sup>

85. Estas reflexiones son muy sólidas, y manifiestan que realmente no pueden ser tan grandes los alcances y efectos de la metralla de hierro batido, como espresan las tablas de las pruebas de Strasburgo. Mas al mismo tiempo estas pruebas demuestran que la metralla de esta especie es muy preferente á la de racimo. En efecto se han visto tiros hechos con esta metralla, en los que la base del cono de proyección era un tercio y aun una mitad del alcance: de consiguiente hablando de ella y de las de su especie, es fundada la citada máxima de Dupuget, que dice: *las balas hacen por lo general mas daño á los enemigos que los tiros de metralla.* ¿Mas se sabe cual sea el alcance de la nueva metralla con que se puede contar generalmente? Todo quanto se puede decir sobre este particular es vago é indeterminado: las esperiencias son las que únicamente pueden fijarlo, y aun no ha habido proporcion de ejecutarlas. Pero lo que se puede asegurar es que á mas de 250 toesas casi nunca será conveniente tirar con metralla; y que aun á esta distancia y otras menores, si se pueden prolongar las líneas enemigas, si el terreno es muy desigual ó el enemigo se presenta en columnas, será mas útil la bala rasa. Pasemos á tratar del alcance de los morteros.

86. Antiguamente se creia, segun la hipótesis de Galileo, que la línea que describian los cuerpos arrojados era una parábola; que el ángulo de mayor alcance era el de 45 grados; que los alcances de los ángulos equidistantes eran iguales; y que el obtenido por el ángulo de 15 grados era precisamente la mitad del obtenido por 45. Efectivamente todas estas son consecuencias necesarias del citado principio, que aunque cierto en abstracto nunca lo es en la realidad, porque prescinde de la resistencia del medio. Mas para adoptarlo y fundar sus teorías han supuesto varios autores que la resistencia del aire es casi ninguna y por consiguiente despreciable: suposición arbitraria y evidentemente falsa despues de las esperiencias de Newton, Desagulieres, Robins, Arcy, Antoni, &c. Asi aun ántes de haberse demostrado con el auxilio de los cálculos superiores, cual debe ser el ángulo de mayor alcance respecto á un móvil de determinado diámetro y gravedad, y del cual se conozca la velocidad inicial, ya habia escrito Dulacq en su *Teoria nueva de la artillería*. „Puedo asegurar que en las pruebas que he executado, el alcance por 45 grados no ha sido jamas el mayor. . . . Puedo asegurar haber hecho esperiencias con granadas reales del peso de 16 libras francesas, sin taco, ni espoleta, con morteros de recámaras cilíndricas, capaces de contener 11 onzas de pólvora, y cargados de modo que solo quedase lugar para poner un carton encima bien ajustado á la boca de la recámara, sin tierra, ni heno; pero jamas he hallado en mas de 100 tiros, que los alcances equidistantes de 45 grados, á saber, los de 85 y 5,80 y 10, 70 y 20 fuesen iguales; ni que el de 15 fuese la mitad del de 45, ni el de este el mayor.“

87. En efecto el caballero de Borda leyó el año

de 1770 en la academia de las ciencias de Paris, una memoria en que demuestra que el ángulo de mayor alcance es tanto menor de 45 grados, quanto mayor sea la resistencia del aire; y esta crece en razon directa de las velocidades y superficies, é inversa de las masas: de consiguiente no es posible determinar dicho ángulo, porque es respectivo á cada móvil. Pero de los cálculos de este académico, de los de Bezout y de varias esperiencias se infiere: que el ángulo de mayor alcance en los móviles militares, arrojados con gran velocidad, está entre 30 y 45 grados. Véase la tabla siguiente de los alcances de un mortero de 12 pulgadas cargado con  $3\frac{3}{4}$  libras de pólvora, en la que tambien se espresan los tiempos de sus descensos por diferentes ángulos: así mismo se esponen cuales deberian ser los alcances de estas bombas en el vacío, y cuales los que da el cálculo; uno y otro por Bezout, igualmente que los ángulos de descenso. Es de advertir que los alcances efectivos son los medios de cuatro disparos hechos por cada ángulo, y de 5 por los de 40, 43 y 45 grados.

Tabla de los alcances y tiempos del descenso de bombas de VI pulgadas y 10 líneas, del peso de 142 libras, inclusa la tierra de que estaban llenas, y arrojadas constantemente con 3 libras y 12 onzas de pólvora en la Fere: en 1770.

Angulo de elevación.	Alcances.			tiempos del descenso.	ángulos del descenso.
	En el vacío.	Calculando la resistencia.	efectivos.		
grad.	toesas.	toesas.	toesas.	seg.	grad.
10	253	227	239	4	14
20	476	396	414	7 $\frac{1}{2}$	26
30	640	500	499	10 $\frac{1}{2}$	36
40	728	547	568	14 $\frac{1}{2}$	48
43	738	549	524	14	50 $\frac{1}{2}$
45	739	547	515	15 $\frac{1}{2}$	52 $\frac{1}{2}$
50	728	534	497	16	57 $\frac{1}{2}$
60	640	467	446	19 $\frac{1}{2}$	68
70	476	348	331	22	74
75	370	277	270	22	78

88. Mas se preguntará: ¿en qué puede consistir que siempre, hasta pocos años hace, se habia creido que el ángulo de mayor alcance era el de 45 grados: lo que tambien estaba confirmado por varias experiencias? Se puede responder: 1.º que la preocupacion suele equivaler á las demonstraciones mas evidentes: 2.º que en los ángulos inmediatos al de mayor alcance son las diferencias muy cortas é imperceptibles las mas veces, porque las ocultan otros accidentes: 3.º que lo mas ordinario en semejantes

esperiencias ha sido arrojar los móviles á cortas distancias para la comodidad de los que las ejecutaban; y entónces siendo poco considerable la velocidad inicial, el ángulo de mayor alcance se aproximaba mucho al de 45 grados: 4.<sup>o</sup> que no se han hecho las esperiencias con exactitud; ¿pues en cuantas se habrán usado unas mismas bombas ó balas para los ángulos diversos; se habrá cernido, mezclado y pesado toda la pólvora; se habrá tirado sin atacar; se habrán hecho los tiros por diversos ángulos alternados y repetidos con una misma pieza; y en fin se habrá observado la atmósfera? En las esperiencias de esta especie, en las que no se cotejan los términos extremos que dan diferencias muy sensibles, es necesario la mayor proligidad para no incurrir en errores. Jamas se habrá observado por esta razon que el alcance por 45 grados dege de ser mucho menor que el doble de 15 grados; ni que el obtenido por este ángulo dege de ser mucho mayor que el de 75 grados: y uno y otro es una demonstracion práctica de que el ángulo de 45 grados no es el que da mayores alcances.

89. En la práctica se hallan de ordinario tres circunstancias favorables al ángulo de 45 grados para que sus alcances sean casi iguales á los de otros ángulos menores, y son: 1.<sup>a</sup> que no atacándose la pólvora y quedando suelta en la recámara, quanto mas se inclina el mortero tanto ménos reunida está, y si es crecida la carga se vierte parte de ella en el ánima: 2.<sup>a</sup> que mientras menor es el ángulo tanto mas retrocede la pieza, lo que también es perjudicial al mayor alcance del móvil: 3.<sup>a</sup> que quanto mas corto sea el ángulo con tanta menor fuerza se pondrá el móvil en movimiento, y dará ménos lu-

gar á que la inflamacion sea total: en las bombas de 12 pulgadas puede influir notablemente esta circunstancia. Por estas razones se ha visto en las pruebas que mandó hacer á su presencia el esmo. sr. conde de Lacy en Sevilla en 17 de Febrero de 1783, que los alcances de nuestros morteros de ordenanza por ángulos menores de 45 grados eran poco mayores que los obtenidos por este ángulo: la tabla siguiente da noticias de estas pruebas.

*Tabla de los alcances de los morteros de ordenanza de á 12, y 9 pulgadas por diferentes ángulos de elevacion.*

Cargas de pólvora.	Ángulos de elevacion.	Alcances medios.	Diferencias.	Piezas.
libras.	grados.	toesas.	toesas.	pulgad.
$5\frac{1}{4}$	45	790	} 34	} 12
$5\frac{1}{4}$	41	824		
$5\frac{1}{4}$	45	771	} 42	
$5\frac{1}{4}$	37	813		
4	45	666	} 11	
4	42	655		
$3\frac{1}{2}$	45	672	} 32	} 9
$3\frac{1}{2}$	43	694		
$3\frac{1}{4}$	45	771	} 17	
$3\frac{1}{4}$	37	788		

90. Como á proporcion que es mayor la velocidad inicial de un móvil se aparta el ángulo de ma-

por alcance de el de 45 grados, se cargaron los morteros en estas pruebas con toda la carga de que son capaces: lo que era causa de que apuntados por ángulos inferiores se vertiese casi siempre alguna pólvora en las ánimas: por lo demas se usaron de todas las precauciones posibles; se mezcló y cernió la pólvora; se pesaron las cargas; se calibraron y pesaron las bombas; y se hicieron las pruebas con dos morteros de cada calibre, que se cargaban y disparaban á un tiempo bajo los dos ángulos cuyos alcances se iban á comparar; y seguidamente se volvian á cargar y apuntar al contrario que la vez anterior: es decir que el mortero que ántes se habia apuntado por 45 grados, por egeemplo, se apuntaba por 40, y por 45 grados el que lo habia estado por 40. Con este método las variaciones de la atmósfera, y el estar mas ó ménos calientes los metales influian igualmente en los tiros obtenidos por los dos ángulos: y con alternar las graduaciones se evitaban las variedades de alcances que hay siempre en las piezas de un mismo calibre por diferencias imperceptibles en sus dimensiones.

† 91. De cuanto dejamos espuesto se infiere: que aunque el ángulo de mayor alcance no es el de 45 grados, sin embargo en la práctica puede ser indiferente usar de él, ú otro menor porque las diferencias son de corta entidad. Pero como el destino de las bombas de 12 pulgadas es generalmente demoler y batir las obras ocultas al cañon, será casi siempre mas oportuno dirigir las por el ángulo de 45 grados ó por otro mayor, siempre que no se esté muy distante del objeto que se ha de batir. Por el contrario, las bombas de á 10 y 9 pulgadas convendrá arrojarlas por lo comun por ángulos cortos que faciliten los

rebotes, ó que al menos proporcionen que las bombas no se entierren. Véase el artículo antecedente.

92. En los alcances de los morteros y obuses influye mucho mas notablemente la calidad de la pólvora, que en los de los cañones: asi porque se apuntan por ángulos fuertes; como porque siendo menor la velocidad inicial que comunican á sus móviles, experimentan estos menos resistencia, y de consiguiente menos alteracion en sus alcances. Por esta razon es imposible esponer cual sea á corta diferencia el máximo alcance de estas piezas: á lo que tambien contribuyen en gran manera ciertas diferencias imperceptibles aun con los instrumentos mas exactos, que suele haber en las proporciones y dimensiones de las piezas de un mismo calibre. No se puede atribuir á otro principio la variedad en los alcances de dos morteros de plancha, que probándose á un mismo tiempo arrojan sus bombas á 200 toesas de diferencia el uno del otro, en todos tres disparos, no obstante estar cargados con iguales cantidades de pólvora de una misma calidad.

93. Por lo tanto nos parece escusado dar aqui noticia de la multitud de pruebas que se han ejecutado para hallar los alcances de nuestros morteros, porque nada se podrá inferir de ellas de positivo; y mas á vista de que las pólvoras de igual potencia en la prueba del mortero suelen dar diversos alcances usadas en cantidades grandes en los morteros. Efectivamente no se han hecho pruebas suficientes para examinar qué dosis debe ser la de los ingredientes de que se componga la pólvora, ni cual debe ser la magnitud de su grano para que sea la mas fuerte quemada en grandes cantidades: se ha creído que la pólvora de mas potencia usada en pe-

queñas porciones, seria siempre la mejor: lo que hay muchos fundamentos para dudarlo.

94. En vista de todo lo espuesto solo daremos aqui noticia de los mayores alcances observados en los tres tiros de prueba egecutados con morteros de á 12 de plancha y de ordenanza: en la inteligencia, que en estas ocasiones se usa siempre de buena pólvora; y despues se espondrán cuales son los términos de los alcances de estos tiros.

95. El mortero de plancha apuntado por 45 grados, cargado con 18 libras de pólvora y atacada esta suavemente con arcilla, ha tenido por máximo alcance 2024 toesas; pero el alcance regular y ordinario de estos morteros en los tiros de pruebas está entre 1700 á 1800 toesas.

96. El mortero de á 12 de ordenanza ha alcanzado hasta 1009 toesas, cargado con 5½ libras de pólvora sin atacar; pero su alcance ordinario en los tiros de prueba suele estar entre 800 y 900 toesas. Los mismos alcances tiene el mortero de á 9 cargado con 3½ libras de pólvora.

97. Es verdad que todos estos alcances se han experimentado en Barcelona, donde para las pruebas y esperiencias se hace uso de pólvora fabricada en Manresa, que es de muy sobresaliente calidad, y que se ha hallado superior á la de las demas fábricas.

98. Al mismo tiempo es preciso tener presente que los morteros, y con especialidad los de plancha, se dilatan con la repeticion de los tiros y se acortan sus alcances. En vista de todo lo cual se deberán reputar los alcances de los morteros de plancha de solas 1600 toesas, y los de los morteros de á 12 y 9 de ordenanza de 700 toesas; y efectivamente estos son sus alcances mas comunes en el servicio ordina-

rio; y aun menores si la pólvora es mala y las bombas son viejas, y tienen dos ó tres líneas mas de viento que el que les pertenece.

99. Los alcances espuestos de nuestros morteros de ordenanza de á 12 y 9 pulgadas son los máximos, y de consiguiente los mas inciertos; porque influyen en el mayor grado posible todas las circunstancias que concurren á alterar los alcances de las bombas: asi jamas se deben procurar tales alcances á no ser para bombardear los edificios de una plaza. Pero si las baterías de morteros están situadas con el objeto que les es propio y peculiar, que es batir las obras enemigas ocultas al cañon, no deberán estar nunca á mayor distancia que la de 400 toesas, á fin que sus tiros sean en algun modo ciertos; y lo serán si se usa de todas las precauciones espuestas en el artículo anterior; y si los oficiales que sirven las baterías piensan como deben que mas vale tirar 10 bombas con acierto, que 100 á la casualidad. Pasemos á tratar de los obuses.

100. Estos son una arma neutra que participa del cañon y del mortero, de consiguiente tiene el uso del uno y del otro, y en muchas ocasiones es mas útil que ninguno de ellos. Actualmente tenemos obuses de dos calibres, de á 9 pulgadas y de á 7: aquellos los llamaremos de plaza y estos de campaña. En las láminas pertenecientes al artículo II. se hallarán diseños y tablas de dimensiones de unos y otros.

101. La recámara del obus de plaza es capaz de contener hasta  $8\frac{1}{2}$  libras de pólvora; y esta ha sido la carga con que se han hecho en Barcelona repetidas pruebas de sus alcances en el año pasado de 1784, de las cuales dará noticia la tabla siguiente:

*Tabla de los alcances del obus de 9 pulgadas, cargado con 8½ libras de pólvora: con espresion de los retrocesos en los tiros que se observaron.*

<i>Angulos de elevacion.</i>	<i>Alcances hasta el primer rebote.</i>	<i>Distancia de los rebotes.</i>	<i>Retrocesos.</i>
	<i>toesas.</i>	<i>toesas.</i>	<i>pies.pulg.</i>
45°	1637		
22°	1445		9 7
15°	1198	16	9 7
10°	932	261	10 1
5°	558	459	11
0	100	1000	13 2

102. Los alcances espresados son los medios de 11 disparos á escepcion del de 45 grados que solo lo es de tres. Se observó que los rebotes por los ángulos inferiores eran mayores mientras menores eran los alcances. En fin, los retrocesos anotados son los medios de otras pruebas de alcances hechas con dos obuses del mismo calibre: no se esponen los demas resultados de esta prueba, porque fueron á corta diferencia los mismos que en la espresada.

103. Las bombas usadas en todas las pruebas, y las mandadas construir para estas armas son concén-

tricas, y del peso de 50 libras á corta diferencia.

104. En la recámara del obus de campaña ca-  
ben 30 onzas de pólvora, y esta ha sido la carga  
con que se han hecho con él varias pruebas de al-  
cances: entre ellas se dará noticia en la tabla si-  
guiente de la egecutada en el campo de Gibraltar  
en 1780.

*Tabla de los alcances de los obuses de 7  
pulgadas y 2 líneas, cargados con 30 on-  
zas de pólvora sin atacar, y con granadas  
de las cuales unas eran escéntricas del peso  
de 18 libras 10 onzas; y otras concén-  
tricas del peso de 23 libras.*

<i>Angulos de eleva- cion.</i>	<i>granadas escéntric.</i>		<i>granadas concétric.</i>	
	<i>Alcances primiti- vos.</i>	<i>Alcances totales.</i>	<i>Alcances primiti- vos.</i>	<i>Alcances totales.</i>
	<i>toesas.</i>	<i>toesas.</i>	<i>toesas.</i>	<i>toesas.</i>
26° $\frac{1}{2}$	663	663	772	772
22°	507	507		
18°	574	603		
15°	413	458	601	712
12°	436	469		
10°	444	540	437	538
8°	339	481		
5°	324	530	275	458
3°	235	500		
0°	57	477	99	496

105. No obstante que en estas pruebas se procedió con la mayor exactitud y proligidad, se notará que los alcances por algunos ángulos suelen ser mayores que los de ángulos hasta cinco grados mayores: lo que solo aconteció con las granadas escéntricas; y es efecto del mucho viento de ellas, y de estar tan distantes los centros de gravedad y de figura. Véase el §. 30 y siguientes.

106. Los alcances espresados son los medios de tres disparos egecutados por cada graduacion, y hacen ver la mala calidad ó estado de la pólvora con que se obtuvieron; pues de ningun modo concuerdan con los observados aqui, en donde con 30 onzas de pólvora sin atacar y apuntado el obus por 26 grados ha alcanzado hasta 1000 toesas. Y en Barcelona apuntado por 15 grados, y cargado con 24 onzas de pólvora atacado con tierra, ha alcanzado hasta 900. En una y otra parte se han usado de granadas concéntricas de 22 á 23 libras.

107. Nada podemos decir de positivo sobre el alcance de la metralla arrojada por los obuses. El autor del Ensayo general de táctica, dice ser de 150 ó 200 toesas; pero nos persuadimos que para que la metralla no se esparza demasiado y haga efecto no se debe usar á mas de 80 toesas; pues arrojando con el obus de 9 pulgadas cartuchos de 30 balas de á libra por 15 grados de elevacion, ha sido la base del cono de proyeccion de 150 toesas y han alcanzado las balas que mas hasta 500.

108. Los alcances de los pedreros y morteros, cuando estos arrojan balas pequeñas, piedras ó granadas no deben pasar de 200 toesas: de lo contrario se esparcen demasiado los móviles. Véase el artículo anterior.

## Número II.

*De las cargas mas competentes para las piezas de artillería.*

109. Si los efectos de los móviles de las armas de fuego fuesen proporcionados á la velocidad inicial de ellos ó á la fuerza de sus choques, deberian ser entónces las cargas las mayores que pudieran resistir las piezas que hubiesen de arrojarlos; mas como aun prescindiendo del quebrantamiento de la pieza y de su cureña, del grande retroceso, y mucho consumo de pólvora que ocasionan las cargas muy crecidas, sucede que las mas veces no conviene que los móviles lleven mucha velocidad; se deduce que es indispensable para el acertado manejo y uso de las piezas de artillería, saber los efectos que causan las diversas cantidades de pólvora con que se pueden cargar; y elegir las mas competentes para el fin á que se dirijan.

110. Para dar á este asunto toda la claridad y estension que merece su importancia, espondremos primeramente algunos principios concernientes al modo de obrar la pólvora inflamada en las piezas de artillería; y despues estenderémos varias máximas relativas al modo mas conveniente de cargar las piezas segun sus destinos pues que es evidente que cuando para batir y arruinar una mampostería sólida y antigua se requiere que las balas la choquen con la mayor fuerza que sea posible en la práctica; estas mismas deben tener mucha menor velocidad y fuerza, cuando se dirigen á una pared sencilla, maderas ú otros ostáculos ménos robustos: una bala muy ve-

loz que choca contra un madero, le taladra y pasa por él sin causarle otro detrimento que abrirle un agujero, aun de menor diámetro que la bala; pero si esta le choca con mucha ménos fuerza, le trastornará y romperá en astillas: efecto mucho mas apetezible. Asimismo la metralla arrojada con mucha fuerza se esparce considerablemente, y su direccion es errónea; es preciso para su mejor efecto cargar el cañon que la ha de arrojar con una justa cantidad de pólvora.

III. Los principios que vamos á esponer pertenecientes al modo de obrar la pólvora inflamada en las armas de fuego, carecerán de demostraciones; porque éstas se fundan ó sobre repetidas esperiencias combinadas de diversos modos; ó sobre teorías sublimes aplicadas á estas mismas esperiencias: y uno y otro método de demostrar serian prolijos y alargarian mucho este artículo: ademas de estarnos mandado que prescindamos de semejantes demostraciones.

IV. En el artículo I. número VI. se espusieron las razones y esperiencias que habia para presumir que las cargas de las armas de fuego se inflaman casi instantaneamente, y producen un fluido elástico mil veces mayor que el volúmen que ocupaba ántes de incendiarse: de suerte que obra como una cantidad de aire mil veces mas condensado que el que respiramos, y que en este estado de compresion ocupase igual lugar que la pólvora. Mas se debe notar que aunque esta hipótesis supone que cualquier volúmen de pólvora produce una cantidad de fluido elástico, que en la temperatura ordinaria se dilata hasta ocupar un espacio mil veces mayor, y que esto sucede casi instantaneamente; no debe mirarse uno y otro como resultados exactísimos é indefecti-

bles, así porque diversas especies de pólvoras tienen distintos grados de fuerza, como porque suelen ocurrir grandes diferencias según las cantidades y situación de la pólvora, y los modos de cargar las piezas. Pero en cualquier teoría general no se debe fijar la atención en semejantes inconvenientes, que han de examinarse y calcularse en particular.

113. Del anterior principio se sigue: que la presión de la pólvora sobre una bala ú otro móvil disminuye de más en más á medida que se adelanta la bala en el cañon; porque á proporcion que esta anda hácia la boca de la pieza, el fluido producido por la pólvora ocupa mayor espacio, y de consiguiente se disminuye su densidad y fuerza: de modo que si, por ejemplo, en un cañon de á 24 de 9 pies de longitud, la pólvora de su carga ocupa un pie del cilindro que forma el ánima, cuando la bala esté en la boca, el fluido producido por la pólvora ocupará nueve veces otro tanto espacio como cogia al momento de su producción; de consiguiente no ejercerá sobre la bala sino  $\frac{1}{9}$  de su primera presión. De que se infiere que cuanto más larga sea una pieza de artillería, tanto más débil será la acción de la pólvora hácia la boca de ella.

114. Aunque una bala aumenta su velocidad pasando por el ánima de un cañon, sin embargo la aceleración de esta velocidad disminuye á medida que se aproxima á la boca por estas dos causas: 1.<sup>a</sup> porque como se acaba de esponer la presión del fluido producido por la pólvora se disminuye á proporcion que la bala se adelanta. 2.<sup>a</sup> porque aumentándose continuamente la velocidad de la bala, se subtrae esta más y más de los impulsos ó presión del fluido; pues es evidente que cuanto más

por velocidad tenga ménos afecta debe ser, en un espacio determinado, de la accion del fluido que la sigue. 115. Si se dispara sucesivamente una misma pieza con diferentes cargas, la presion de la pólvora sobre la bala será á corta diferencia en todos los puntos del ánima, como la cantidad de pólvora de que se componia la carga. Esta es una consecuencia de la hipótesis que se ha supuesto de la analogia entre la pólvora inflamada y el aire condensado; y de ser constante en la fisica que la elasticidad del aire encerrado en un determinado espacio es como su densidad.

116. Infiérese de aqui que si se emplean distintas cargas en las piezas de artillería; pero de modo que la bala, bomba ú otro móvil esté siempre colocado en la misma situacion y distancia de la boca, como sucede en los morteros y obuses, será el impulso comunicado por la pólvora como su cantidad, y tambien como el cuadrado de la velocidad comunicada al móvil: es decir, que dos libras de pólvora impelerán una bala ó bomba con doble fuerza que una sola libra. Mas si la bala está siempre colocada contra la pólvora: de modo que cuando la carga es mas corta esté mas cerca de la culata que cuando mayor, como sucede en los cañones, el impulso de la carga menor será algo mas considerable que el correspondiente á la cantidad de pólvora de la carga; porque el fluido producido obrará sobre la bala mayor espacio que el de la carga mas fuerte. Pero es necesario tener cuidado de que no haya entre las cargas una grande desproporcion, porque en este caso la accion de la carga mas pequeña puede debilitarse tanto por varias causas, que no

subsista el espresado aumento de velocidad.

117. Siguiendo estos principios sería fácil determinar geoméricamente todas las variaciones que en la fuerza de la pólvora pueden ocasionar cargas diferentes, la longitud de la pieza y la densidad del móvil; como asimismo refutar todas las nociones arbitrarias que han prevalecido tanto tiempo há sobre estas materias. Por egemplo, se ha creído que para cada pieza habia una carga fija, que comunicaba á la bala mayor velocidad que otra alguna, fuese mas fuerte ó mas pequeña; y en consecuencia se han hecho muchas esperiencias para describir este *maximum*; y de ellas han inferido muchos autores, que en las piezas de grueso calibre debia ser la carga de pólvora de cerca de un tercio del peso de la bala, y de la mitad de este peso en las de corto calibre. Pero de estos principios infiere evidentemente la geometría, que quanto mas se aumente la cantidad de pólvora de la carga tanto mas se aumenta la velocidad del móvil, (aunque no proporcionalmente como se ha dicho), á ménos que la carga no sea tan grande que llegue á ocupar  $\frac{10}{27}$  del ánima de la pieza, en cuyo caso si se aumenta la carga disminuirá la velocidad del móvil; pero jamas se han empleado cantidades de pólvora tan escesivas, que hayan llegado á estar en esta razon con las longitudes de las piezas, por cortas que estas sean.

118. Este razonamiento y doctrina que son de Robins igualmente que todos los principios y máximas que compondrán este número, se han verificado en el asedio de Gibraltar, contra cuya plaza, por su singular situacion, ha habido que colocar las baterías á 900 y mas toesas de distancia, y apuntar

los cañones por 10 y mas grados de elevacion, y se ha observado: que cargados los de á 24 con 12 libras de pólvora daban las balas algunas toesas mas arriba que cargados con 9 libras; y que cargados con 16 libras alcanzaban aun más. Los alcances de los morteros de plancha son otra prueba, pues son mayores cargados con 18 libras de pólvora (que es toda la que cabe en sus recámaras) que con otras menores cantidades; y no parece puede haber causa para que inflamándose y produciendo su efecto en la corta longitud del ánima de un mortero 18 libras de pólvora, no puedan inflamarse y producir su efecto en un cañon de á 24 mas que 9 libras.

119. También se ha creido que para cada calibre de cañon habia una determinada longitud, con que alcanzaba mas que siendo mas largo ó mas corto; pero por los principios espuestos se conocerá que esta máxima no tiene el menor fundamento, no obstante las pruebas numerosas que se han hecho para confirmarla; miéntras mas largo sea el cañon será mayor la velocidad que comunique á la bala. Es verdad que quanto mas larga sea la pieza respecto á su calibre y menor la carga tanto menor será la diferencia de velocidades: de modo que si se aumenta ó disminuye un cañon de á 24 un pie, el incremento ó disminucion de la velocidad será solamente  $\frac{1}{70}$ : diferencia muy corta para habersé podido determinar por las esperiencias que se han hecho hasta aqui.

120. Estas propias consecuencias, que infiere Robins de sus principios y esperiencias, á saber 1.<sup>a</sup> que la carga máxima de un cañon es la que ocupa  $\frac{10}{27}$  del ánima, que en nuestro cañon de á 24 será de 44 libras de pólvora á corta diferencia; y 2.<sup>a</sup> que miéntras mas largo sea un cañon tanta mas velocidad.

comunicará á su bala; se hallan idénticamente demostradas por el caballero de Arcy en su Ensayo de una teoría de artillería, en donde, de resultas de repetidas y prolijas esperiencias hechas con cañones de fúsil mas ó ménos largos y reformados, se infiere: que la carga máxima de un cañon debe ocupar mas de un tercio de su ánima, y ménos de la mitad. Igualmente demuestra con semejantes esperiencias, que miéntras mas largo sea un cañon, tanta mas velocidad comunica á su bala con cargas iguales: de modo que siguiendo el resultado de sus esperiencias, para que un cañon de á 24 tuviese una longitud tal, que cargado con 8 libras de pólvora arrojase su bala con la mayor velocidad posible, debería tener 343 pies de largo. Para no paralogizarse sobre estos puntos es menester considerarlos separados y de por sí; pues combinados resulta una especie de implicacion: el decir que la carga máxima de un cañon de á 24 es la que ocupa  $\frac{10}{27}$  del ánima; y que esta debe tener 343 pies de largo para que cargado con 8 libras se obtenga el máximo alcance, quiere decir: que el alcance ó velocidad inicial de una bala se puede aumentar arrojándola con una carga de pólvora que ocupe  $\frac{10}{27}$  del ánima de su respectivo cañon; ó tambien aumentando la longitud del cañon hasta el término que espresa la anterior razon del cañon de á 24 con su carga ordinaria. Pero es claro que los dos medios son incompatibles entre sí; y el 2.<sup>o</sup> impracticable y solo se ha espuesto para manifestar que, por regla general, miéntras mas largo sea un cañon tanto mas alcance tendrá.

Al principio de este número se dijo: que los principios que se iban á esponer suponian que la carga de una arma de fuego se inflama ántes que el

móvil se ponga en movimiento sensible; pero esta hipótesis es contraria á la opinion de muchos respetables autores, entre quienes se puede contar á Antoni, que en su *Exámen de la pólvora*, la rebate con varias experiencias y racionios fundados en ellas. Este ilustre autor cree que la inflamacion de la pólvora es sucesiva; que en siendo un poco crecidas las cargas no se inflaman enteramente en el ánima de las piezas; y que se destruye ó consume mas ó menos pólvora segun varias circunstancias, como son: la resistencia que experimente el fluido al dilatarse, la densidad del aire contenido entre los granos, la magnitud y posicion del fogon, la figura de la recámara, y en fin el estado de la atmósfera. Aun se persuade que tambien contribuya la justa proporcion de los ingredientes de que se compone la pólvora; la trituracion y grano de ella, y su estado de humedad ó sequedad. Efectivamente muchas de estas circunstancias pueden contribuir á la mas breve inflamacion y destruccion de la pólvora, y á que no se verifique la suposicion de que se inflama toda la de una carga cualquiera ántes que la bala se ponga en movimiento sensible; pero no por éso se puede convenir en que respecto á las cargas usuales se inflama la pólvora por toda la longitud del ánima, no obstante de varias experiencias que cita este autor clásico para comprobarlo; fundándonos para ello en las muchas experiencias que citan Robins y Arcy contrarias á las suyas; y á ser mas conformes las de estos autores á lo que hemos observado en la práctica. Esta manifiesta: 1.º que cargado cualquier cañon de artillería con pólvora encerrada en un cartucho sin ningun taco, alcanza mas la bala que si se pone un taco intermedio; sea éste fuerte de filástica

ó flojo de heno: 2.º que un cañon de á 24 tiene mayor alcance cargado con 12 libras de pólvora que con 9, y con 16 mas que con 12: 3.º que los morteros arrojan mas léjos su bomba cuando no se ataca la pólvora, que si se egecuta con un cilindro de madera que entre á fuerza de mazo, ó con arcilla batida fuertemente; aunque es cierto que el alcance se aumenta cuando la arcilla está algo húmeda y se bate suavemente: lo que depende de que en este caso se inflama la pólvora en menor espacio que cuando no se ataca de ningun modo: 4.º en fin que miéntras ménos viento tienen las bombas y las balas tanto mayor es su alcance. Estas observaciones reiteradas nos hacen inclinar á la teoría y principios de Robins, aunque contrarios á los de Antoni, por ser conformes á los del primero.

122. Siguiendo pues los principios de Robins que hemos espuesto pertenecientes á la fuerza de la pólvora, y á su modo de obrar en las armas de fuego, se puede llegar á determinar la velocidad que comunicará una cualquier carga al móvil que arroje, como efectivamente lo egecuta Robins. Pero nosotros nos abstenemos de entrar en semejantes teorías, por ser prolijas, embarazosas en la egecucion, y porque como dice el autor del *Ensayo sobre el uso de la artillería* respondiendo al caballero de Arcy: *las esperiencias no conducen á una práctica tan precisa como puede tenerse en las operaciones militares.*

123. Robins despues de haber establecido y confirmado sus teorías sobre la pólvora en las armas de fuego (teorías que con las de los demas autores citados, reputamos dignas de fijar la atencion de cualquier oficial que quiera distinguirse, y saber con fundamento su profesion) espone unas máximas prác-

ticas relativas al mismo asunto, que vamos á estrac-  
tar; precediéndolas de la siguiente introduccion ó  
advertencias del mismo autor.

124. „En las memorias anteriores hemos dado  
varios principios sobre los movimientos efectivos de  
los móviles, y probado del modo mas incontestable  
el acuerdo que se halla entre nuestra teoria y la es-  
periencia; se creerá tal vez que es inútil añadir na-  
da para esplicar y confirmar aun esta nueva teoria;  
mas como sucede frecuentemente que las pruebas  
mas evidentes no pueden prevalecer sobre preocupa-  
ciones establecidas despues de mucho tiempo, he  
pensado que no haria mal en tratar de algunos de  
estos artículos de un modo mas al alcance de todos,  
á fin que sean mas fáciles de concebir por los que  
siendo incapaces de poner mucha atencion en nues-  
tras demostraciones, se dejan guiar por preocupa-  
ciones; y como el objeto principal de estas memorias  
sea rectificar las idéas que se habian formado hasta  
el presente sobre la naturaleza y los efectos de la  
artilleria, he imaginado que el mejor medio de con-  
seguirlo, era refutar separadamente cada una de es-  
tas opiniones falsas, y probar la insuficiencia de las  
experiencias sobre que se pretende fundarlas. En efec-  
to aunque estableciendo sobre pruebas incontestables  
las verdaderos principios de un arte, se refutan por  
el mismo hecho todas las suposiciones opuestas y  
contrarias; sin embargo no basta esto para los que  
se dejan guiar por la autoridad, la antigüedad y la  
costumbre: es necesario aun para convencerlos (si  
acaso es posible) examinar formalmente la hipótesis  
que han adoptado por chocante que sea. Es preciso  
ademas demostrarles como y por donde son viciosas  
sus consecuencias.“ Vamos á nuestras máximas.

## I.

125. En toda pieza de artillería cuanto mas fuerte sea la carga será mas considerable la velocidad de la bala.

126. Comúnmente se supone que en una pieza se inflama la pólvora por grados durante todo el tiempo que la bala tarda en recorrer el ánima. De lo que se ha concluido, que debía haber una cierta carga que se inflamase enteramente cuando la bala llegase á la boca de la pieza, y esta es la que se llama su justa carga: de modo que si se aumentase no se inflamaria una parte de la pólvora, y disminuiria por su peso la accion de la inflamada: y en esta hipótesis adquiriria la bala ménos velocidad que si no se hubiese aumentado la carga. Se cree comúnmente que esta justa carga no debe ser mayor que la mitad del peso de la bala, ni menor que el tercio. Esta es, pues, en sustancia la opinion comun sobre este asunto; pero todas sus partes son igualmente poco sólidas. Porque en efecto la pólvora no se inflama por grados. (Véase el número VI del artículo I, y lo que se acaba de esponer) y no se emplea jamas en la práctica, como ya digimos, carga tan fuerte que aumentándola no comunique al móvil mayor velocidad. He experimentado con una pieza del calibre mas pequeño que se usa, y cuya longitud era de cerca de 30 veces su diámetro, que una bala de hierro disparada con una carga igual á la mitad de su peso, penetró en un término medio 5 pulgadas en un madero de encina distante cinco toesas de la boca del cañon; y que una igual bala habia penetrado por tres veces 10 pulgadas al ménos en el mismo madero, cargada la pieza con triple carga.

127. Si se objeta que estos mismos efectos no tienen lugar en las piezas de grueso calibre, será fácil desvanecer esta réplica reflexionando el modo con que hasta poco tiempo há se han probado los cañones de á 24, y observando bien todas las circunstancias. Porque viendo el intenso calor de la pieza, su grande retroceso, la prodigiosa velocidad de la bala al salir del cañon y sobre todo la profundidad á que penetraba en un espaldon de tierra, se reconocerá facilmente que cuando se carga un semejante cañon con una cantidad de pólvora igual al peso de la bala, adquiere esta una velocidad mucho mayor que cuando es arrojada por una carga ordinaria.

## II.

128. Si dos piezas de igual calibre y diferentes longitudes se disparan con iguales cantidades de pólvora, la mas larga comunicará á su bala mayor velocidad.

129. La suposicion de que la pólvora se inflamaba sucesivamente en toda el ánima de una pieza ha originado un nuevo error. Se ha creído (como arriba digimos) que para toda pieza habia una longitud, pasada la cual no podia la bala adquirir tanta velocidad; y algunos han llegado á determinar que esta longitud debia ser en los cañones de á 24 de 20 calibres, cuando la carga fuese igual á la mitad del peso de la bala.

130. Teniendo nosotros ciertas culebrinas antiguas de una longitud de cerca de 60 diámetros de su calibre; en lugar que el de las piezas ordinarias es de solos 20, he examinado á qué profundidades penetraban en un madero balas iguales de hierro

disparadas con una culebrina, y despues con la misma pieza cortada hasta no tener mas que 20 calibres de largo; y encontré que en el primer caso penetraban doble que en el segundo y aun mas.

131. Siendo, pues, cierto que unas culebrinas enormes que tienen mas de 20 pies de largo, y cuyo uso se ha dejado porque era muy dificil su manejo, arrojan sus balas mas léjos que todas las demas piezas ordinarias, se infiere: que entre todas las usadas en la práctica, ninguna hay tan larga que prolongada aun, no comunique á las balas mayor velocidad.

### III.

132. Si dos piezas de diferentes pesos y metales, y de iguales calibres y longitudes, se cargan con iguales cantidades de pólvora y balas del mismo peso, les comunicarán á estas á corta diferencia un igual grado de velocidad.

133. Suponiéndose que las piezas sean bastante-mente sólidas para que puedan resistir el esfuerzo de las cargas ordinarias de pólvora, sin mudar sensiblemente de figura, no se halla ninguna razon para que la una arroje mas léjos su móvil que la otra. Aunque la estension momentanea y la elasticidad con que tomen sus formas puedan ser diferentes en distintos metales, esta desigualdad es tan corta, que las variaciones que pueda ocasionar deben ser insensibles: y aunque el peso de la pieza pueda en rigor influir sobre el movimiento de la bala, sin embargo como la velocidad de esta diparada por la pieza mas ligera de que se pueda hacer uso, no es á lo mas sinó  $\frac{1}{103}$  mas pequeña que la de una igual bala disparada con una igual carga por una de las

piezas mas pesadas, se puede sin riesgo admitir la enunciada máxima. Esta máxima no es puramente especulativa sinó tambien deducida de repetidas esperiencias hechas con muchos cañones de igual calibre y longitud, pero de diferentes metales, pesos y espesores, en los cuales no se ha notado diferencia constante entre las velocidades que comunicaban á sus balas.

## IV.

134. Las amplitudes ó alcances de las piezas no pueden marcar exactamente las velocidades de las balas, respecto á que una misma pieza disparada varias veces bajo un mismo ángulo con la propia carga é iguales circunstancias, en cuanto es posible, arroja no obstante las balas á distancias muy diversas.

135. Las diferencias que se encuentran entre las amplitudes sucesivas de una misma pieza, apuntada bajo el mismo ángulo y cargada con iguales cantidades de pólvora, son tan considerables que parecerán casi increíbles á los que no están versados en esta suerte de esperiencias. Comunmente se atribuyen á la pólvora todas estas irregularidades; pero si fuese así se observaria solo que los alcances se aumentarían ó acortarian, en vez de que sucede frecuentemente que ademas de ser diferentes en cuanto á su longitud, se aparta tambien la bala prodigiosamente á derecha ó izquierda de su primera direccion. Se ha visto que dos balas disparadas sucesivamente y con el mayor cuidado por una pieza, cuya posicion era constante é invariable, se apartaron de tal modo la una de la otra, que cuando cayeron en el terreno se ha-

116 que sus direcciones formaban un ángulo de 15 grados.

136. Las diferencias que se encuentran entre las amplitudes de una misma pieza provienen en gran parte de la resistencia del aire: porque, como se acaba de notar, se observa que la bala se aparta en el discurso de su movimiento á derecha ó izquierda de su primitiva direccion, efecto que no puede atribuirse sino á la resistencia del medio.

137. La resistencia del aire obra sobre cualquier móvil de dos modos: 1.º se opone á su movimiento y retarda continuamente su velocidad: 2.º le aparta sin cesar del plano vertical en que debia moverse; de lo cual provienen las declinaciones de que se acaba de tratar.

#### VII.

138. Aunque todos los autores antiguos que han escrito sobre la artillería hayan despreciado la accion del aire sobre los móviles, sin embargo tiene en muchos casos una fuerza prodigiosa; y encontrándose el movimiento de estos cuerpos mudado y retardado por la resistencia que experimentan, es muy diferente del que comunmente se les asigna.

*La explicacion de esta máxima se encuentra en la introduccion á este artículo y en su primer número.*

## VIII.

139. La resistencia del aire obra con mas ó ménos fuerza segun sea mas ó ménos rápido el movimiento del móvil: es, pues, á corta diferencia como los cuadrados de las velocidades (ley que sigue no mas que hasta un cierto término); es decir, que si á un cierto grado de velocidad corresponde una resistencia análoga á él, á dos grados corresponderá una resistencia cuádrupla de la primera, y á tres grados una resistencia nueve veces mayor.

## IX.

140. Esta razon entre las resistencias deja de subsistir desde que una de las velocidades es menor de 1200 pies por segundo y la otra mayor: porque en este caso, es la resistencia triple de la que seria en la suposicion de la máxima precedente. Véase el número I.

141. Robins demuestra y hace patente por experiencias, que la resistencia que el aire opone á una bala de hierro de 12 libras, y que recorre 25 pies por segundo es igual próximamente á media onza del mismo peso; de cuyo principio se podrá inferir la resistencia que experimenta una bala ó una bomba que se mueve con una velocidad conocida. Si una bala de á 12, por egemplo, se mueve con una velocidad de 100 pies por segundo, es decir cuatro veces 25 pies, la resistencia será igual á 16 veces media onza ó á media libra: y si tuviese una velocidad de 1000 pies por segundo, que es 10 veces mayor que la anterior, la resistencia sería 100

veces mayor; esto es, de 50 libras; pero si su velocidad fuese 2000 pies por segundo ó el doble de la última, en este caso la resistencia en vez de ser solamente cuádrupla ó de 200 libras, sería tres veces cuádrupla ó igual á 600 libras.

142. Cualquiera que sea el diámetro de una bala ó bomba, se podrá conocer siempre la resistencia que le opone el aire, buscando la razon que hay entre su superficie y la de una bala de á 12; respecto á que las resistencias que encuentran los cuerpos movidos con iguales velocidades, son entre sí como las superficies de los cuerpos.

### XI

La resistencia del aire obra sobre cual-

143. La diferencia que se encuentra entre las amplitudes de dos piezas de distintos calibres, disparadas bajo un mismo ángulo con balas proporcionadas y cargas ordinarias, debe atribuirse á la resistencia del aire. Que la bala del mayor calibre es arrojada en este caso á mayor distancia que la otra, es un hecho que debe haber notado el sujeto ménos versado en la práctica de artillería; y muy perceptible para escaparse de la vista de un observador por inesperto que sea. Asi una pieza de á 24 apuntada por 8 grados, y cargada con una cantidad de pólvora ordinaria, arrojará su bala cerca de milla y media de distancia, en lugar que una pieza de á 3 cuyo diámetro es de consiguiente la mitad de la otra, cargada y apuntada igualmente, no hará recorrer á su bala sino poco más de una milla. Lo propio sucedería si el ángulo de elevacion fuese mayor, á escepcion que la diferencia sería mas considerable. Este efecto no depende de que las velocidades de

las dos balas sean diferentes, respecto á que siendo sus cargas proporcionadas á los calibres, deben ser arrojadas de los cañones con igual celeridad: una diferencia tan notable en los alcances no puede atribuirse sinó á las diversas resistencias que les son opuestas á las balas. En efecto la de á 24 tiene cuatro veces mas superficie que la de á 3; pero su solidez es óctupla; con que la resistencia que experimenta relativa á su peso, es solo la mitad de la que encuentra la bala de 3 libras.

### XI.

144. La mayor parte de los proyectiles militares adquieren al salir de sus respectivas piezas, rozándose contra las paredes de las ánimas, un movimiento de rotacion al rededor de sus eges, con el cual hieren al aire de modo, que la resistencia deja de ser directamente opuesta á su movimiento, y haciéndose oblicua á su direccion los obliga á apartarse del plano vertical en que deberian moverse.

145. Las irregularidades de que trata la máxima IV. tienen su origen en este movimiento de rotacion, que se ha explicado y hecho manifesto en el número anterior, y para cuya inteligencia se deben tener presentes la advertencias de Eulero.

### XII.

146. De que la resistencia que el aire opone á los cuerpos que se mueven con una velocidad de 1200 pies por segundo sea triple de lo que debería ser segun la ley que se observa en los movimientos ménos rápidos, se sigue: que cualquiera que sea el

alcance de una bala que se mueve con una semejante velocidad, su estension aumentará muy poco sea el que se quiera el nuevo grado de velocidad que adquiera la bala por el impulso de una carga mas fuerte.

147. En efecto aumentándose la resistencia prodigiosamente cuando las velocidades esceden de 1200 pies por segundo, por mas grande que sea la de una bala al principio de su movimiento, quedará prontamente reducida á la de 1200 pies. Por esta razon una bala de á 24 arrojada con una velocidad de 2000 pies por segundo, no conserva mas que la de 1200 cuando solo ha recorrido algo mas de 250 toesas: aunque con la primera velocidad debiese recorrer, bajo un ángulo de 45 grados 15 millas mas que otra bala arrojada con la segunda, suponiendo que ni la una ni la otra fuesen retardadas por la resistencia del aire; y como una velocidad de 2000 pies por segundo sea mucho mayor que la que adquiere una bala de á 24 disparada con los dos tercios de su peso de pólvora; y que para comunicarle una velocidad de 1200 pies no es necesario á lo mas sinó la cuarta parte de esta cantidad de pólvora, parece inferirse que en pasando una carga de la quinta ó sesta parte del peso de la bala, todo aumento de velocidad ocasionado por la adición de una nueva cantidad de pólvora, se destruye brevemente por la resistencia del aire. De consiguiente es fácil de concebir que el alcance de una bala arrojada bajo un ángulo pequeño y con la carga mas fuerte, no debe ser muy diferente de la de una bala que seria arrojada con una cantidad de buena pólvora, igual á la quinta ó sesta parte de su peso. He encontrado que la amplitud de una bala de á 24 libras arrojada con

otras tantas de pólvora y bajo un ángulo de 10 grados, no difiere mas que 250 toesas de la de otra bala del mismo peso disparada con  $\frac{1}{2}$  de esta carga; y habiendo sido el alcance de esta 1500 toesas, se infiere: que cuando las cargas están en la razon de 5 á 24 los alcances lo están solo en la de 5 á 6: lo que no proviene de ninguna diferencia en la fuerza de la pólvora, sino únicamente de la resistencia del aire. Si permaneciendo las cargas en esta misma razon fuese mas corto el ángulo de elevacion, los alcances se aproximarian mas, con tal que se supongan regulares ó tales como serian si las balas no fuesen apartadas de sus primitivas direcciones por la presion de la fuerza oblicua de que ha tratado la máxima anterior.

## XIII.

148. Si bajo un mismo ángulo inferior al de 8 á 10 grados se dispara sucesivamente una misma pieza con cargas diferentes, de modo que la mas fuerte sea igual al peso de la bala, y la mas pequeña solamente al quinto de este mismo peso, puede acontecer que la carga mas pequeña arroje alguna vez su bala mas léjos que la mas fuerte.

149. Se acaba de ver que apuntada una pieza de á 24 por 10 grados de elevacion los alcances de sus balas, arrojadas por las enunciadas cargas, no se diferencian casi en 250 toesas; pero las amplitudes ó alcances de una misma pieza cargada con iguales cantidades de pólvora y con iguales circunstancias, se diferencian algunas veces bajo el espresado ángulo, en 300 ó 350 toesas, en virtud de la fuerza de declinacion de que trata la máxima XI; con que podrá suceder que si la accion de esta fuerza au-

menta el alcance de la carga pequeña y disminuye el de la grande, sea aquel bastante mayor que este.

## XIV.

150. Si dos piezas de un mismo calibre y diferentes longitudes se disparan sucesivamente con una misma carga y bajo un mismo ángulo de elevacion, puede acontecer que los alcances de la pieza mas corta sean mayores que los de la mas larga.

151. Una de las piezas menores con que se pueda hacer la prueba será la que solo tenga 15 calibres de largo, y tal vez la mayor una de las culbrinas antiguas de 60 calibres de longitud; pero las velocidades que estas dos piezas comunicarán respectivamente á sus balas no se diferencian á lo mas sino en  $\frac{1}{4}$ ; y en la máxima anterior se espuso que siendo sus velocidades mucho mas desiguales por razón de las diferentes cargas, podía el movimiento de rotacion que adquieren las balas, ser causa que la ménos veloz tuviese mayor alcance: luego esto mismo podrá suceder en este caso.

152. Lo propio podrá acontecer aunque la pieza mas larga tenga una carga mas fuerte que la mas corta, con tal que no pasen los limites prescritos en las máximas precedentes: la esperiencia ha confirmado esto mismo.

## XV.

153. Cuando se trata de arrojar balas á una gran distancia, las cargas escesivas y la longitud de las piezas no pueden ser entónces de grande utilidad.

154. La verdad de esta máxima puede deducirse fácilmente de las observaciones precedentes: pues como se ha manifestado, cualquiera que sea el aumento de la velocidad de la bala al salir del cañon, ni su alcance, ni su fuerza al fin de él serán mucho mayores.

## XVI.

155. Si se disparan contra tropas balas menudas en cartuchos de racimo ó de otra especie, se hallará que cargando el cañon con menores cantidades de polvora que las que se usan por lo comun, se conseguirán mayores efectos.

156. Se observa que tirando las balas menudas con cargas muy fuertes se esparcen y apartan considerablemente de su direccion: en lugar que si la carga fuese mas corta, su movimiento seria mas igual y se esparcirian ménos, lo que causaria mucho destrozo en las tropas contra que se tirase: se debe tener presente que por débil que sea una carga, será siempre suficiente (cuando la distancia no sea escesiva) para arrojar las balas con fuerza bastante para que hagan heridas mortales.

## XVII.

157. Las operaciones principales en las que es mas ventajoso emplear cargas fuertes son: cuando se trata de destruir parapetos, desmontar baterías cubiertas de sólidas argamasas ó batir en brecha. En todos estos casos si el ostáculo contra que se dirige un cañon no está muy distante, cada incremento de velocidad arrojará la bala con mas fuerza, y la hará penetrar mas interiormente en los cuerpos sólidos que encuentre en su direccion.

158. Esta máxima no necesita de ninguna esplicacion: solo si se debe observar que si el ostáculo contra que se dirigen las baterías dista de ellas 200 ó 250 toesas, en este caso un aumento considerable en la velocidad de la bala no producirá gran incremento en la fuerza con que choque al sólido contra que se arroja; y tambien que si el ostáculo está muy cerca de la pieza, pero es tan débil que pueda ser fácilmente trastornado por una bala disparada con una carga pequeña, si se aumenta la cantidad de pólvora, léjos de causar mayor destrozo no se hará mas que disminuir el efecto de la bala. La razon es que cuando se tira una bala contra un cuerpo sólido, hará en él mucho mas daño si su movimiento queda casi enteramente destruido por la resistencia del sólido, que si prosiguiese aun moviéndose con una grande velocidad.

## XVIII.

159. En todas las operaciones de artillería se deben emplear siempre las cantidades de pólvora absolutamente necesarias con preferencia á otras mayores.

160. Todo lo que se puede añadir á una carga, ademas de la cantidad que es suficiente para conseguir el efecto que se apetece, no solo es un gasto inútil sinó que puede originar desórdenes escusados. Estando una pieza caliente y queriéndola esforzar, su retroceso será mas violento, su cureña padecerá mas y está espuesta á quebrantarse; todo lo que contribuye á retardar su servicio. Mas aun hay otro perjuicio mas considerable, porque puede suceder que aumentando la velocidad de la bala, produzca esta ménos efecto que si la carga

fuese mas corta, como ya se espuso en la máxima precedente.

## XIX.

161. La justa carga de una pieza no debe ser, pues, como se piensa comunmente la que pueda comunicar á su bala la mayor velocidad posible, ni tampoco debe determinarse por una razon constante entre su peso y el de la bala; sinó que ha de ser la cantidad de pólvora que es precisamente necesaria para el efecto que se apetece, y en lugar de estar en una razon invariable con la bala, debe alterarse segun las diferentes operaciones que sea menester ejecutar.

162. La verdad de esta máxima no puede dudarse por los que hayan leído con atencion las precedentes: asi pasaremos desde luego á determinar con mas individualidad qué cargas se deban usar.

## XX.

163. La carga de un cañon de campaña no debe jamas ser sinó  $\frac{1}{2}$  ó á lo mas  $\frac{1}{3}$  del peso de la bala; y la de toda pieza destinada á batir en brecha no ha de esceder jamas de  $\frac{1}{4}$ .

164. La razon es: porque si una pieza de campaña está cargada con una cantidad de pólvora igual á  $\frac{1}{2}$  del peso de la bala, le comunicará una velocidad de 1200 pies por segundo con tal que el calibre sea de una magnitud media; y esta velocidad es la que preferentemente conviene dar á las balas en las acciones de campaña, segun las observaciones anteriores.

165. Si se trata de hacer fuego contra navíos la

carga no deberá pasar de  $\frac{1}{4}$  del peso de la bala; porque se ha experimentado que la bala de 18 libras arrojada por  $3\frac{1}{2}$  de pólvora, podia atravesar un madero de encina de buena calidad de tres pies de grueso.

166. Para batir en brecha parece tambien que la carga de  $\frac{1}{2}$  del peso de la bala es la mas adecuada; porque la esperiencia ha manifestado que es suficiente para demoler la mejor mampostería con que puedan estar sostenidos los terraplenes; y aunque cada tiro haga ménos esfuerzo que si la carga fuese mayor, no obstante el servicio se hará con mas prontitud y facilidad, de tal modo que en un dia producirá una batería con dichas cargas mayores efectos que con otras mas considerables.

## XXI.

167. Aunque son artilleros los que sostienen principios muy diferentes de los nuestros, y aunque se mire lo que dicen como fundado en esperiencias; sin embargo sus principios no son ménos erróneos, y esta pretendida esperiencia los ha engañado. Porque de nuestra teoría sobre la resistencia se sigue que toda especulacion sobre la artillería deja de ser sólida, sino está fundada mas que en observaciones pertenecientes á las amplitudes de las balas movidas con grandes velocidades.

168. En efecto hemos visto que cuando las velocidades iniciales esceden de 1200 pies por segundo, no se encuentran sinó muy pequeñas diferencias entre los alcances de dos balas, aunque al principio de su movimiento las haya considerables entre sus velocidades: ni aun estas cortas diferencias pueden de-

terminarse con exactitud en ninguna pieza á causa de la fuerza de declinacion, que ocasiona en los alcances mucho mayores variaciones que las diferencias de las cargas. No se crea que haciendo un crecido número de esperiencias, de las cuales se tomase el término medio, seria posible remediar este inconveniente. Las pruebas cuando se repiten están espuestas á irregularidades tan grandes, que haciendo muchas veces un mismo número de esperiencias, los términos medios que se tomasen se hallarian aun muy diferentes unos de otros; y estas desigualdades en las amplitudes escederán frecuentemente la diferencia que se quiere determinar. Para dar un ejemplo de lo que acabamos de espresar, insertarémos aqui las resultas de las pruebas hechas en Woolwich en 1736 con piezas de á 24 nuevamente fundidas, todas de un mismo peso á corta diferencia pero de diferentes longitudes: se probaron con cargas iguales y bajo el ángulo  $7^{\circ} 15'$ : la tabla siguiente manifiesta el resultado de estas pruebas.

*Tabla en que se manifiestan los alcances medios de cañones de á 24 de distintas longitudes, observados y repetidos tres dias.*

Longitud de las piezas.	1. <sup>o</sup> de	18 de	2 de
	Junio.	Junio.	Julio.
	alcance medio de 5 disp.	alcance medio de 3 disp.	alcance medio de 3 disp.
Pies de Inglat.	Idem.	Idem.	Idem.
10½	7458	7842	7218
10	7710	7596	7308
9½	7899	7680	7500
9	8370	7482	7689
8½	7758	7470	7398
8	7314	7419	7356

169. Examinando estas esperiencias parece que los términos medios entre las amplitudes de una misma pieza no variaban todos los dias respecto de cada una de un mismo modo; pues que en una solian ser mayores y en otra mas pequeños en diferentes dias. Esta diferencia entre los términos medios sube en el cañon de 9 pies hasta 888 pies, y en las otras piezas esceptuada la última, nunca es menor de 360 pies. Pero siguiendo nuestros principios, si la bala no fuese interrumpida en su movimiento por la fuerza de declinacion, la di-

Referencia que las longitudes de las piezas pueden ocasionar en sus alcances no excedería de 210 pies, de consiguiente por grande que sea el número de experiencias que se ejecuten, será siempre imposible determinarla.

170. Tres años después se intentó en Francia determinar por el mismo medio las cargas mas convenientes para cada pieza, y el éxito fue igualmente equívoco.

171. El método seguro, pues, para conocer los aumentos de velocidad que ocasionan las cargas mayores, consiste en encontrar las diferentes profundidades á que penetra una bala en un sólido de una testura uniforme.

## XXII.

172. Examinando lo que penetra una bala en un sólido, se podrán determinar las velocidades de los proyectiles con mas certeza y seguridad, que si se examinasen sus amplitudes. En efecto á una velocidad doble corresponde una profundidad cuádrupla; y á una velocidad triple una profundidad nueve veces mayor: de modo que las profundidades á que penetran las balas varían en mayor razon que las velocidades, y son como sus cuadrados.

173. No es difícil hallar cuerpos propios para las experiencias de esta especie: pueden servir para ellas las maderas, la tierra y la arcilla: se exige solo que formen un cuerpo de una testura uniforme y de una materia elástica, y que esté poco distante de la boca de la pieza, para que la resistencia del aire no disminuya la velocidad de la bala.

174. Aunque en la práctica sea siempre posible

resolver esta cuestion con semejantes esperiencias, no obstante casi siempre se hallará entre ellas alguna diferencia, porque no es fácil dejar de encontrar alguna desigualdad en la testura del sólido en que penetran las balas; por esta razon será lo mas seguro y prudente hacer de modo que las profundidades á que penetren las balas, por razon de sus velocidades, tengan una diferencia mas considerable que estas desigualdades accidentales.

175. Si las balas tuviesen una misma velocidad; pero fuesen de diferentes magnitudes se hallaria que la mayor penetraba mas: la razon de esto se encontrará en la máxima X.

176. En todas estas esperiencias se supone que las balas sean de hierro; porque si fuesen de un metal mas débil y suave, mudarian de figura ó se romperian chocando contra el cuerpo sólido á que se disparasen, y en este caso las profundidades hasta donde penetrasen no seguirian la ley establecida en esta máxima, sinó que variarian segun las diferentes formas que tomasen las balas.

### XXIII.

177. De las máximas y observaciones precedentes se sigue: que la teoría de la artillería ha estado muy imperfecta hasta ahora, que sus principios son falsos y sus pruebas inconsecuentes, y en fin que la práctica deducida de semejantes teorías conduce muchas veces á los mas grandes errores.

178. En efecto, el mismo Robins dice: si nuestras máximas precedentes están fundadas sobre principios incontestables, es claro que la teoría comun que en casi todo les es directamente opuesta, se

compone de opiniones falsas y erróneas. Por ejemplo, si es verdad que la resistencia del aire sea tan considerable que exista una fuerza de declinación, como la que hemos descrito; y si en fin hemos hecho bien la enumeración de todas las irregularidades á que están sujetas las amplitudes de las balas, y de los singulares incidentes que se siguen: es evidente que una teoría que reusa admitir todas estas verdades, no puede estar fundada sinó sobre errores.

179. Por otra parte, si como se ha probado es necesario variar las cargas segun las distintas operaciones que se hayan de hacer, es preciso convenir en que los artilleros que han señalado generalmente para toda pieza y en todos casos una cierta carga determinada, y que está con el peso de la bala en una razon mucho mayor, estaban poco versados en su arte. La práctica en estos puntos se encuentra imperfecta, así por lo que respecta á la economía, como por lo tocante á la comodidad y prontitud del servicio.

180. Aunque el objeto de estas máximas sea solo hacer algunas observaciones sobre la falsedad de los principios que han prevalecido hasta ahora, y por esta razon evitamos el insistir sobre otros muchos errores que se encuentran en la práctica moderna, porque provienen mas bien de la parte mecánica que de ninguna falsa especulación; sin embargo no podemos dejar de prevenir que por los métodos que se siguen para formar los artilleros, no se les instruye bastantemente en lo concerniente á la práctica, aunque esta sea lo que hay de mas esencial.

181. Querriamos que ademas del uso pueril de



tirar constantemente con una misma carga contra uno ó muchos blancos, situados siempre á la misma distancia; se introdugese otro mas estenso, para saber examinar las amplitudes y declinaciones de las balas, las profundidades á que penetran cuando se tiran con cargas diversas bajo distintos ángulos y á diferentes distancias; para aprender despues á comparar estos resultados con la teoría espuesta en estas máximas. Como estas esperiencias, nos lisonjemos, confirmarían nuestros principios, los harían comprender mejor; el artillero podria hacerse verdaderamente hábil, y sabria sobre la marcha determinar las cargas que debe emplear, y bajo qué ángulos se ha de apuntar una pieza segun las ocasiones en que se encontrase. Es ya tiempo en fin que un arte tan importante se perfeccione; porque causa admiracion ver que miéntras que los otros ramos de la mecánica se han ilustrado, y escrito con tanto éxito por personas cuyo trabajo no tenia otro motivo que el impulso natural de sus genios; es digno de admiracion, decimos, que los principios de un arte de que depende el suceso de la mayor parte de las acciones militares, y de consiguiente la suerte de las naciones, hayan quedado tan largo tiempo oscurecidos por los errores mas groseros, y que han prevalecido no obstante por mas de dos siglos. . . . Se debe confesar, sin embargo, que la imperfeccion actual de la artillería no debe imputarse enteramente á la negligencia y poca atencion de los que han hecho esperiencias; porque algunos años ántes que hubiésemos publicado nuestros nuevos principios era imposible, por mas diligente que fuese el observador, hallar la verdad entre las dificultades y confusion que acompañaban siempre las esperiencias que



se repetían un cierto número de veces. La prodigiosa resistencia del aire cuando la velocidad es considerable, y la fuerza de declinacion que hemos descubierto los primeros, pueden solas explicar estas circunstancias estrañas que se encuentran en las amplitudes de los proyectiles, y que sin el conocimiento de éstos principios parecerían milagrosas; mas tememos habernos estendido demasiado sobre este asunto, y terminamos estas máximas en las que hemos procurado poner nuestros principios al alcance de todos.

182. Tales son las máximas prácticas del célebre Robins, que sin duda ha sido el primero que ha forzado, si así puede decirse, á la pólvora á descubrir las leyes con que obra, y que con una teoría superior ha sabido aplicar estas leyes á las máquinas de artilleria; confirmando al mismo tiempo con repetidas y combinadas esperiencias los resultados. Nosotros hemos creído dichas máximas de mucha importancia para dejar de darles lugar en este tratado, de consiguiente las hemos hecho la base de este artículo, pues las mas de ellas tratan de su objeto. Solo nos queda que advertir que los artilleros no piensan en el dia como pensaban ó los hacen pensar: conocen la resistencia del aire, y su poderoso influjo en los alcances de los proyectiles; están hechos cargo de la inutilidad de las cargas muy cercidas: y tal vez una práctica fundada les ha hecho conocer cuanto han decubierto de mas sólido las mejores teorías: es verdad que estas han abierto en cierto modo el camino.

+

## Número III.

*Influjo de las dimensiones de las piezas en sus alcances.*

183. El objeto de este número que es el manifestar el influjo que tienen las diversas longitudes y espesores de una misma pieza en sus alcances, se ha hecho digno de la mayor atención y estudio, por ser el principal punto de contestación entre los apologistas del nuevo sistema de artillería de campaña y sus opositores. Por esta razón contraeremos cuantas reflexiones sean análogas á él á las piezas de campaña del antiguo y nuevo sistema, conforme lo han ejecutado los oficiales de artillería mas sabios de Francia, que han escrito á favor de unas ú otras piezas: cuyas razones espondremos siguiendo por la mayor parte las memorias de artillería de Scheel. Pero demos ántes noticia de las causas de esta innovación y disputa. Desde el año de 1732 se habian adoptado en Francia las piezas de á 12, 8 y 4, llamadas en España de ordenanza. La esperiencia de tres guerras consecutivas habia manifestado ventajosa esta disposicion, que hacia la artillería francesa superior á la de sus enemigos. Sin embargo en la guerra terminada en 1762 se observó que todas las demas potencias beligerantes dotaban sus egércitos de unos trenes muy numerosos de piezas mas cortas y aligeradas, y que no por esto dejaron de ser ménos respetables. Los egércitos rusos que escedieron á todos en artillería, fueron invencibles. Estos egemplos, lo embarazoso de las piezas de ordenanza y tal vez, segun los partidarios de estas piezas, el deseo de

distinguirse de algunos oficiales, introdugeron y sostuvieron en Francia en 1764 los tres calibres de campaña aligerados, que poco despues se adoptaron igualmente en nuestro cuerpo. Varios oficiales de un mérito distinguido, á cuyas sabias providencias se debe atribuir por la mayor parte la superioridad que en otras guerras habia obtenido la artillería francesa, y que no asintieron ó no fueron consultados sobre esta inovacion, se opusieron vivamente á ella en varios escritos, á que contestaron con igual viveza los apasionados al nuevo método. ¿Mas interviene solamente en esta disputa el servicio del soberano, el amor del cuerpo y la equidad? ¿Están libres unos y otros de toda parcialidad; de esperanza de gloria y fortuna; de preocupaciones por los usos antiguos, á que nos liga una larga costumbre; de un cierto rubor que se experimenta al ver que otros encuentran defectos, y perfeccionan lo que hemos aprobado despues de muchos años de uso, &c.? No podemos dejar de notar que en los escritos de los dos partidos se reprueba y combate todo lo perteneciente á unas y otras piezas con acrimonia y sin distincion. Extractemos, pues, las esperiencias y razones de los autores mas principales que han escrito sobre esta cuestion, reducida á varios puntos, de los cuales los principales y que pertenecen directamente á este artículo son: 1.º la diferencia de alcances: 2.º certeza de los tiros: 3.º los rebotes: 4.º la fuerza del choque: 5.º el retroceso: 6.º la solidez y duracion de las piezas.

*De los alcances de las piezas cortas y largas.*

184. Cuando constantemente se ve que el fusil alcanza mucho mas que las pistolas; y se sabe, por

una tradicion uniforme, que las culebrinas alcanzan mas que las otras piezas, no se puede dudar, dice el marques de la Valliere, que los cañones largos alcanzan mas que los cortos. Se conviene, añade, que los efectos no siempre parece que crecen ó disminuyen exactamente en la misma proporcion que las causas que los producen; pero no es ménos incontestable que siempre que la causa aumente, lo ejecutará el efecto en cierta proporcion; y disminuirá recíprocamente mas ó ménos segun las circunstancias é incidentes, cuando la causa se disminuya; y que quedará nulo por la absoluta cesacion de la causa.

185. Es indubitable, dice San-Auban, que una pieza larga y rica de metales arroja su bala mas léjos, y con mucho mas acierto que una corta de igual calibre, estando sus ánimas igualmente barrenadas. Las balas sujetas y obligadas mas tiempo y por mayor espacio á seguir una direccion dada, llegarán al blanco con infinitamente mas fuerza y exactitud: cuando las leyes del movimiento y el conocimiento de los efectos de la pólvora no convenciesen de esta verdad, no por eso dejaria de estar demostrada por la esperiencia diaria de los efectos de las armas de fuego.

186. Efectivamente la teoría y la esperiencia están acordes en este mayor alcance de las piezas largas, respecto á las cortas de igual calibre: tómese la inflamacion de la pólvora por instantánea: esto es, por total ántes que la bala se ponga en movimiento sensible; ó por sucesiva, esto es, que no se crea terminada hasta la boca de la pieza cuando la carga es proporcionada: siempre se demuestra que la pieza larga alcanza mas que la corta, y es un

principio sobre que están acordes los autores mas célebres que han trabajado en establecer los principios de artillería, como son Robins, Eulero, Antoni y Arcy. Pero como de que los alcances de las piezas de un mismo calibre se aumenten á proporcion que estas sean mas largas, no por eso se deben usar las mas largas posibles; pues se debe atender al coste, transporte, manejo y servicio de las piezas, parece que es necesario para poder juzgar en esta materia, saber por esperiencias exactas cuales sean las diferencias de los alcances respecto á las diversas longitudes de una pieza. *Vease lo que dice el ya citado caballero de Arcy sobre este punto.*

187. En la memoria que leí á la entrada en la academia en 1751, anuncié de resultas de mis esperiencias que conforme á la teoría, miéntras mas cortos eran los cañones de fusil, ménos velocidad imprimian á las balas. No obstante aunque habia hecho estas esperiencias con gran cuidado, no me hallaba en disposicion de señalar la ley que seguia esta diminucion: creí, pues, que esta materia era demasiado importante respecto á las armas de infantería para contentarse con el hecho en general, que era necesario procurar reconocer esta ley, y que sobre todo importaba fijar las idéas sobre este asunto, sabiendo que muchas personas habian encontrado lo contrario de resultas de esperiencias, y que de consiguiente las nuestras hacian problemático el hecho sin decidirle. Cuando las diferencias en los efectos reales son muy pequeñas, los medios de reconocerlas (como lo noto en mi memoria) pueden dar diferencias iguales y aun mayores que las de los mismos efectos: asi desaparecerian estas totalmente y no serán sensibles, sinó cuando las diferencias en los

efectos sean tan considerables que superen sobre las provenientes de los medios empleados para reconocerlas. Pero como es raro que se continuen las esperiencias hasta el estremo y casi siempre se quedan en los términos medios; siendo estas diferencias casi insensibles, como se ha dicho, por poco que el que haga las esperiencias se incline á un parecer mas que á otro, infiere casi siempre consecuencias contrarias á las que hubiera deducido si hubiese llegado á conocer completamente el efecto verdadero. Convencido, pues, de la necesidad de hacer estas esperiencias con mayor exactitud si era posible que las precedentes, he creído no debía economizar gastos ni trabajo para aproximarlas á su perfeccion, y dar si podia tal exactitud á los medios de reconocer los hechos, que quedase seguro de tener un conocimiento justo de ellos. En consecuencia he imaginado los medios siguientes, cuya descripcion voy á dar.

188. Hemos copiado este discurso de Arcy para manifestar la suma próligidad y exactitud que exigen muchas esperiencias: el riesgo que se corre de inferir de ellas consecuencias siniestras, cuando se hacen con preocupacion: y el origen de ver sostenidos hechos contrarios con esperiencias.

189. Los métodos usados por el citado autor para hallar los alcances de las balas arrojadas por cañones de igual calibre y distintas longitudes, se reducen á tirar con ellos contra la pala de un péndulo, medir exactamente la oscilacion ó retroceso de este, calcular la velocidad inicial de la bala, y de ella inferir sus alcances por 45 grados y por la horizontal. En el número I.º se dió noticia de este método: véase ahora el extracto del resultado de sus esperiencias en la tabla siguiente:

*Tabla de experiencias sobre las distintas velocidades de las balas respecto á las diferentes longitudes del cañon.*

Longitud del cañon en partes iguales de 400 en pie.	Velocidades iniciales de las balas.	Alcances supuesta su elevacion por 45. <sup>o</sup>	Alcances horizontales, elevado el cañon 5 pies sobre el nivel.
	pies.	toesas.	pies.
1466 $\frac{2}{3}$	938	4889 $\frac{2}{3}$	541
1331 $\frac{2}{3}$	908	4580	524
1196 $\frac{2}{3}$	890	4400	512
1061 $\frac{2}{3}$	888	4380	511
926 $\frac{2}{3}$	872	4224	502
791 $\frac{2}{3}$	833	3854	480
656 $\frac{2}{3}$	796	3520	458
521 $\frac{2}{3}$	746	3082	429
386 $\frac{2}{3}$	653	2368	376
231 $\frac{2}{3}$	559	1736	321
116 $\frac{2}{3}$	359	716	206

*Las mismas esperiencias continuadas con un cañon igualmente cargado; pero cuyo calibre era algo menor.*

2406	1083	7182	624
2140	1056	6218	609
1873 $\frac{1}{3}$	1042	6032	600
1606 $\frac{2}{3}$	1023	5814	589
1340	991	5456	571
1073 $\frac{1}{3}$	931	4814	536
806 $\frac{2}{3}$	884	3340	509
540	794	3502	457
273 $\frac{1}{3}$	602	2012	346

190. Todas las esperiencias de la tabla anterior se han egecutado con una misma pólvora, á la cual se le habia quitado el polvo y grano menudo con un tamiz: las cargas eran siempre iguales, á saber, de seis adarmes; y las balas fundidas en un mismo molde eran todas de igual peso, á saber, de cuatro onzas, un adarme y cincuenta y dos granos. La 3.<sup>a</sup> columna espresa los alcances que tendrian las balas arrojadas por 45 grados con la velocidad inicial que manifiesta la columna segunda: y la 4.<sup>a</sup> espresa los alcances horizontales de las mismas, suponiendo elevado el cañon 5 pies sobre el nivel del terreno. Unos y otros alcances están calculados en la suposicion de que el aire no resista, asi son mucho mayores de lo que realmente serian; y mas respecto á las balas que tienen mayor velocidad inicial, por ser mayor

la resistencia que experimentan. No obstante, según esta tabla, un cañon de cerca de 6 pies de largo, cual es el que tenia 2406 partes iguales de longitud, alcanzaria por la horizontal 624 pies; y el de 40 pulgadas de largo á corta diferencia ó 1340 partes iguales, alcanza 571 pies, esto es 53 ménos.

191. Según la expresion de las velocidades iniciales de las balas, dada por Bezout (*Curso de matemáticas, tomo IV. pág. 84.*) serán las de las piezas de campaña del antiguo y nuevo método las siguientes:

<i>Piezas de---</i>	<i>á 12 libras---</i>	<i>de á 8 libras---</i>	<i>de á 4 libras.</i>
<i>Antiguas.</i>	1366 pies.	1356 pies.	1461 pies.
<i>Modernas.</i>	1156-----	1198-----	1268.
<i>Diferencias---</i>	210-----	155-----	193.

192. Aunque estas diferencias no sean muy cortas, y no se pueda negar que los alcances variarán en cierto modo en una razon relativa á la de las velocidades; pero nunca será ni con mucho tan grande; pues que, como dejamos dicho, la resistencia del aire es mayor á medida que lo sea la velocidad: de modo que sucederá que los alcances de las piezas nuevas y antiguas se diferenciarán mucho ménos que sus velocidades.

193. Según las esperiencias de Robins cortado un cañon bien proporcionado por medio, solo pierde su bala  $\frac{1}{3}$  de la velocidad inicial que ántes tenia: de modo que si un cañon de 24 diámetros de largo arroja su bala con una velocidad inicial de 1800 pies, reducido este cañon á 12 calibres de largo solo arrojará su bala con una velocidad de 1500 pies. Mas los alcances no seguirán esta razon de 6 á 5; porque estando la resistencia del aire al ménos en razon du-

plicada de las velocidades, serán las resistencias que experimenten las balas en el caso propuesto como 36 á 25: por consiguiente perderá á proporcion mas de su alcance la arrojada con mayor velocidad.

194. Supuestas estas nociones generales acerca de las diferencias que pueden ocasionar en las velocidades y alcances de los proyectiles las diversas longitudes de las piezas porque son arrojados; véanse cuales son los alcances efectivos de unas y otras piezas segun las pruebas hechas en Strasburgo con cañones de todos calibres, y las hechas en Douay con dos piezas de á 4, una de ordenanza y otra del nuevo sistema. Pero se debe advertir que no habiendo llegado á nuestras manos el proceso verbal ó diario de las primeras, copiamos solo la tabla que trae Dupuget en sus *Reflexiones sobre la práctica de apuntar el cañon*, de la que dice: „véase aqui una tabla que puede dirigir y aun suplir en alguna manera á las esperiencias precisas; porque se la reputa poco distante de la verdad, y aun mas bien diminuta que aumentada.“

*Tabla estimativa de los alcances de punto en blanco de los cañones segun las pruebas de Strasburgo, hechas en 1764.*

Piezas	Angulos.		Cargas.	Alcances	Altura del tiro.	Tiempos.	
	Gr.	Min.	Libras.	toesas.	ps. pulg.	seg.	terc.
24	1°	11	8	260	8 0	1	27
16	1°	5	5 $\frac{1}{2}$	240	6 9	1	20
12	1°	2	4 $\frac{1}{2}$	220	6 0	1	16
8	1°	0	3 $\frac{1}{4}$	200	5 0	1	10
4	0	58	2	180	4 6	1	5
12	0	58	4	200	4 9	1	7
8	0	58	2 $\frac{1}{2}$	180	4 6	1	5
4	0	58	1 $\frac{1}{2}$	160	4 0	1	4
{ 4 á la Sueca.	1°	16	1 $\frac{1}{2}$	210	7 0	1	21

Tabla en que se estractan las pruebas de comparacion, hechas en Douay en 1771, entre una pieza de á 4 larga y otra aligerada del mismo calibre: los retrocesos y alcances son los términos medios de cinco disparos.

Cargas.	Retroc. en ps. y pul.				Alcances en toesas.	
	Pieza A.	N.		A.	N.	
libras.	Tirando de punto en blanco.					
1½	3	6	8	3	224	197
2	4	8	8	11	235	215
2½	5	4	12	4	258	179
	Tirando por tres grados.					
1½	3	8	7	0	622	635
2	5	0	9	1	593	554
2½	6	3	11	6	597	583
	Tirando por seis grados.					
1½	3	11	8	7	940	845
2	4	4	9	11	941	818
2½	6	6	13	9	949	843
	Tirando por diez grados.					
1½	3	6	7	8	1058	1094
2	4	9	9	1	1121	1034
2½	5	8	13	5	1139	1142
	Tirando por quince grados.					
1½	4	0	8	2	1406	1320
2	3	11	9	0	1330	1380
2½	4	11	10	7	1334	1400

195. Pero se debe advertir que tanto las pruebas de Strasburgo, como las de Douay están contestadas por los apologistas de uno y otro método. En las de Douay dicen los del nuevo que se usaron de balas batidas, y de una sola línea de viento para el cañon antiguo, no perteneciendo de derecho sinó á los modernos para que se inventaron; y que la pieza aligerada estaba 10 $\frac{1}{2}$  pulgadas mas baja que la antigua. Y los del antiguo dicen que en las de Strasburgo se usaron balas de dos líneas de viento para la pieza antigua, y de una línea para la moderna.

196. En fin conociendo los defensores de las piezas modernas su menor alcance, proponen dos medios para aumentarle sobre el de las antiguas: el 1.<sup>o</sup> es la disminucion de una línea al viento de las balas. (*Véase el artículo III. §. 93 y siguientes, y §. 56 y siguientes de este*); y el 2.<sup>o</sup> dar medio grado mas de elevacion á los cañones modernos que á los antiguos; mas este arbitrio atrae los inconvenientes anejos á la elevacion de los tiros, que son ménos certeza, que no sean rasantes, ménos reboztes y fuerza en el choque.

#### *De la certeza de los tiros.*

197. Los tiros pueden errarse ó por ir bajos ó altos ó por ser aviesos: si se quedan bajos es prueba de que el objeto está fuera del alcance del cañon apuntado por aquel grado, y cargado con aquella carga; mas si se yerran por altos, se deducirá que el cañon está muy elevado: de consiguiente mientras mas elevacion sea preciso dar á una pieza para que alcance á una determinada distancia, tanto mas incier-

tos serán los tiros por esta parte, porque las balas caerán ménos rasantes. Por egemplo, si en una llanura horizontal de 250 toesas de largo se tira con una pieza, cuyo alcance sea de esta distancia, sin que su bala se eleve mas de 5 pies, es claro que en cualquier parage de su direccion que se ponga un hombre, dentro de esta distancia, le herirá. Mas si la pieza necesita para arrojar su bala á dicha distancia, estar apuntada por una elevacion que haga subir la bala sobre el terreno en el curso de su trayectoria 12 ó mas pies, es claro que podrá haber varios hombres en su direccion que estén libres de sus golpes. Este es el argumento mas sólido que se pueda objetar á las piezas modernas de campaña, sobre la certeza de sus tiros, en suposicion de ser menores sus alcances. Y al que únicamente responden sus apologistas: que usando de balas de una sola línea de viento alcanzan tanto como las antiguas sin necesidad de aumentar su elevacion.

198. En cuanto á ser mas aviesos los tiros de las piezas modernas, dice uno de sus opositores. „Los tiros de las piezas antiguas deben ser mas certeros porque, segun las pruebas, sus alcances son mayores. Pero entre balas de igual peso no pueden tener unas mas alcance que otras, sinó porque tienen mas velocidad; y no pueden tener mayor velocidad sin llegar ántes al blanco, ni llegar ántes al blanco sin apartarse ménos de su direccion.“ Esta última consecuencia es siniestra, pues la divergencia de los tiros no tiene ninguna proporcion con la velocidad ni con el tiempo, y depende de otras causas que influyen mas (como se deja espuesto en el número antecedente) á proporcion que la velocidad es mayor.

199. Es verdad que las piezas aligeradas pueden

ser ménos certeras por razon de ser mayor su retroceso; mas como el retroceso que puede contribuir á la alteracion del tiro sea el que padece la pieza ántes de salir de ella la bala, es preciso calcular el de unas y otras en esta ocasion. Lo que egecutado segun la regla de Eulero, que dice: el peso de una pieza es al de su bala como la distancia que la bala recorre en el ánima es al retroceso durante este tiempo; resulta que los retrocesos serán

*En las piezas de á 12----- de á 8----- de á 4.*

Antiguas-----	0,02383-----	0,02383-----	0,01076.
Nuevas-----	0,02145-----	0,01678-----	0,01109.

De donde se sigue: que las piezas de á 12 y 8 aligeradas reculan ménos que las de ordenanza, y la pieza de á 4 ligera algo mas que la antigua; pero en uno y otro caso la diferencia es solo de puntos. Este resultado es exacto si no se considera mas que el peso de las piezas y balas; pero siendo mucho mas movibles las cureñas nuevas que las antiguas, retrocederán algo mas las piezas nuevas.

200. Hasta aqui hemos considerado las piezas antiguas iguales en un todo á las modernas, á excepcion de sus mayores longitudes y refuerzos; pero suponiendo que aquellas estén fundidas en hueco, y estas en sólido y torneadas; aquellas montadas sobre sus cureñas, y estas en las del nuevo método, no hay comparacion entre la exactitud de los tiros de unas y otras, pues la esperiencia manifiesta constantemente que las piezas aligeradas son mucho mas certeras que las otras.

*De los rebotes.*

201. Los apologistas de las piezas antiguas objetan á las nuevas que sus balas no rebotarán tanto, ni serán tan rasantes los rebotes. Véase como se explica la Valliere: „cuando las columnas del ejército enemigo lleguen al campo de batalla, si el general proyecta atacarlas ántes que hayan hecho sus evoluciones, ordenará que se cañoneen para turbarlas y retardarlas. Y como aun no estén formadas en una sola línea estrecha de tres de fondo, ofrecen un objeto suficiente para cañonearlas con acierto, si están á ménos de mil toesas de distancia: porque las piezas largas de á 4 por cuatro grados de elevacion, y los calibres superiores por tres grados, alcanzan á esta distancia incluso los rebotes, que son mas propios que los tiros directos para turbar las maniobras de las tropas. Las piezas cortas á igual distancia no podrán alcanzar sinó por un ángulo de elevacion demasiado grande, que las privará del rebote, y no déjará caer la bala sinó sobre un punto, y por consiguiente sobre un solo hombre si por casualidad se hallase allí.“

202. Desde luego se percibe que este discurso es hiperbólico: segun las pruebas de Douay, los rebotes no dejan de ser considerables hasta el ángulo de  $6^{\circ}$ ; y ciertamente el alcance de las piezas antiguas por  $3^{\circ}$  no es igual al de las nuevas por  $6^{\circ}$ , que seria el preciso para que dejasen de rebotar. No obstante es cierto que la pieza que tiene mayor alcance hará rebotar mas sus balas; pero como la diferencia de alcances entre las piezas antiguas y modernas no sea muy considerable, tampoco lo será la de sus rebotes.

*Fuerza en el choque.*

203. „Insisto, dice la Valliere, sobre el uso de una artillería de mayor alcance que la corta: no precisamente con el disignio de hacerla tirar á las distancias hasta que pueden llegar las balas; sinó porque alcanzando mas, imprime mas fuerza á los móviles.“ A lo que responde Gribeauval: „Una bala tiene siempre mas fuerza que la que ha menester para trastornar los objetos de una funcion campal. Dupuget, autor de los principios verdaderos adoptados por la Valliere, conviene en esto mismo; pues que propone tirar de rebote en las batallas.“

204. „Cuantas veces, dice este último autor en otro parage, la superioridad de fuerza que dan á los tiros las piezas largas, será ventajosa para romper, atravesar y trastornar los ostáculos que oponga al enemigo, como colunas de tropas, atrinchera- mientos, árboles apeados, &c., efectos que producirán tanto mas prontamente cuanto reunirán la exactitud de los tiros: ¿Y cuantas veces depende la victoria de la celeridad en la egecucion! Siempre que se bata artillería contra artillería, ¿qué ventaja no tendrá sobre la enemiga la que tenga á su favor la superioridad en fuerza, alcance y exactitud, y esté mandada con inteligencia?“

205. Dupuget dice: „Conviene advertir aquí, que una pieza que bajo del mismo grado arroja su bala cincuenta toesas mas léjos que otra, la imprime mayor velocidad; y consiguientemente la hace capaz de mayor esfuerzo. Pero este mayor esfuerzo es frecuentemente apreciable para romper mas pronto árboles apeados, estacadas y otros ostáculos que no es raro encontrar en las acciones campales (esta

nota recae particularmente sobre las piezas de á 12): añádese á esto la dificultad, por no decir mas, de hacer uso de las piezas cortas en las ocasiones en que seria útil abrir troneras."

206. A estas objeciones de Dupuget responde el autor de la *Artillería nueva*: „En quanto al mayor esfuerzo producido por las piezas largas sobre la bala, y por la bala sobre el objeto que bate, replicaremos: 1.º Que es necesario que convenga en un término fijo, relativamente á este mayor esfuerzo que se puede exigir de una bala, asi como conviene en un término fijo para la estension de los alcances; porque en todas materias se debe establecer una base: 2.º Que no puede negar que este término depende necesariamente del objeto que se proponga batir. Porque si se quiere producir solamente un esfuerzo de 100 libras, es inútil emplear una máquina capaz de producir 1000: 3.º Que siendo los cuerpos que se trata de atacar con las piezas de campaña, hombres y caballos; es necesario que estas piezas estén particularmente proporcionadas para producir este efecto: 4.º Que las piezas mas pequeñas de la artillería nueva son suficientes para este objeto: que no solo en esta parte es igual la artillería nueva á la antigua sinó tambien muy superior, respecto á que alcanza con metralla donde la otra, segun su defensor, no podría tirar con bala sinó con mucha incertidumbre; y que á las distancias en que una y otra usan cartuchos, la primera produce un efecto triple á lo ménos que el de la otra: 5.º Que si se quiere estraer esta artillería de su objeto esencial, que es la destruccion de la tropa, para aplicarla á la de objetos, que siendo de gran resistencia exigen que se emplee mas fuerza;

es menester entónces considerar la naturaleza de estos objetos para no cargarse de una fuerza escedente, que no se podria obtener sinó llevando consigo piezas que retardarian inútilmente la marcha del ejército, y aun lo detendrian algunas veces. 6.º Que prescindiendo de las plazas y fuertes considerables, que exigen cañones de á 16 al ménos para ser batidos; los objetos que exigen mayor fuerza en las batallas en el curso de una campaña son los atrinchera- mientos, estacadas y muros de casas; que para esto el esfuerzo de una bala de á 12 es mas que suficiente, aun suponiendo contra lo que realmente es, que esta bala arrojada por las piezas de á 12 del nuevo método tuviese ménos fuerza que si lo fuese por las antiguas."

207. Para apreciar con indiferencia el efecto de la fuerza de los tiros bastará comparar: 1.º Las distintas profundidades á que penetrarán las balas de las piezas antiguas y nuevas en ostáculos homogéneos: 2.º La fuerza ó cantidad de movimiento con que chocan los ostáculos cuya coherencia es tal, que se puede destruir una mayor porcion de ellos que la que hiere el circulo máximo de la bala.

208. A este efecto se pueden considerar, con arreglo á la anterior tabla de Dupuget, los alcances primitivos de punto en blanco, como la espresion de las velocidades al fin del primer segundo: lo que se puede hacer sin error respecto á que la pieza antigua de á 12 arroja su bala en 1<sup>'''</sup>, 16<sup>'''</sup> á 220 toesas, y la pieza nueva en 1<sup>''</sup> 7<sup>'''</sup> á 200 toesas: de modo que en esta suposicion queda con ventaja la antigua; mas no obstante la razon de sus velocidades será solo como 220 á 200, ó como 11 á 10. Pero segun reglas de mecánica las balas de igual calibre y peso,

y arrojadas con distintas velocidades contra un cuerpo homogéneo, penetran en él en razon de los cuadrados de sus velocidades; luego en este caso la percusion de las balas será como 6 á 5. Esta razon puede servir para comparar las diversas profundidades á que penetran las balas de otras piezas. En cuanto á la fuerza con que las balas pueden mover los muros ó maderámen, se percibe que la fuerza ó cantidad de movimiento de las balas, que es el producto de la masa por la velocidad, será en este caso en que las balas son iguales como las velocidades; esto es como 11 á 10.

*Del retroceso.*

209. El gran retroceso de las piezas aligeradas es otra de las objeciones que le oponen sus enemigos, y tal vez la mas fundada de todas; porque ciertamente en muchas ocasiones, como manifiesta muy bien San-Auban, seria muy incómodo el mayor retroceso de las piezas aligeradas, y tanto que por esta razon no se podrán situar en ciertas posiciones ventajosas pero estrechas. Mas examinando si este mayor retroceso es efecto de las piezas, ó de sus cureñas mas movibles y ligeras, se hallará que depende enteramente de estas. En efecto valiéndose de la espresion que da Bezout (*curso matemático tomo IV.*) para la velocidad inicial del retroceso en el instante que la bala sale de la boca de la pieza, se tendrá que las velocidades iniciales de los reculós en las piezas

De----- á 12----- 8----- y 4.

Son en las antiguas. 3',726 ----- 3',381----- 2',219-----  
Y en las nuevas--- 4',238----- 3',295----- 3',074-----

Lo que demuestra que el reculo inicial de las piezas nuevas prescindiendo de sus cureñas, no se diferencia sinó muy poco del de las antiguas. El que esta diferencia sea tan corta proviene de que al mismo tiempo que se ha disminuido el peso de las piezas nuevas, se han disminuido tambien sus longitudes y cargas. Véase el artículo IV. §. 25.

210. Es de advertir que la diferencia efectiva que hay entre los retrocesos de las piezas antiguas y modernas, no es de ningun modo tan notable como dice San-Auban; pues aqui se ha experimentado repetidas veces que el cañon aligerado de á 12, montado sobre su respectiva cureña con ege de hierro, solo ha retrocedido el doble que el de á 12 de ordenanza montado en su correspondiente cureña: en lugar que el citado autor afirma ser el retroceso del cañon aligerado cuádruplo del de ordenanza.

*De la solidez y duracion de las piezas.*

211. Los partidarios de las piezas antiguas objetan á las nuevas aligeradas, que no tienen suficiente solidez y de consiguiente son de poca duracion. Véase como escribe la Valliere: „Incapaces por su poco espesor de aumentar sin riesgo la corta carga de pólvora á que sus partidarios las han ceñido, para conservar su flaqueza mas bien que para lograr una frívola economía de pólvora, no causarían sinó ruido sin efecto.“ Y en otro parage: „Se ha visto por las pruebas hechas en Strasburgo en 1776, que la duracion de las piezas nuevas particularmente de las de á 12, no se aproxima á la de que ha demostrado el uso son capaces nuestras pie-

zas de 1732. ¡Qué! ¿basta decir, *cuando estarán fuera de servicio se harán venir otras?* Este aserto no remediará el mal léjos de nuestras fronteras, despues de una larga guerra, en medio de una batalla ó de otra operacion importante; ni proveerá los fondos necesarios para tantas refundiciones que absorven la materia.“

212. Mas examinando con imparcialidad estas y otras objeciones hechas contra la duracion de las piezas aligeradas, se encuentran ó poco fundadas ó apoyadas sobre hechos que solo prueban, que algunas piezas de esta especie han estado mal fundidas, sea por mala aligacion de los metales ó por estar requemados ó por ser defectuosas: asi dejaremos de estenderlas, y pasaremos á dar noticia de una carta que trae el citado Scheel concerniente á los principios que pueden servir para arreglar los espesores de las piezas, por parecernos sólida, y que puede ser útil en varias ocasiones: es pues la siguiente.

213. „No es posible concebir como la disminucion de espesores de metal que se acaba de emprender, haya podido parecer estraña á hombres de talento, y como haya podido atraer su oposicion y crítica. Mas de una razon la exigian largo tiempo há, y es mas estraño que se haya practicado tan tarde; porque las cantidades de las cargas y los espesores del metal tienen una recíproca dependencia, y no se puede tocar á las unas sin variar los otros. Otras veces se cargaba con el peso de la bala; y entónces el espesor del metal por el fagon escedia el calibre del ánima: despues se cargaba con los dos tercios, y se creyó que un espesor igual al calibre seria suficiente. La reduccion de la carga á la mitad del peso de la bala ocasionó una leve disminucion en el es-

pesor del metal. ¿Como, pues, se puede hacer oposi-  
cion á disminuirle al presente, que la carga está re-  
ducida á un tercio? se cree haber hallado el *minimum*  
del espesor? se diria asi. Pero ántes del año de 1740  
se creyó también conocer el *máximum* de las cargas,  
aunque no fuese asi, respecto que en esta época fue  
cuando se fijó al tercio del peso de la bala, por ser  
la que daba mayores alcances. Esta carga se ha adop-  
tado generalmente; y sin embargo los espesores de  
las piezas han quedado en el mismo estado que en  
1732, no obstante que la reduccion de las cargas  
permitia disminuir los espesores, aun cuando no se  
diga que lo exigian.“

214. „Por esto se ha repetido muchas veces pa-  
ra que haga sensacion. Me lisongo de poder dar una  
razon á favor de la disminucion de los espesores, que  
no se ha conocido todavia que yo sepa; y que no por  
eso deja de merecer alguna consideracion. Me expli-  
caré por algunos egemplos, reservando para otra oca-  
sion el tratar mas estensamente de este asunto.“

215. „Supuesto que se hubiesen elegido para un  
sistema de artillería cañones de 4, 8, 12, 16, 24 y  
32, y que á todos se les hubiese dado un espesor por  
la parte del fogón igual á sus calibres; serán en este  
caso los espesores de metal como los cubos de los ca-  
libres respectivos, segun la tabla que se halla fre-  
cuentemente en los libros de artillería; esto es, como  
las cifras de la columna B de esta tabla:

A	B	C
1.	1,000	1,000
4.	1,587	2,000
8.	2,000	2,828
12.	2,289	3,464
16.	2,519	4,000
24.	2,884	4,898
32.	3,175	5,565

216. „Nadie ha dudado hasta ahora que los espesores, segun la serie B, daban una resistencia igualmente fuerte á los cañones de diferentes calibres, lo que no obstante es incompatible con las leyes conocidas de la coesion. Segun estas las resistencias del metal en diferentes piezas son como las raices cuadradas de sus respectivas balas; es decir, como las magnitudes contenidas en la columna C.“

217. „La diferencia de estas dos columnas es por consiguiente muy visible; porque para que la pieza de á 8 tuviese, segun B, una resistencia igual á la de 1 libra, la primera no debe tener su espesor mas que doble del calibre de la segunda; es decir, su propio calibre. Pero segun los verdaderos principios de la coesion, á saber, segun C la pieza de á 4 debe ya tener de espesor el doble calibre de la de á 1 libra, para tener igual resistencia que ella; luego tendria tanto espesor como la de á 8. Nótesé tambien que aqui se supone el efecto de la pólvora proporcionado á su cantidad, lo que no es enteramente cierto á lo ménos por lo concerniente al calor, principio destructivo de las piezas; de modo que en esta consideracion se deberian reforzar mas los cañones de

grueso calibre, como lo ha percibido muy bien Gribeauval, proponiéndolo así para las piezas de ataque y defensa.“

218. „Si se invierten los resultados que se acaban de aplicar principiando por el calibre de una libra; de modo que se suponga como principio fundamental probado por la experiencia, que el cañon de 32 debe tener el espesor de metal por el fogon igual al calibre de su ánima; y se calculan cuales serian los espesores de las piezas inferiores segun las leyes de la columna C, se encontrará entónces sin duda que estas piezas podrán fundirse ménos reforzadas que lo que demuestra la columna B. Si el calibre del cañon de 32 se supone dividido en 100 partes, los espesores de las otras piezas serán en centésimos de su calibre segun el cálculo formado sobre los principios precedentes.“

32	--	1,00	=	1	calibre.
24	--	0,95			
16	--	0,89			
12	--	0,84			
8	--	0,79			
4	--	0,70			
1	--	0,56			

219. Se ve que los espesores encontrados son una consecuencia de la suposicion gratuita de que el cañon de 32 ha de tener por su fogon un espesor igual á su calibre: la experiencia prueba que este espesor es aun suficiente para el cañon de 48: lo que manifiesta que se puede partir de esta suposicion como de un principio fundamental, para determinar el espesor de los calibres inferiores; de modo que el cañon de 9 libras no tendria de espesor por su fogon mas que los  $\frac{2}{3}$  de su calibre.“

220. Esta carta demuestra que se pueden disminuir los espesores de las piezas de corto calibre, sin que se perjudique á su competente solidez. Y que si se han disminuido las cargas de las de á 8 y 4, á  $2\frac{1}{2}$  y  $1\frac{1}{2}$  libras, menores que el tercio de la bala, ha sido en consideracion á la celeridad con que se pueden servir estas piezas, y porque se hace mas uso de ellas que de la del calibre de á 12, que se carga con el tercio del peso de su bala.

221. Otra de las dificultades que ocurren en cuanto á la solidez de las piezas por lo que mira á sus espesores es: si suponiendo, como realmente sucede, que mientras mayores sean estos tanta mayor fuerza opondrán al esfuerzo que procure reventar la pieza; se verificará lo mismo respecto al calor que adquieren los metales, que es realmente el principio que destruye las piezas. Los partidarios del método antiguo dicen: que calentándose mas prontamente una pieza aligerada que una reforzada de igual calibre, resistirá por esta razon ménos la artillería moderna. Mas se objeta: que aunque es cierto que se caliente mas pronto la aligerada, tambien lo es que se enfria mas brevemente, porque esto se hace en razon de las superficies; y que de consiguiente calientes ya una y otra pieza, la reforzada no solo conserva mas el calor; sinó que la cantidad de la masa contribuye á elevarle á mayor grado: de modo que se puede sospechar, no sin graves fundamentos, que los excesivos refuerzos de las piezas son causa de que conserven mas largo tiempo y con mas intension el calor, y que esten casi muy espuestas á inutilizarse con los golpes de los proyectiles, que son los que generalmente inutilizan las piezas de artillería.

222. En prueba de esta opinion insertamos la siguiente observacion de Müller en su artillería. „Se ha observado, dice, asi en cañones como en morteros, que el espesor demasiado grande de metales en lugar de ser ventajoso, contribuye á ponerlos mas pronto fuera de servicio. En la batalla de Lowfed muchas piezas de á 6 del peso de 1900 libras no pudieron servir mas; en lugar que otras piezas aligeradas del mismo calibre que pesaban 522 libras continuaron sirviendo sin perjuicio. Los morteros nuestros del uso de la marina se inutilizan siempre que tiran con cargas grandes, como sucedió en el bombardeo de Habre de Gracia; miéntras que los morteros de tierra que no tienen sinó  $\frac{1}{3}$  de su peso, duran muy largo tiempo. La razon es evidentemente que el metal delgado se calienta poco ántes que el grueso, pero se enfria mucho mas pronto; en lugar que el grueso se enfria muy lentamente cuando se llega á calentar: por consiguiente el calor se aumenta en tal grado en una pieza durante un servicio, seguido, que no puede resistir al esfuerzo de la pólvora: esto es lo que prueba la esperiència.

223. Hemos recorrido los principales defectos que se oponen á las piezas de campaña del nuevo método, los que ciertamente están exagerados por los defensores del antiguo: de todo se puede inferir que la artillería actual tiene algun ménos alcance, y que retrocede mas; pero que es mas movible, mas cómoda para servirla, y mas certera por la exactitud de sus dimensiones, mira y punto de mira. Se puede ver la *artillería nueva* de Coudray para imponerse en las ventajas de la artillería moderna, de la que volverémos á hablar en el artículo I.º de la II.ª parte de este tratado.

224. Nos persuadimos que las nociones dadas en estos tres números pueden ser suficientes para fijar la atención y meditacion de los que desean imponerse en su instituto, quienes en el uso de él encontrarán varias ocasiones en que confirmar, ó corregir las ideas y preceptos aqui estendidos. Para el que no apetece ni procurá con actividad saber, por mas esperiencias que se presenten á su vista, nada adelantará, y vendrán á ser como otras tantas ilusiones: al contrario sucederá al oficial aplicado y activo, la menor esperiencia aunque hecha á muy diversos fines, la mirará bajo diferentes aspectos, que aplicará á las ideas generales que aqui se esponen, y verá si es ó nó conforme á ellas.



## ARTÍCULO XII.

*De las minas.*

1. **E**l objeto de este artículo es actualmente el mas importante y esencial en el ataque y defensa de las plazas; pues por mas reforzadas que estén de tropas, municiones y de escelentes obras coronadas de artillería, no pueden hacer una larga y vigorosa defensa sin contraminas: estas solas son capaces de destruir los ataques, y de no permitirlos aproximar. Y por el contrario una plaza, contraminada y provista de diestros minadores; será inconquistable de todo el ejército que no emplee contra ella armas iguales: esto es, que no destruya sus contraminas por medio de minas, dirigidas y egecutadas con inteligencia y valor. Siendo, pues, las minas un ramo de la artillería y del arte militar de tanta consideracion y entidad, nos es preciso tratarlo con la individualidad y estension que se requiere, á fin de que se pueda adquirir la instruccion necesaria para poder desempeñar con acierto las comisiones que sobre ellas se ofrezcan; y sacar el fruto posible de las esperiencias y prácticas que son indispensables tener de antemano. No se debe esperar que oficiales que no han visto minas sepan dirigirlas; y que minadores que no han minado, puedan por mas pericia y actividad que tengan sus oficiales, ser de ninguna utilidad en la guerra.

2. Antes de esponer el plan de este artículo, se dará un resúmen histórico de las minas, en el que se insertará una breve disertacion sobre su inventor: lo primero con el fin de dar luces para la mas cabal inteligencia de la teoria y práctica de las minas que

espondrémos; y lo segundo para no autorizar con nuestro silencio las poco fundadas proposiciones de varios autores, que atribuyen la invencion de las minas á sujetos oscuros, á quienes de ningun modo pertenece, privando de esta gloria á nuestro compatriota el famoso Pedro Navarro, conde del Olivito, su verdadero inventor.

3. Las minas han sido usadas en el ataque de las plazas desde la mas remota antigüedad; pero las conocidas en aquellas edades no tenian apénas de comun con las modernas sinó el nombre; y de ningun modo les eran comparables en la magnitud de sus efectos, ni en la facilidad de su construccion. Aquellas se reducian ó á una galeria subterránea, que principiaba distante de los muros de una plaza, y se terminaba dentro, para que entrando los sitiadores por ella se apoderasen de la plaza, miéntras sus defensores atendian á varios ataques simulados, por cuyo medio los atraian al muro: ó tambien á suspender en el aire con fuertes puntales de madera la parte del muro que se queria arruinar por medio de galerias subterráneas, y rodear los puntales de materias combustibles para que incendiadas los quemasen y cayese el muro. Las minas modernas deben toda su actividad á la de la pólvora, y se reducen á cantidades de esta encerradas en la tierra, en los muros y aun en las rocas, que incendiadas rompen y hacen volar quanto se opone á su dilatacion.

4. Estas se principiaron á usar en Italia á fines del siglo quince; pero nunca con el acierto que contra los castillos de Nápoles en la conquista de éste reino hecha por el gran Capitan.

5. La Valliere atribuye su invencion á un italiano llamado Francisco Gorge, Arquitecto en Ná-

poles, que dice se la propuso á Pedro Navarro. Pero esta especie no tiene el menor fundamento, en vista de no acompañarla ninguna razon ni autoridad que la compruebe: de ser contraria á la general opinion de todos los historiadores contemporáneos de Navarro: y á constar por ellos que este habia usado las minas ántes de esta época.

6. Guicciardini hablando de las minas en su historia de Italia, dice: Esta especie de ataque se usó la primera vez en Italia por los Genoveses, con quienes, segun afirman algunos, militaba de soldado raso Pedro Navarro, cuando en el año de 1487 sitiaron el castillo de Serezanello que tenian los Florentines, donde con una escavacion hecha á este modo, abrieron parte de la muralla; pero no conquistaron el castillo porque la mina no habia penetrado bajo los cimientos del muro lo preciso; asi por entónces no se usaron mas las minas. Y de este pasage han inferido el padre Dániel, Le-Blond y otros que nuestro Navarro aprendió el uso de las minas de un genoves: consecuencia muy poco sólida; pues de ninguna manera se deduce del testo de Guicciardini, al que ántes bien no repugna que Navarro fuese el que practicase la mina de Serezanello: congetura arreglada al dictámen de Belidor.

7. Pero véanse varios testimonios irrefragables, contrarios á las opiniones espuestas. Estevan de Garibai, Prudencio de Sandoval y Paulo Jovio, familiar amigo de Navarro dicen acordes hablando de este: cansado del ocio de la corte romana, se fue á la guerra de Luginiana con Pedro Montano, capitan de los Florentines, quien le dió desde luego paga y ventaja en cada un mes, y despues llegó á doblárselas, porque escediendo á los demas soldados en

capacidad hacia obras de excelente ingenio; en especial cavaba minas y metia en ellas pólvora, y cerrando los respiraderos y dándoles fuego, levantaba llamas tan terribles, que peleando el fuego entre sí, buscaba por do salir, y derrivaba con furia no solo las murallas sinó cualesquiera peñas. Despues que los Florentines tomaron á Sarzana por industria de Pedro Navarro, se volvió este á su antiguo egercicio de mar. . . Luego sucedió la guerra contra los Franceses, en la cual sirvió de capitan de infanteria, y creció su fama y honra tanto, que por la grandeza de su rarísimo valor, era muy querido del Gran Capitan, y fue espanto de los Franceses, principalmente por su estupendo artificio de minas. De lo que se infiere que léjos de haber aprendido Navarro el uso de las minas de un ingeniero genoves, sirvió contra ellos y fue el primero que las usó.

8. Luis Collado dice: El primer inventor de las minas fue el conde Pedro Navarro, hombre de sumo ingenio en aquel tiempo, que siendo él un pobre soldado por la invencion de las minas, y por las maravillosas cosas que obró con ellas, mereció ser, con honrosa renta y titulo de conde, remunerado por la Magestad del Católico Rey Don Fernando.

9. El padre Duponcet en su historia del Gran Capitan dice: La principal atencion del Gran Capitan era hacerse dueño de los castillos de Napoles, empresa que pedia mucha industria y valor, y que no hubiera logrado sin la industria de Pedro Navarro famoso ingeniero. El fue el primero que halló el secreto de hacer minas y llenarlas de pólvora, para volar las murallas y fortificaciones de las plazas. Y en otro lugar hablando del sitio de San Jorge en Cefalonia, que pusieron en 1500 Gonzalo Fernandez

y Benedicto Pisauro general de los venecianos, dice: La bizarra resistencia de los turcos y la falta de víveres tenian en consternacion á los sitiadores, hasta que Pedro Navarro hábil ingeniero halló el medio de facilitarles la toma. Habiendo hecho por la zapa una abertura al pie de la muralla, cortó en diversos sitios la roca sobre que estaba fundada la plaza; y tantos barrenos como hizo fueron otras tantas minas, que voladas después, causaron todo el efecto que este ingeniero habia prometido.

10. Por no ser prolijos omitimos otras muchas autoridades que confirman igualmente que Navarro fue el primer inventor de las minas, que despues usó con tanto éxito contra los fuertes de Nápoles, la torre de San Vicente, el castillo nuevo y el del Ovo.

11. Siguiendo á Guicciardini se debe notar: que en los veinte años siguientes á la conquista de Nápoles, se usaron las minas en Italia, sea para abrir brechas ó para ensancharlas por su medio; pero jamas con el acierto que Pedro Navarro habia tenido en su uso. Las historias atribuyen la falta á precipitacion de los sitiadores, al poco orden de los que asaltaban ó á casualidades; pero parece, dice Geuss, que no se habian penetrado bien los secretos de Navarro para dirigir las galerías, construir los hornillos y cargar las minas.

12. El gran terror que estas causaron hizo pensar desde luego á los militares en los medios de rechazar un ataque contra que no estaban seguros los muros mas robustos; y en consecuencia á muy poco tiempo se inventaron las contraminas. Asi, cuando el Gran Capitan reedificó el castillo nuevo, para impedir que se penetrase hasta el muro, hizo abrir por

todas partes galerias algo superiores al nivel del agua para que sirviesen de contraminas. Y los Venecianos practicaron lo propio cuando fortificaron á Padua en 1509. Levantaron, segun Guicciardini, baluartes al rededor de las murallas; y para que el sitiador no se aprovechase de ellos si los tomaba, los minaron en disposicion de hacerlos saltar en caso de haberlos de abandonar.

13. Como en el siglo diez y seis ni en gran parte del diez y siete, no se habia descubierto el camino de estender la fisica y las ciencias prácticas que dependen de ella por medio de esperiencias; la ciencia de las minas, si asi puede llamarse, se quedó reducida tanto en el ataque como en la defensa á algunas prácticas groseras, que por lo ordinario tenian mal éxito. Sin embargo estando igualmente atrasados los otros medios de atacar las plazas, se continuó usando de las minas con mas ó ménos mal efecto, segun las circunstancias de las obras minadas y el talento y práctica de los minadores.

14. Al célebre mariscal de Vauban se deben los primeros ensayos que se han hecho en Europa para formar una teoría de minas. Este ilustre ingeniero que mudó el aspecto y perfeccionó el arte de atacar las plazas, quiso ver lo que podrian contribuir las minas á este efecto siendo egecutadas con reglas; y encargó la egecucion de las pruebas á Megrigni oficial de minadores, quien las efectuó en Tournay en 1686.

15. De resultas se formaron varias teorías sobre la figura de la escavacion que dejaba un hornillo volado, y sobre las cantidades de pólvora con que se debian cargar las minas respecto á la línea de menor resistencia (que es la perpendicular tirada

desde el centro del hornillo á la superficie mas próxima). Pero como en dichas esperiencias no se interrogó lo suficiente á la naturaleza para que descubriese las leyes que seguía sobre este asunto, se infirieron consecuencias erróneas y muy limitadas; de modo que todas las teorías fundadas en las espresadas pruebas son en parte falsas y en parte diminutas.

16. La práctica de las minas no se pudo de consiguiente adelantar mucho con el auxilio de semejantes teorías, asi se quedó reducida á ciertas reglas para volar muros y obras de mampostería: objeto que al presente no es de la mayor entidad en la guerra; pues que cuando se trata de abrir brechas ó ensancharlas, ha manifestado la esperiencia que las minas son por lo comun un medio largo é incierto; y que es mas espedito por lo general construir baterías de brecha sobre la esplanada. De consiguiente todos los tratados de minas, que solo se entretienen en hablar del modo de abrir ó arruinar muros por medio de minas ordinarias, y prescinden de los *globos de compresion*, no son á la verdad de la mayor utilidad.

17. Mas no sucedió asi por lo perteneciente á la distribucion de las contraminas hechas bajo las esplanadas para volar, retardar é imposibilitar los ataques del sitiador. Al mismo tiempo que se inferian consecuencias falsas de las pruebas de Tournay, se construyeron en su ciudadela por el mismo Megrigni contraminas escelentes y muy instructivas, que han sido la admiracion de los inteligentes. Despues proyectó la Valliere su famoso sistema de contraminas, que publicó el caballero Folard en sus comentarios sobre Polibio: sistema que aunque difícil ó imposible de poner en práctica, por los inmensos gastos que

exige y por otras dificultades, es sumamente ingenioso, y da una clara idea de las indecibles ventajas de una plaza contraminada á la que no lo está. En fin en cuanto á la distribucion de las contraminas se dieron desde luego ideas claras y útiles para la defensa de las plazas.

18. Ultimamente habiéndose conocido los medios de consultar la naturaleza para que descubra sus arcanos, los empleó Belidor con el mayor éxito por lo perteneciente á las minas en la escuela de la Feré, de la que fue hecho profesor desde su establecimiento. Pero como los progresos del entendimiento humano caminan con lentitud, las primeras tentativas de este ilustre escritor sobre el establecimiento de una teoría de minas, se resienten de las preocupaciones que habia, y no son sólidas; mas las esperiencias que hizo para confirmarlas no solo le hicieron ver que eran erróneas, sinó que le descubrieron los verdaderos principios que se habian de seguir, que desde luego conoció, adoptó y estendió, formando una teoría sólida de las minas que tardó muchos años en publicar; pero que al fin confirmada con nuevas esperiencias dió á luz en 1756.

19. Pero siendo por lo comun necesario mucho tiempo para que la verdad llegue á tomar el ascendiente que es justo sobre las preocupaciones arraigadas, esta nueva teoría de Belidor, ó no fue estudiada, ó siéndolo fue despreciada y cruelmente zairida por la mayor parte de los minadores: asi aun en los escritos posteriores á su publicacion, no se hace por lo general mencion de ella; ó se trata como un sistema vago que carece de fundamentos sólidos.

20. No obstante, al mismo tiempo ha habido autores que han apreciado por su justo valor la teo-

ría de Belidor. El célebre Müller que presenció muchas de las esperiencias sobre que está fundada, adoptó sus principios, y estableció una teoría que aunque en cierto modo distinta de la de Belidor, es conforme á las esperiencias. Asimismo Struensée ha adoptado y publicado la teoría de Belidor en su *Arquitectura militar*.

21. En fin, Geuss sabio profesor de matemáticas en Copenague, conociendo que esta nueva teoría era la única solida y luminosa sobre las minas, la ha adoptado, estendido é ilustrado en su apreciable obra, intitulada: *Teoría del arte del minador*.

22. En cuanto á la parte práctica de las minas, no se han hecho las esperiencias necesarias para elevarla á igual grado de perfeccion que la teoría, ni aun para confirmar todas las deducciones de esta. No obstante, entre las obras de la Febure, uno de los oficiales mas sabios y prácticos de este siglo, se encuentra un *Ensayo de minas* en el que este ilustre autor hace ver la necesidad y el modo de valerse de las minas, como el único ataque capaz de frustrar las contraminas: da noticia del modo experimentado por Belidor de convertir las galerías de estas en escelentes trincheras: y espone las indecibles ventajas del globo de compresion, ó de las minas sobrecargadas para el ataque de las plazas. Sus reglas son tanto mas sólidas quanto es el único que haya hecho servir este ataque en la guerra, y que vió sus útiles efectos en la toma de Schweidnitz: plaza de las mejor defendidas que ha habido, tanto por el valor de su guarnicion quanto por la pericia é industria de los ilustres oficiales que dirigieron su defensa, y que sin embargo no se pudo sostener contra este nuevo y no usado ataque.

23. En consecuencia de cuanto se deja espuesto, para dar en este artículo la doctrina necesaria á fin de imponerse en todo lo que hasta el presente se ha adelantado en la teoría de las minas, y en la parte principal de su práctica, se tratará: 1.º de las pruebas de Tournay: teorías deducidas de ellas: de las esperiencias que han conducido á descubrir su falsedad: y en fin se dará noticia de la nueva teoría de Müller. 2.º Se espondrá la teoría del verdadero efecto de la pólvora en las minas. 3.º Se considerarán los efectos de la pólvora en cuanto á la superficie de terreno minado, su dilatacion y figura de la escavacion que forman. 4.º Se aplicará la teoría espuesta, y se manifestarán los ostáculos que se pueden oponer en la práctica á su completa verificacion. 5.º Se dará noticia de las contraminas, y de los varios modos con que se pueden distribuir. 6.º Se manifestará cual deba ser la disposicion de las minas para atacar las contraminas. 7.º En fin se espresarán las reglas prácticas, que deben seguirse para construir las contraminas y minas, cargarlas, atacarlas y darles fuego. Estos siete puntos se tratarán en otros tantos números, de los cuales los cuatro primeros serán como un extracto de la obra citada de Geuss, y los tres siguientes de la de la Febare.

24. Habiéndose de entrar en el por menor de las teorías de las minas en este artículo, de que hemos prescindido en los demas, nos es indispensable citar figuras y dar algunos cálculos; pero estos serán sencillos, y aquellas no se opondrán al orden propuesto en el prólogo de esta parte, respecto á que se encuadernarán igualmente que las pertenecientes á otros asuntos en el tomo de láminas.

## Número I.

*De varias teorías de minas que las experiencias han hallado defectuosas.*

25. Las primeras teorías que se han publicado sobre las minas se fundan en las experiencias de Tournay ántes citadas, y que comunmente se cree fueron hechas á instancias del mariscal de Vauban; aunque el no citarlas este en sus escritos hace sospechar que no interviniese en ellas. Mas de cualquier modo que sea, estas pruebas á que se refieren mas ó ménos todos los escritores de minas, y que aun en el dia tienen mucha aceptacion entre varios minadores, no se imprimieron jamas hasta que Geuss dio el resúmen de ellas en la tabla siguiente.

10	32	2844	4	32	60
11	32	2844	4	32	60
12	32	2844	4	32	60
13	32	2844	4	32	60
14	32	2844	4	32	60
15	32	2844	4	32	60
16	32	2844	4	32	60
17	32	2844	4	32	60
18	32	2844	4	32	60
19	32	2844	4	32	60
20	32	2844	4	32	60
21	32	2844	4	32	60
22	32	2844	4	32	60
23	32	2844	4	32	60
24	32	2844	4	32	60
25	32	2844	4	32	60

Tabla de las pruebas de minas hechas en Tournay en 1686.

Número de minas.	Lineas de menor resistencia	Cargas. Libras.	Diámetro de la escavacion.	Diámetro por la cámara.	Altura á que arroja las tierras.
	Pies.		Pies.	Pies.	Pies.
1	12	200	16	0	30
2	12	100	4 á 5	0	4 á 5
3	12	150	24	12	12
4	12	150	24	12	12
5	24	300	5 á 6	0	1 á 2
6	24	500	12	0	3
7	24	1400	42	—	—
8	24	1200	48	24	24
9	36	4050	72	36	36
10	12	100	0	0	6
11	12	100	0	0	6
12	20	700	—	—	—
13	20	700	—	—	—
14	20	700	—	—	—
15	20	700	—	—	—
16	15	293	30	15	15
17	20	700	40	20	20
18	30	2500	60	30	60
19	37	4000	11 á 12	0	—
20	40	5400	65 á 66	—	—
21	32	2844	64	32	60

26. Para la inteligencia de la tabla se ha de tener presente: que el rasgo atravesado — denota que

se ignora la dimension correspondiente al efecto de la mina; y que el cero señala que no resultó escavacion despues de volada ésta.

27. Dichas pruebas se efectuaron en la esplanada de la ciudadela de Tournay: las quince primeras cerca del reducto de S. Martin donde se encontró una tierra grasa aunque arenosa, que de 10 á 20 pies de profundidad tenia venas rojas y duras; y no obstante que el grano era mas grueso miéntras mas se profundizaba, la tierra tenia tal consistencia que cortada verticalmente se sostenia como un muro.

28. La primera mina se cargó atientas, y se infirió de su efecto que se habia sobrecargado, porque el diámetro de su escavacion no fue doble de la línea de menor resistencia; y esta fue la prueba tan celebrada que demostraba como se ha creído, que una mina sobrecargada forma un agujero cilíndrico en vez de una gran escavacion. En consecuencia para la segunda prueba se empleó la mitad de la carga que para la primera; pero habiéndose notado su poco efecto, y que esta carga era corta, se cargó la tercer mina con una cantidad media entre las dos primeras; y con esta carga tomada atientas se consiguió todo el efecto, que parece se habia propuesto quien dirigia las pruebas; pues que el diámetro de la escavacion fue doble de la línea de menor resistencia, y las tierras se elevaron á una altura igual á esta línea: de consiguiente se creyó que aquella cantidad de pólvora era la justa carga de una semejante mina, para que esta produgese el mayor efecto posible.

29. Con estas tres pruebas se terminaron todas las pesquisas necesarias para una teoría de minas. Las diez y ocho siguientes no sirvieron sinó de

comprobar lo sucedido respecto de otras minas más profundas, y para instruirse en algunas particularidades concernientes á la práctica. La cuarta experiencia tuvo por objeto confirmar la tercera. En la quinta se cometió la sencillez de probar si doble cantidad de pólvora que en las dos anteriores, hacia el mismo efecto en una mina de doble profundidad; viéndolo el error, se cometió en la sesta otro nuevo aumentando la carga  $\frac{2}{3}$  de la anterior; pero habiendo tenido igual efecto que ella se concluyó (como se debía haber calculado desde luego sin necesidad de pruebas) que debiendo ser una escavacion semejante á las de las minas tercera y cuarta ocho veces mayor que ellas, debían estar sus cargas en esta razon.

30. Antes de confirmar este razonamiento con una prueba, se hizo la de aumentar la carga 200 libras de pólvora, para ver si se observaba alguna cosa notable; pero solo se halló que su escavacion era ménos capaz; con lo que se confirmó la opinion de que las minas sobrecargadas producen una escavacion menor. A la verdad los resultados de esta y de la primera prueba son particularísimos, y es muy difícil dar razon de ellos, y mas á vista de la multitud de experiencias que los contradicen.

31. Se construyó despues una mina cuya línea de menor resistencia era triple de la de 12 pies, y se reconoció por la nona prueba, que si se cargaba con una cantidad de pólvora 27 veces mayor, formaba una escavacion semejante á la de 12 pies: asi habiéndose observado que la figura de la de 12 pies era un cono truncado inverso tal como GIJK (fig. 13 lám. 7.) cuyo diámetro mayor era doble de su ege ó línea de menor resistencia, y el menor medido por el centro del hornillo igual al ege, se con-

cluyó como máxima general: que en cualquiera mina se obtiene la figura del cono truncado, de que se acaba de dar noticia, cuando se carga en proporcion de los cubos de las líneas de menor resistencia, tomando por términos conocidos para esta proporcion la carga de la prueba tercera, su línea de menor resistencia, y la de la mina que se quiera construir. Es evidente que esta proporcion se verificará cualquiera que sea la figura de las escavaciones; pues siempre que hayan de ser semejantes, estarán en la razon de los cubos de sus lados homólogos.

32. La décima y undécima mina solo distaban entre sí un espacio igual á sus líneas de menor resistencia, y se volaron á un tiempo. Se quiso saber si dos hornillos que se aproximaban tanto y que estaban poco cargados, podrian efectuar con fuerzas combinadas lo que se sabia era imposible volándolos separadamente; pero se vió que no hicieron efecto. Las cuatro siguientes que estaban situadas en la misma disposicion á saber, en los ángulos de un cuadrado y con sus cargas completas, se volaron á un tiempo y su efecto fue prodigioso; la tierra que abrazaban se elevó á mayor altura, y la escavacion fue mas profunda. Sin embargo se declararon por inútiles, creyéndose que se podia hacer lo mismo con una sola mina cargada con 28 quintales, si el nivel del agua lo permitia. Asi su utilidad quedó reducida al caso en que no se pudiese hacer mas profunda la mina.

33. Las seis últimas pruebas se egecutaron á otro lado de la ciudadela en un terreno mas duro que el precedente, para examinar si esta circunstancia ocasionaria variaciones en lo que se habia observado; pero nada se notó; la décima sexta lo

habia manifestado, y las tres siguientes voladas á presencia del mariscal de Vauban lo confirmaron.

34. En la diez y ocho se observó de particular que la tierra se elevó á una altura extraordinaria, porque el hornillo estaba situado sobre un banco sólido de arcilla. Pero la diez y nueve ofreció un fenómeno inopinado que se cuenta con mucha confusión. „Su efecto, se dice, sobrepasó aun el de las „minas precedentes, porque se encontró mas tierra „firme encima de la pólvora, y dejó enmedio de su „gran diámetro un agujero de 11 á 12 pies de ancho y de 23 á 24 de profundidad.“ Segun esta descripción se representa la imaginacion un hornillo sobrecargado, que formaria un agujero cilíndrico; pero se ve que estaba cargado segun la proporcion arreglada: lo cual hace mas incomprendible lo que se espone.

35. Estándose en la persuasion de que la solidez del terreno aumentaba el efecto de una mina, se cargó la veinte con 200 libras ménos que exigía; pero la firmeza de terreno no sirvió de nada, el diámetro de la escavacion fue 15 pies menor que se esperaba.

36. En fin se situó la veinte y una en un parage donde se encontraban los restos de un torreón viejo, y se cargó segun la proporcion establecida. Esta mina á pesar del mayor peso que habia de elevar, formó una escavacion regular, y arrojó las tierras y ruinas á una altura inesperada.

37. De estas experiencias se infirieron las reglas y máximas siguientes: 1.<sup>a</sup> Que una mina sobrecargada produce un efecto semejante á la que no lo está suficientemente: con la diferencia que la primera levanta las tierras con mayor fuerza, y las

arroja á mayor altura. 2.<sup>a</sup> Que la carga de 150 libras para una mina de 12 pies de línea de menor resistencia, hace una escavacion que tiene la figura de un cono truncado de la altura de esta línea, y cuyos diámetros son de 12 y 24 pies. 3.<sup>a</sup> Que se obtiene constantemente una escavacion semejante, si tomando como términos conocidos y fijos los de la esperiencia anterior, se arreglan las cargas en razon de los números cúbicos de las líneas de menor resistencia; esto es que si son C, y L, la carga y línea de menor resistencia dichas y c, y l las de la mina propuesta se obtendrá de esta una escavacion de dicha figura siempre que sea  $L^3 : l^3 :: C : c$ . 4.<sup>a</sup> Que si se determina la carga de una mina de este modo, la altura del cono de proyeccion que formarán las tierras en la voladura, será igual á la línea de menor resistencia. 5.<sup>a</sup> Que volándose á un tiempo dos minas poco cargadas, no hacen una escavacion ordinaria, aun quando no disten entre sí mas que un espacio igual á la línea de menor resistencia. 6.<sup>a</sup> Que quatro minas situadas entre sí á esta distancia, cargadas segun la anterior regla é incendiadas á la vez, no hacen una escavacion mayor que si cada una de ellas se hubiese volado de por sí. 7.<sup>a</sup> Que un terreno mas sólido no produce ninguna mutacion en las proporciones espresadas de la escavacion; y que las minas hechas en él no se distinguen de las otras, sinó en que arrojan las tierras con mucha mas violencia. 8.<sup>a</sup> Que no se debe por esto disminuir la carga con la esperanza de que la firmeza del terreno aumente la fuerza del de la pólvora. 9.<sup>a</sup> En fin que los hornillos ó cámaras vacías, y también de consiguiente las galerías se destruyen si no distan de la mina que se vuela, sea por debajo ó

por los lados, un espacio mayor que la línea de menor resistencia.

38. Tal es el fondo de las pruebas de Tournay tan ponderadas, y de las consecuencias deducidas de ellas; espuestas, dice Geuss, según la memoria que compuso probablemente el mismo Megrigni. Después se hará ver la ninguna solidez de varias de estas máximas, esponiendo muchas de las esperiencias que directamente las contradicen.

39. Las diferentes teorías tanto antiguas como modernas que se fundan en las pruebas espuestas, no adoptan exactamente cada máxima en particular. En este caso todas serian iguales, ó se reducirian á una misma. Así se separan en ciertos puntos, como, por egemplo, en la figura de la escavacion; pero convienen perfectamente en lo que propiamente constituye los principios de Megrigni. Todas dicen que el diámetro máximo de la escavacion no debe ser mayor ni menor que el doble de la línea de menor resistencia: que una mina sobrecargada forma no una escavacion mayor sinó mas pequeña, igualmente que una mina muy poco cargada.

40. De todas las teorías de minas las mas antiguas son las del mariscal de Vauban, que se encuentran con algunas diferencias en tres de sus escritos; por cuya razon vamos á dar una sucinta idea de sus tres métodos de cargar las minas.

41. El primero se halla en la obra que presentó á Luis XIV en 1704, intitulada: *Memoria para servir de instruccion en la conducta de los sitios*. En ella dice este ilustre autor: cuando la mina vuela forma una abertura que en cierto modo tiene la figura de un cono rectangular inverso ECF, (*fig. 12 lám. 7.*) cuyo vértice cae en el centro del hornillo,

y el diámetro de su base es doble de su altura, como se sigue de que sus lados comprendan un ángulo recto. Esto supuesto, pasa á calcular cual será la solidez de un cono semejante; pero en el hecho solo calcula la del cubo de la línea de menor resistencia, que efectivamente es menor que la del cono: y para aclarar por un ejemplo su método, supone que la profundidad de la mina sea de 22 pies: divide por medio la altura del hornillo ó recámara que es de  $2\frac{1}{2}$  pies, y añade á los 22 el  $1\frac{1}{4}$  que resulta: con lo que viene á ser la línea de menor resistencia de  $23\frac{1}{4}$ , y para quitar quebrados la toma por de 4 toesas, cuyo cubo son 64 toesas cúbicas, cantidad que dice denota distintamente la solidez de la escavacion, aunque ciertamente es menor. Pero este yerro puede fundarse en hacer mas sencillo el cálculo, no siendo la diferencia muy considerable, como el mismo autor dice en el *Ataque y defensa de las plazas, capítulo XIX*; ó en solo querer espresar que supuesta conocida la carga de la mina que pone por ejemplo, se tendrá la de cualquiera otra cargándola en razon de los cubos. Aunque para esto era indiferente calcular las toesas cúbicas de la escavacion, ni saber la figura de esta. De cualquier modo que sea prescribe que hecho así el cálculo se cargue la mina con 15 libras de pólvora por toesa cúbica; de consiguiente en el caso propuesto debe ser la carga de 960 libras. Mas cuando el terreno sea compacto y tenaz aconseja que se aumente algo la carga, y tambien en consideracion á que la pólvora se altera en los hornillos: y este aumento es de sentir que sea de  $\frac{1}{7}$  de la carga calculada, que viene á ser de 192 libras en el ejemplo propuesto, y la carga total de 1152 libras ó 1150 á corta diferencia. Bajo de estos principios está calculado

lada en su obra, aunque no con entera exactitud, la tabla de las cargas de las minas, segun su linea de menor resistencia.

42. El segundo método de este autor para cargar las minas, se halla en su obra citada del *Ataque y defensa de las plazas*, en donde le precede de una teoría sobre la accion de la pólvora encerrada en el terreno, que es muy semejante á la de la Valliere. Pero una y otra son defectuosas, porque suponen que encontrando la pólvora inflamada una resistencia invencible en la parte opuesta á la linea de menor resistencia, no se podrá estender por aquel lado, y rebotará el fluido producido por ella, que tenia aquella direccion, con igual fuerza: lo que ciertamente no es así, respecto á que la tierra no es un cuerpo perfectamente elástico, compacto, terso é infinitamente resistente. Sin embargo, Vauban infiere de su teoría que la escavacion tiene la figura de un cono rectangular inverso, cuya solidez se debe apreciar próximamente por el cubo de su ege, como se dijo antes. Es de advertir que sobre la figura de la escavacion se nota en los capit. XVIII y XIX. de la citada obra una especie de contradiccion, pues en el uno se dice: que es la de un cono truncado inverso cuya base es doble de la altura total del cono; y en el otro (donde tambien se llama cono truncado la escavacion) se dice: que la figura de esta es un cono rectangular. Es de presumir que el autor haya solo querido decir por la voz truncado, que el cono no es puntiagudo. Hasta aqui no se diferencia este segundo método del primero, al que efectivamente es igual, sinó en variarse la cantidad de pólvora de la carga que se reputa necesaria por toesa cúbica, segun la calidad del terreno ú obra minada;

pues que para cada toesa cúbica de tierra se señalan 12, 15 ó 18 libras de pólvora; y para la de mampostería de 20 á 25 libras, segun su consistencia y calidad de la pólvora.

43. En fin se estiende una tabla en donde se esponen las cargas correspondientes á las minas, que tienen desde 5 á 40 pies de línea de menor resistencia, calculadas á razon de 15 libras por toesa cúbica; con las alturas de los muros en que corresponden hacerse para demolerlos, que son dobles de dicha línea; y de la capacidad de los hornillos, calculada en la suposicion de que un pie cúbico de pólvora pesa 80 libras. Es de notar que aunque se dice que en la tabla están calculadas las cargas á razon de 15 libras por toesa cúbica, parece que lo están mas bien á razon de 18 libras; pero siempre sin exactitud, hágase la suposicion que se quiera. Tampoco pesa un pie cúbico de nuestra pólvora 80 libras de Francia; pues aun de las nuestras que son menores solo pesa de 72 á 74.

44. El tercer método que pasa por del mismo autor, aunque probablemente no sea suya la obra en que se halla, intitulada: *Tratado práctico de las minas*, pues varias máximas son contrarias á las establecidas en los anteriores; supone tambien que la figura de la escavacion sea un cono truncado, y calcula su solidez con bastante exactitud, suponiendo que la circunferencia de su base sea al radio ó línea de menor resistencia, como 22 á 7. Prescrito el método de hallar asi las toesas cúbicas de la escavacion, pasa á señalar las libras de pólvora que corresponden á cada toesa, segun la calidad del terreno ú obra que se haya de volar, asignando para cada toesa de tierra comun del peso de 101 libras

el pie cúbico 14 de pólvora: para cada toesa de arena gruesa del peso de 126 libras el pie cúbico 17 libras: 18 libras de pólvora para las tierras mezcladas del peso de 133 libras el pie cúbico: 19 libras para la arcilla del peso de 139 libras el pie cúbico: y en fin 22 libras de pólvora para las tierras fuertes mezcladas con piedras del peso de 160 libras el pie cúbico.

45. No se insertan las tablas de Vauban correspondientes al arreglo de las cargas de minas segun estos tres métodos, por encontrarse todas incorrectas: en su lugar se pone la siguiente de la Febure, que se diferencia en muy poco de la calculada segun este tercer método, y que puede suplir por todas cuando no se trate mas que de volar minas ordinarias, de las cuales el diámetro de la escavacion sea doble de la línea de menor resistencia. Es de advertir que el autor de esta tabla no la presenta como infalible, sinó como mas exacta que la de Vauban: „á fin, dice, de servirse de ella en caso de necesidad, hasta que se lleguen á encontrar reglas fijas si acaso es posible.“ Asimismo debemos prevenir que con el fin de reducir la tabla, se suprimen las onzas de pólvora correspondientes á las cargas crecidas por reputarlas de ninguna entidad.

*Tabla de las cargas de las minas segun la Febure.*

Lín. de men. resistenc.	Solido de tierr. que vol.	Tierra comun.	Arena fuerte.	Tierras mezcladas.	Arcilla ó piedra arenisca	Greda mezcla con pied.
Pies.	Ps. cu.	Libr.	Libr.	Libr.	Libr.	Libr.
3	28	1...13	2... 3	2... 5	2... 7	2...13
4	77	4...15	6... 1	6... 6	6... 12	7...13
5	147	9... 8	11... 8	12... 3	12...14	14...15
6	253	16... 6	19...14	21... 1	22... 4	25...12
7	410	26... 9	32... 4	34... 2	36... 1	41...12
8	608	39... 6	47...13	50...10	53... 7	61...14
9	864	56	68... 0	72... 0	76... 0	88... 0
10	1180	76... 7	92...14	98... 5	103.12	120. 3
11	1583	102	124	131	138	163
12	2028	131	159	169	178	206
13	2604	168	205	217	229	265
14	3284	212	258	273	288	334
15	4028	261	319	335	354	410
16	4875	316	383	406	428	496
17	5829	377	458	485	512	593
18	6912	448	544	576	608	704
19	8049	521	633	670	712	819
20	9600	622	755	800	844	977
21	11250	729	885	937	989	1145
22	12722	824	1001	1060	1105	1295
23	14509	911	1106	1171	1236	1431
24	16457	1066	1295	1371	1447	1776
25	18680	1210	1470	1556	1643	1902
26	20987	1360	1650	1748	1846	2137
27	23452	1520	1845	1954	2062	2388
28	26282	1703	2068	2190	2311	2676
29	29146	1889	2293	2428	2563	2964
30	32208	2087	2534	2684	2833	3280
31	35511	2301	2794	2959	3123	3616
32	39204	2541	3085	3267	3448	3993
33	42931	2777	3378	3557	3776	4372
34	46900	3039	3691	3908	4125	4776
35	51332	3327	4040	4277	4515	5228
36	55790	3616	4390	4649	4907	5682
37	60496	3921	4761	5041	5321	6161
38	65460	4242	5151	5455	5758	6663
39	70957	4599	5584	5913	6241	7227
40	76494	4957	6020	6364	6728	7744
45	108771	7049	8560	9064	9567	11078
50	149522	9687	11778	12460	13152	15229
60	258514	16755	20346	21542	22739	26335

46. „La anterior tabla, dice su autor, está calculada en cierto modo segun la del mariscal de Vauban, aunque por una fórmula algo diferente de la suya. Sea defecto de impresion ú otro, añade, se encuentran en los artículos de las tablas de Vauban diferencias que no habiéndome satisfecho, me han obligado á hacer esta. . . . Como la escavacion que hace una mina no es ni un cono ni un paráboloides perfecto, sino mas bien una figura que se aproxima en cierto modo á este último, he creido que calculando la solidez del cono inverso, cuya base es doble de la altura, y añadiendo  $\frac{1}{7}$  de la suma, tendria á muy corta diferencia el sólido de las tierras que levanta la mina.“ Por lo demas este autor considera para cada toesa cúbica de diferente calidad la misma pólvora que en la tabla de Vauban.

47. La tercera opinion sobre la figura de la escavacion es de la Valliere: este ilustre artillero dice, en su *Tratado de la defensa de las plazas por las contraminas*: „He comprendido de resultas de una infinidad de esperiencias, que cuando el diámetro de la escavacion es doble de la línea de menor resistencia, la curva del perfil era una parábola, tal como MNP (*fig. 14 lám. 7.*) cuyo foco se hallaba en el centro del hornillo; y por consiguiente que la escavacion es un paraboloides. No emprenderé demostrarlo aqui matemáticamente: las suposiciones inevitables sobre que fundaria mi demostracion, por plausibles que fuesen, no dejarian de ofrecer mucho campo á la crítica. Pero el conocimiento experimental sacado del exámen de las escavaciones, se confirma por la práctica de los mismos que admiten el cono; porque estos se ven precisados á añadir á su carga  $\frac{1}{6}$ , ademas de lo que exige la solidez del cono

que es  $\frac{1}{2}$  de la de su cilindro; pero  $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{1}$  y el paraboloides es justamente la mitad del cilindro circunscrito."

48. Pero se ha de advertir, que el sesto de la carga no corresponde al sesto del cilindro AE (fig. 16 lám. 7), sino al sesto del cono ACB; de suerte que el sólido á que corresponde el total de la carga no es  $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$  del cilindro AE, sino  $\frac{1}{2} + \frac{1}{18} = \frac{10}{18}$  de dicho cilindro; y este quebrado es menor que  $\frac{1}{2}$  AE, y todavía menor que  $\frac{1}{2}$  AH, que es la solidez del paraboloides AJB; porque siendo una misma la línea de menor resistencia CD y el diámetro AB en el cono y el paraboloides, el punto C cae en el vértice del primero, pero no en el del segundo, sino en su foco.

49. Aunque este autor no se estiende á dar instrucciones para calcular las cargas de los hornillos en virtud de su hipótesis, sin embargo es muy comun la tabla que las determina, que está formada bajo los principios siguientes. Establece por esperiencia que un hornillo cuya línea de menor resistencia sea de 10 pies, necesita de  $93\frac{1}{2}$  libras de pólvora; y porque todas las escavaciones mas ó menos profundas deben guardar la misma proporcion respecto á la altura y diámetro de la base que se han notado en la mina de prueba, se sigue: que siendo sólidos semejantes, las cargas han de estar en razon triplicada de las líneas de menor resistencia que es el método seguido por Megrigni §. 37 con la diferencia de dar á L, y á C los valores de 10 pies de Paris, y  $93\frac{1}{2}$  libras. Por esta máxima y el principio de la mina de prueba se ha formado la tabla siguiente, espuesta segun se halla en la obra de la Febure.

*Tabla de la Valliere para las cargas de las minas.*

Carga de pólvora.			Carga de pólvora.		
Altura de las tierras.	Carga de pólvora.		Altura de las tierras.	Carga de pólvora.	
Pies.	Libras.	Onzas.	Pies.	Libras.	Onzas.
1	0	2	21	868	3½
2	0	12	22	998	4
3	2	8½	23	1140	10½
4	6	0	24	1296	0
5	11	11½	25	1558	9½
6	20	4	26	1647	12
7	32	2½	27	1815	4½
8	48	0	28	2058	0
9	68	3½	29	2286	7½
10	93	12	30	2530	4
11	124	12½	31	2792	4½
12	162	0	32	3072	0
13	205	15½	33	3369	1½
14	257	4	34	3680	12
15	316	4½	35	4019	8½
16	384	10	36	4374	0
17	468	9½	37	4748	12½
18	546	12	38	5144	4
19	643	½	39	5561	2½
20	750	0	40	6009	0

50. Es evidente 1.º que la figura de la escavacion no tiene el menor influjo en la tabla anterior; pues la máxima por que se han calculado las car-

gas de las minas por medio de la mina de prueba, se verificará igualmente sea el sólido que se quiera el que forme la escavacion. Si la figura de esta hubiera de entrar en cálculo, era preciso hallar su solidez en cada caso particular, y fijar la cantidad de la carga por la pólvora precisa para remover cada pie cúbico: 2.º que si hubiese minas en quienes resultase constantemente el diámetro de la escavacion duplo de la línea de menor resistencia, arreglando las cargas por las de aquel autor ú otro que siga la opinion del cono aumentadas en un sexto (en el supuesto de estar correctas las tablas de estas, y ser una misma la calidad de la pólvora), dependerá de que la resistencia que por su naturaleza oponga el terreno en que se hagan dichas minas estará con la que oponia el terreno en que aquellas se hicieron en la razon de  $\frac{7}{18}$  á  $\frac{1}{3}$ , de 7 á 6: en cuya resistencia, como en la calidad y el estado de la pólvora, habrá siempre diferencias como se verá en la tabla comparativa del párrafo 63.

51. Müller en su tratado del *Ataque y defensa de las plazas* considera la figura de la escavacion como un paraboloides truncado, figura que Belidor habia insinuado desde el año de 1725; y que la Chapelle le da en su *Tratado de las secciones cónicas*: de modo que segun diversos autores la figura de una escavacion es: 1.º un cono rectangular: 2.º un cono rectangular aumentado de  $\frac{1}{7}$ : 3.º un cono truncado, del cual el diámetro de la base mayor sea doble del de la menor, y de la línea de menor resistencia: 4.º un paraboloides: 5.º en fin un paraboloides truncado.

52. Para comparar entre sí las solideces de estas varias figuras que se atribuyen á la escavacion de una misma, se pondrá aqui el cálculo de ellas,

en la inteligencia de ser *rectángulas* dichas escavaciones, esto es que sea el diámetro de su boca doble de la línea de menor resistencia. Nos servimos de la razón de *Mecio*, para determinar la circunferencia correspondiente á dicho diámetro; y espresamos por  $l$  la línea de menor resistencia,

*Del cono.* Siendo el diámetro de la boca ó base EF (fig. 12 lám. 7.) =  $2l$ , será la circunferencia de esta  $\frac{355 \times 2l}{113} = \frac{710}{113}$ , su área  $\frac{710l}{113} \times \frac{l}{2} = \frac{355l^2}{113}$ , y la solidez del cono  $\frac{355l^2}{113} \times \frac{l}{3} = \frac{355l^3}{339} = 1,0471l^3$ .

*Del cono truncado.* Si se considera completo el cono GDK (fig. 13, *idem*), será LD : LC :: DK : CJ; y por ser DK dupla de CJ, también será LD dupla de LC, y por consiguiente dupla del residuo CD, é igual á GK. Como los conos GLK, ILJ son semejantes, estarán en razón de los cubos de LD, LC, esto es, en razón de  $(2)^3 : (1)^3$ , ó de 8 : 1; y será GLK : GLK—ILJ :: 8 : 8—1, esto es, GLK : GIJK :: 8 : 7, y GIJK =  $\frac{7}{8} \times$  GLK: y siendo  $2l$  el diámetro de la base, y también la altura de este cono GLK, será su solidez  $2,0943l^3$ , y la del cono truncado GIJK será  $\frac{7}{8} \times 2,0943l^3 = 1,8325l^3$ .

*Del paraboloides.* El paraboloides es mitad del cilindro de igual base y altura; esto es, la solidez del paraboloides MNP (fig. 14, *idem*.) es igual al área del círculo MP multiplicada por la mitad de DN. Para conocer esta, debe terminarse la parte CN; que llamaremos  $x$ .

Prolónguese el ege DE hasta que sea NR=NC =  $x$ ; y levántese en R la perpendicular RS que será

la directriz. Siendo DR =  $l + 2x$ , CP =  $\sqrt{\overline{DP}^2 + \overline{DC}^2} =$

$\sqrt{2l^2}$ , y  $DR=CP$ , por ser ambas iguales á  $PS$  será  $l+2x=\sqrt{2l^2}=l\sqrt{2}$ ;  $2x=l\sqrt{2}-l$ ; y por consiguiente  $x=\frac{l\sqrt{2}-l}{2}$  y  $DN=l+\frac{l\sqrt{2}-l}{2}=\frac{l\sqrt{2}+l}{2}=\frac{C\sqrt{2+1}}{2}$ . Luego la solidez del paraboloides será  $\frac{355l^2}{113}$   
 $\times \frac{C\sqrt{2+1}}{4}=1,8960l^3$ .

*Del paraboloides truncado.* La solidez del paraboloides truncado  $QRST$  (*fig. 15, idem.*) es la diferencia entre las solideces de los paraboloides  $QXT$  y  $RXS$ ; esto es,  $QRST=QXT-RXS=1,8960l^3-RXS$ . Siendo el diámetro  $RS=4CX$  (propiedad de la parábola)  $=2\sqrt{2}-2$  (§ 27)  $=(2\sqrt{2}-2)l=0,8284l$ ; será el área  $=0,5389l^2$ ; también es (§ anterior)  $CX=\frac{l\sqrt{2}-l}{2}=\frac{(\sqrt{2}-1)l}{2}=0,2071l$ ; luego la solidez  $RXS$  será  $=0,5389l^2 \times 0,10355l=0,558l^3$ ; y la del paraboloides truncado  $QRST=1,8960l^3-0,558l^3=1,8402l^3$ .

53. Reuniendo bajo un punto de vista los últimos resultados relativos á cada figura se tendrá el siguiente estado.

- 1.<sup>a</sup> 1,0471: del cono rectangular de Vauban.
- 2.<sup>a</sup> 1,1967: del cono aumentado de  $\frac{1}{7}$  de la Febure.
- 3.<sup>a</sup> 1,8325: del cono truncado de Megrigni.
- 4.<sup>a</sup> 1,8960l<sup>3</sup>: del paraboloides de la a liere.
- 5.<sup>a</sup> 1,8403: del paraboloides truncado de Müller.

54. Segun estas espresiones el cono produce la menor escavacion, el paraboloides la mayor, y el cono truncado se diferencia muy poco del parabo-

loide; pero se hallará que por lo general hay diferencias considerables entre estas figuras.

55. Si se consideran las teorías espuestas con respecto á las cargas de las minas, se hallará que sus autores se dividen en dos clases: los unos fijan la cantidad de pólvora necesaria para levantar una cierta masa de cada especie de tierra, y enseñan á proporcionar las cargas en razon de la masa ya conocida, que corresponde á la escavacion. Los otros al contrario se fundan sobre la carga de una mina, que la esperiencia haya demostrado ser exacta respecto á una determinada línea de menor resistencia, y calculan qué carga sea necesaria para cuando la línea de menor resistencia es diferente, suponiendo que las cargas están en razon de los cubos de las líneas de menor resistencia. Examinemos uno y otro método.

56. Cuando se dice que una cantidad de pólvora es capaz de elevar otra determinada de tierra, se presenta desde luego la dificultad de como se ha llegado á saberlo; y mas en vista de no esponerse en ninguna obra los medios que para ello se han practicado. Los arbitrios que pueden servir para determinarlos son: 1.º Probar otras tantas cargas como sean precisas hasta hallar cual es la que forma una escavacion, cuyo ege tenga con la base la razon que se apetece; y calculando despues su solidez segun la figura que se atribuya á la escavacion, y comparando la masa de tierra que resulte con la carga, se podrá hallar la pólvora precisa para elevar una cierta cantidad de tierra. Si se admite la suposicion de que toda la accion de la pólvora se emplea en levantar las tierras de la escavacion, este modo de calcular las cargas no es vituperable; pero segun él

es indiferente cualquiera figura que se le atribuya á la escavacion, y el calcular su solidez y las masas de tierras correspondientes á las líneas de menor resistencia es solo un rodeo inútil; pues es mas directo el método de calcular las cargas por la comparacion de los cubos de las líneas de menor resistencia. 2.º Se puede haber recurrido á los morteretes para saber cuanta pólvora era necesaria para levantar un cierto peso. Pero este método solo puede ser útil para hallar las diversas calidades de pólvora; mas respecto de las tierras seria estremamente capcioso: el esfuerzo de la pólvora no se egerce todo contra las tierras que levanta, pues el fondo de la escavacion no es una materia sólida, dura y regular como el bronce; y las tierras y mas la piedra tienen una travazon que no hay en la carga de un morterete respecto á las paredes de su ánima. Puede suceder que se haya hecho la suposicion voluntaria, que la cantidad de pólvora que arroja un cierto peso á una determinada distancia, seria capaz de levantar en una mina cierta cantidad de tierra. Como todos los autores omiten los medios de que se han valido es difícil apreciarlos; pero siempre se concibe que no pueden dejar de haber sido poco seguros y arbitrarios: asi se puede concluir que el método de calcular las cargas por la solidez de la escavacion, y por la suposicion de que para elevar cierta masa de tierra se necesita una determinada cantidad de pólvora, como es una onza para levantar 100 libras, es errónea; á ménos que este método no venga á ser como dejamos espuesto, un rodeo del segundo de que vamos á tratar.

57. Cuando supuesta una mina de prueba que forma una escavacion rectangular, se calculan las

cargas de las minas mas ó ménos profundas por los cubos de las líneas de menor resistencia, aunque se dé por sentado que no se empleará toda la carga en levantar la tierra, sin embargo no se incurrirá en error, mientras que no se pidan mas que escavaciones semejantes á la de la mina de prueba porque en tales circunstancias es indiferente que la figura de la escavacion se suponga cono, cono truncado, paraboloide ó cualquier otra figura.

58. Efectivamente si la figura 17 lám. 7. representa una mina de prueba, y la figura 18 la mina propuesta; siendo proporcionales las líneas semejantes ú homólogas  $CD, cd, AB, ab$ , tambien serán semejantes las figuras de sus escavaciones, ya sean dos conos  $ACB, acb$ , ó dos conos truncados  $AEFB, aefb$ , ó dos paraboloides  $AHB, ahb$ , ó dos paraboloides truncados  $AMNB, amnb$ ; y estas dos escavaciones cualquiera que sea su figura, estarán en la razon de lo cubos de cualesquiera dos líneas homólogas, por egemplo en la de  $\overline{CD}^3$  á  $\overline{cd}^3$ .

59. En la misma razon de  $\overline{CD}^3$  á  $\overline{cd}^3$  estarán los pesos de las tierras arrojadas de la escavacion (las cuales se suponen homogéneas); porque dichos pesos son como los volúmenes ó sólidos que hemos dicho ser semejantes.

60. Finalmente, las cargas necesarias para producir este efecto en ambas escavaciones, ó las cantidades de fluido elástico, potencias ó fuerzas que aquellas produzcan, tambien deberán estar en la misma razon de  $\overline{CD}^3$  á  $\overline{cd}^3$ , porque han de ser proporcionales con los pesos ó masas que han de arrojar; despues se verá (68) que la tenacidad de las tierras

no debe alterar esta proporcion. De suerte, que si en la mina de comparacion figura 17, con una carga de 162 libras, y linea de menor resistencia de 12 pies, se ha obtenido una escavacion de 24 pies de diámetro; y se quiere hallar la carga que se ha de emplear en la misma figura 18, hecha en igual terreno con una linea de menor resistencia de 20 pies, y para obtener una escavacion de 40 pies de diámetro, se hará la proporcion  $(12)^3 : (20)^3$ , ó  $(3)^3 : (5)^3 :: 162 : x$ , que dará el número  $x=750$  libras (véase la tabla del párrafo 48): siendo indiferente que las escavaciones sean dos conos  $ACB$ ,  $acb$ , ó dos paraboloides  $AHB$ ,  $ahb$ , &c.

61. Tambien estarán en la misma razon de los cubos de las líneas de menor resistencia las cargas de dos minas hechas en igual terreno, aunque se arreglen al respecto de cierta cantidad de pólvora por cada vara ó pie cúbico de tierras que se hayan de arrojar; en cuyo caso se espresa la figura que se ha supuesto á la escavacion para determinarla, que supondremos ser un cono. Si cada vara cúbica necesitase 2,42 libras de pólvora, y llamamos  $N$ ,  $n$  los números de varas cúbicas de las escavaciones de las figuras 17 y 18, ya sean sus figuras dos conos  $ACB$ ,  $acb$ , ó dos paraboloides  $AHB$ ,  $ahb$ , &c. los números de libras de las cargas serán  $2,42N$  y  $2,42n$ ; los cuales están en la misma razon que  $N$  y  $n$ , y por consiguiente en la misma que las solidez de las escavaciones, ó los cubos  $\overline{CD}$ ,  $\overline{cd}$ : de suerte, que el calcular (52) la solidez del cono  $abc$  (fig. 18 lám. 7.)  $=1,0471 \times (20)^3 = 8376,8$  pies cúbicos, ó 310 varas cúbicas, para hallar el número  $2,42 \times 310 = 750$  de libras de pólvora es propiamente un rodeo, cuando se conoce la carga 162 libras y la linea de menor resis-

tencia 12 pies de una mina de prueba ó comparacion (fig. 17, *idem*) y se puede hacer la proporcion de ántes. Aunque el autor que prescriba la cantidad de pólvora, para cada vara cúbica, no diga las dimensiones de mina ninguna que sirva de comparacion, será fácil calcular la carga correspondiente á una línea de menor resistencia dada por el método que se acaba de seguir, y hecha la operacion, por egemplo, con la línea de menor resistencia de 12 pies, se hallará ser la carga de 162 libras de pólvora (fig. 17); con cuyos datos y la línea de menor resistencia de la mina propuesta, se determinará la carga correspondiente á ésta formando la espresada proporcion.

62. En efecto, el haber tenido buen éxito muchas voladuras hechas segun varias tablas, no ha dependido de otro principio que el de estar calculadas las mas de ellas por este método, sea directamente, como lo dice Megrigni y lo practican Vauban y la Valliere, ó sea indirectamente y por rodeo como es presumible estén calculadas las atribuidas á Vauban, Belidor, la Febure y Sanz.

63. Mas supuestas construidas todas las tablas citadas segun este método, se hallarán notables diferencias en las cargas, aun suponiendo que las tablas que prescindien de la calidad de las tierras se entiendan hechas para la tierra comun. En efecto véanse las cantidades de pólvora que prescriben para una mina, cuya línea de menor resistencia sea de 10 pies.

	Libras.	Onzas.
Segun Megrigni-----	86-----	12
Segun las tablas de Vauban-----	{ 82-----	
	{ 78-----	9
Segun la de la Febure-----	76-----	
Segun las de Belidor-----	{ 135-----	
	{ 130-----	
	{ 136-----	
Segun la de Prudhomme-----	84-----	
Segun la de la Valliere-----	93-----	12
Segun las de Sanz-----	{ 126-----	8
	{ 127-----	5

64. Estas diferencias tan considerables pueden provenir entre otras muchas causas, de las diversas calidades de pólvora que se ha usado para las minas de prueba, ó de las distintas especies de terrenos en que se han hecho, ó de estar estos mas ó menos secos ó húmedos causa que hacen variar la tenacidad de las tierras; la cual por sí en nada altera la razon entre las cargas de las minas construidas en igual terreno.

65. Efectivamente resolviéndose la accion de la pólvora en dos partes, una para dividir las tierras y otra para levantarlas y formar la escavacion (67) se verificará que estando las cantidades ó volúmenes de tierras que se han de dividir en la razon de los cubos de las líneas de menor resistencia tambien lo estarán las partes de las cargas necesarias para este efecto; y como lo mismo sucede con las partes restantes de las cargas que las han de arrojar, lo estarán igualmente los todos ó cargas, como si las tierras no tuviesen adherencia, esto es, como si el terreno fuese de arena enteramente redonda, igual y suelta. Sean

C, *c* las cargas de dos minas; L, *l* sus líneas de menor resistencia; T, *t* las partes de dichas cargas necesarias para vencer la tenacidad de las tierras, ó dividir las; y P, *p* las necesarias para vencer su peso ó arrojarlas: será  $C = T + P$ ,  $c = t + p$ ;  $T :: L^3 : l^3$ ,  $P :: p :: L^3 : l^3$ ; y por consiguiente  $T :: P :: p$ , y  $T + P :: t + p :: T :: L^3 : l^3$ ; esto es,  $C :: L^3 : l^3$ .

66. Hasta aqui hemos tratado y dado noticia de la teoría de minas considerada como deducida de las pruebas de Tournay, intercalando aquellos principios que hemos juzgado indispensables para el verdadero conocimiento de esta ciencia; mas siendo erróneas, varias de las máximas fundadas en dichas pruebas espondremos los medios que sacaron á esta teoría del caos en que estaba, y que son debidos al ingenio y aplicación de Belidor.

67. El primer paso que dió este autor, separándose de las máximas deducidas de las pruebas de Tournay, es el de suponer dos efectos en la acción de la pólvora en una mina: el uno vencer la tenacidad ó coerencia de las tierras, y el otro levantar las tierras separadas; así se debe dividir su fuerza en dos partes, la una proporcionada á la coesion, y la otra á la gravedad de las tierras. Admitido este principio que es incontestable, y supuesto que la coesion de diversas escavaciones estén en razon de las superficies de estas, y de consiguiente en la de los cuadrados de las líneas de menor resistencia, seria necesario para hallar la carga de una mina saber la parte de la pólvora que es necesaria para cada uno de los dos efectos propuestos, y calcular las cantidades de pólvora precisas para vencer las tenacidades, por los cuadrados de las líneas de menor resistencia; y las precisas para levantar

far las tierras por los cubos de las mismas líneas.

68. En consecuencia de este sistema, y de la suposición ó prueba equívoca de que siendo 70 libras de pólvora la justa carga de un hornillo, cuya línea de menor resistencia sea de 8 pies, las 50 libras se ejercen en romper la tenacidad de las tierras, y solo 20 en elevarlas, calculó su autor una tabla en la que á proporcion que crecen las líneas de menor resistencia son mucho mas cortas las cargas que las calculadas por el método anterior: por egemplo, una mina cuya línea de menor resistencia sea de 20 pies, se debe cargar segun la tabla con solas 624 libras; miéntras que calculando la carga por la fórmula general, el cubo de 8 al de 20, como 70 libras correspondientes á la carga de un hornillo, cuya línea de menor resistencia sea de 8 pies, á un cuarto proporcional, resulta que la carga debe ser de 1094 libras.

69. Pero este sistema sobre las cargas de las minas, ademas de necesitar para ponerse en práctica que se conociesen con exactitud las cantidades de pólvora necesaria para romper las tenacidades de diversas tierras y muros (lo que es muy difícil y aun imposible) envuelve en sí el error de suponer que las tenacidades están en razon de las superficies de las escavaciones. Esto seria cierto si el sólido comprendido en una escavacion volase como una bomba es arrojada por un mortero; es decir, que no saliese quebrantado, deshecho y penetrado por la pólvora, como efectivamente sucede: por cuya razon no se puede sostener que las tenacidades de diferentes minas, hechas en terrenos homogéneos, están en razon duplicada de sus lados homólogos.

70. Mas esta hipótesis de que luego desistió Belidor, fue la causa de que diera los primeros pasos para establecer una teoria sólida de minas; pues,

segun dice él mismo, luego que tuvo orden para hacer las pruebas que proponía á fin de hallar la cantidad necesaria para vencer la tenacidad de las tierras, sucedió: que haciendo las pruebas, un hornillo que se habia cargado con 300 libras, aunque no tenia mas de 10 pies de línea de menor resistencia (y que segun el terreno, solo exigia 170 libras para abrir una escavacion ordinaria) hizo una escavacion, cuyo diámetro tenia  $27\frac{1}{2}$  pies en lugar de 20: otro hornillo que tenia 15 pies de línea de menor resistencia, cargado con 980 libras, hizo una escavacion cuyo diámetro se encontró de 40 pies 2 pulgadas, por consiguiente de 10 pies mas que de costumbre: otros hornillos que se volaron con el mismo objeto formaron tambien escavaciones mas ó menos grandes que el doble de la línea de menor resistencia, segun estaban mas ó menos cargados. Entónces fue (continúa Belidor) cuando quedé plenamente convencido que quanto mas cargada estuviese una mina, tanto mayores deberian ser las escavaciones.

71. En consecuencia de este descubrimiento comenzó á reflexionar seriamente sobre la accion de la pólvora inflamada bajo la tierra, y á proyectar su nueva teoría. Pero á fin de ratificar sus principios emprendió á sus espensas un gran número de pruebas que ha dejado de publicar por no haberse hecho con solemnidad.

72. Habiéndose conocido la *nueva teoria de minas* ántes de publicarse, se atrajo su autor varias disputas, particularmente sobre que contradecia á Megrigni. A fin de terminarlas el caballero de Abouville comandante de la escuela de la Fere ordenó que se hiciesen las pruebas necesarias. En consecuencia se construyeron varias minas sobrecargadas en terrenos que se sabia cuanta pólvora era precisa pa-

ra abrir escavaciones rectangulares, y se encontró constantemente: que la capacidad de las escavaciones se aumentaba en razon de las cargas.

73. De todas las pruebas solo se ha conservado la memoria de doce que Geuss espone y reúne en la tabla siguiente. Las tres especies de terrenos donde se abrieron los hornillos eran: el 1.º una tierra amarilla y arenisca, el 2.º arena mezclada con arena fuerte ó petrificada, el 3.º greda estremamente dura.

*Tabla de las pruebas hechas en la Fere por Belidor en 1725 y 1729.*

Num. de pruebas.	Lineas de men. res.	Especies de tierras.	Cargas de pólvora.	Diámetros de las escavaciones.	
				pies.	pulg.
1	10	2	300	27	3
2	15	2	980	40	2
3	10	1	120	22	8
4	10	1	160	26	0
5	10	1	200	28	9
6	10	1	240	31	3
7	10	1	280	33	6
8	10	1	320	36	0
9	10	1	360	38	6
10	15	2	3600	70	0
11	15	3	2400	53	6
12	10	2	1000	45	4

74. La 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> mina se volaron en 1725, y dieron motivo, como dejamos dicho, á la construccion de las otras. Las siete siguientes son las que

hizo volar el comandante de la escuela para terminar las disputas. Belidor hace mención de ellas; pero no da los diámetros de la 6.<sup>a</sup> 7.<sup>a</sup> y 8.<sup>a</sup> y Geuss los estiende segun Müller. Este habla como testigo ocular de una mina cargada con mil libras de pólvora, que arrojó los escombros á cerca de una milla á la redonda, que es regular fuese la 12.<sup>a</sup> Las tres últimas se encuentran en egemplares impresos de la *Nueva teoría de minas*.

75. Estas pruebas deberian bastar para manifestar con evidencia la falsedad de los experimentos de Megrigni, por mas autoridad y crédito que tuviesen entre los minadores: y efectivamente sobre ellas ha fundado Belidor su *Nueva teoría*, que espondrémos en el número siguiente. Ahora vamos á dar noticia de la teoría que Müller, profesor de artillería en Woolwich, publicó despues de haber asistido á las pruebas de la Fere.

76. Este autor mira la escavacion como un paraboloides truncado, é inquiere el modo de encontrarle una espresion fácil por cuyo medio se puedan calcular los diámetros mas ó ménos grandes, de las escavaciones que se obtienen con distintas cargas de pólvora é iguales líneas de menor resistencia, que es en lo que consiste la ventaja de su teoría á las anteriores. Para hallar esta espresion, supóngase que el diámetro de la base del paraboloides esté con la circunferencia en razon de 1: 2 c, será la base del paraboloides (fig. 1. lám. 1.)  $GEH = 2c \times AH^2$ ; y su solidez, que es mitad de la de un cilindro de igual base y altura  $= cAH^2 \times AE$ . Igualmente la base del paraboloides  $BED$  será  $2c \times CD^2$ ; y su solidez  $cCD^2 \times CE$ : luego el paraboloides truncado será igual á  $cAH^2 \times AE - cCD^2 \times CE$ . Si se

supone, ahora  $m=AC$  que es la línea de menor resistencia, y  $n=CE$  que es lo que profundiza bajo de la recámara el ege de la parábola, será  $m+n$  igual á la abscisa correspondiente á  $AH$ ; y si se substituyen en lugar de  $AH^2$  y  $CD^2$  los valores que les corresponden como ordenadas de una parábola cuyo parámetro es  $p$ ; la espresion precedente del paraboloide truncado será  $c p (m+n) \times (m+n) - cp \times n \times n$   
 $= cp(m+n)^2 - cpn^2 = cpm^2 + 2cpmn + cpn^2 - cpn^2 =$   
 $cpm^2 + 2cpmn = cpm(m+2n)$ . En fin substituyase  $b$  en lugar de  $m+2n=AF=HC = \pm \sqrt{AH^2 + AC^2}$ , y suprimase  $c$  como una magnitud constante é inútil en la espresion; será esta  $pmb$ , ó como  $pb$ , si las líneas de menor resistencia son iguales.

77. Para hacer uso de esta fórmula es claro que se debe haber hecho una mina de prueba en el mismo terreno donde se quiera trabajar, y conocer la carga de pólvora, la línea de menor resistencia y el diámetro de la escavacion. Si se quiere despues conservar la línea de menor resistencia y variar la carga, se buscará el diámetro: ó dado el diámetro se buscará la carga. Estos dos mismos casos pueden ocurrir variándose la línea de menor resistencia: así resultan cuatro problemas, cuya solucion se va á esponer.

I.  
 78. Siendo la misma que en la mina de prueba la línea de menor resistencia, y variándose la carga, encontrar el diámetro de la escavacion que resulte. *Resolucion.* Estando probado que una carga mas ó ménos crecida produce una escavacion mas ó ménos grande, se encontrará la solidez de la escavacion de la mina que se ha de construir buscando un

cuarto proporcional á la carga conocida de la mina de prueba, la carga de la nueva mina, y la solidez conocida de la escavacion de la mina de prueba. Sea la solidez encontrada por este medio igual  $s$ , se tendrá  $s = pb$ ; pero por la propiedad de la parábola es  $b = m + \frac{p}{2}$ , con que  $s = p(m + \frac{1}{2}p)$ . En esta ecuacion todo es conocido ménos  $p$  que se puede hallar: porque siendo  $s = p(m + \frac{1}{2}p) = mp + \frac{1}{2}p^2$ , será  $p^2 + 2mp = 2s$ , y completando la ecuacion, y estrayendo la raiz, será  $p = \pm \sqrt{2s + m^2} - m$ ; y como ademas el radio  $AH = r$  como ordenada de la parábola, tiene la propiedad de que es  $r^2 = p \times AE$ ; y  $AE = m + \frac{1}{2}p$ ; luego será  $r = \pm \sqrt{p(m + \frac{1}{2}p)}$ ; y siendo este el radio, se tendrá de consiguiente el diámetro.

79. *Ejemplo.* Se puede tomar uno de los experimentos espuestos en la tabla del §. 73 como mina de prueba, y calcular el diámetro de otra mina de la misma tabla, cuya linea de menor resistencia sea la misma. Tómese, pues, como de prueba la 3.<sup>a</sup> que se cargó con 120 libras de pólvora, y formó una escavacion de  $22\frac{2}{3}$  pies de diámetro. Para medir la solidez de esta escavacion busquense los valores de  $p$  y de  $b$ : y como sea  $b = \sqrt{r^2 + m^2} = \sqrt{11,4^2 + 10^2} = \sqrt{229,16} = 15,16$  pies; como igualmente sea  $p = 4n$ , y  $b - m = 2n$ , será  $p = 2(b - m) = 2(15,16 - 10) = 2 \times 5,16 = 10,32$  pies; y será el contenido de la escavacion de la mina de prueba  $= pb = 15,16 \times 10,32 = 156,5$ . Y suponiendo que la otra mina se cargase con 160 libras de pólvora, se hallará su solidez por esta proporcion  $120 : 160 = 156,5 : s$ , y  $s = \frac{160 \times 156,5}{120} = 208\frac{2}{3}$ . Si se substituye este valor  $\mathbf{Y}$

el de la línea de menor resistencia en la fórmula

$$p = \sqrt{2s + m^2} - m \text{ se encontrará } p = 12,7, \text{ y } \frac{p}{4} = 3,2:$$

luego  $m + \frac{1}{4}p = 13,2$ , y por consiguiente  $r =$

$$\sqrt{p(m + \frac{1}{4}p)} = \sqrt{12,7 \times 13,2} = \sqrt{176,64} = 13,2. \text{ El}$$

doble de este número 26,4 pies será pues el diámetro de la mina cargada con 160 libras, que solo se diferencia del de la esperimentada con dicha carga en 4 pulgadas, que es una diferencia muy poco importante.

## II.

80. Siendo la misma que en una mina de prueba la línea de menor resistencia, se desea formar una escavacion cuyo diámetro tenga una magnitud determinada, y se ignora que carga de pólvora se usará para conseguirlo. *Resolucion.* Conociéndose la línea de menor resistencia y el diámetro de la escavacion, se hallarán los valores de  $p = 2(b - m)$  y de  $b = \sqrt{m^2 + r^2}$ , y de consiguiente la solidez de la escavacion  $s = pb$ . Y conociéndose tambien la solidez y la carga de la mina de prueba, se sabrá la carga de la que se quiere construir buscando un cuarto proporcional á la solidez de la escavacion de la mina de prueba, la de la mina que se propone, y la carga de la primera.

81. *Ejemplo.* La solidez de la tercer mina de la tabla era = 156,5, y su carga = 120; y se pide la carga de la 4.<sup>a</sup> cuyo diámetro es de 26 pies. Se principia por buscar la solidez de esta escavacion: á

$$\text{este fin se halla } b = \sqrt{m^2 + r^2} = \sqrt{100 + 169} = 16,4: \text{ y } p = 2(b - m) = 2(16,4 - 10) = 12,8: \text{ y será la solidez } s = ab = 16,4 \times 12,8 = 209,29: \text{ y formando la}$$

proporcion 156,5: 209,29=120:  $\frac{209,29 \times 120}{156,5} = 160,96$   
 libras, se tendrá la carga que se pide, que no se dife-  
 rencia de la de la 4.<sup>a</sup> esperiencia ni aun en una  
 libra.

## III.

82. Supuesto que se haya variado la carga y la  
 línea de menor resistencia de la mina de prueba, se  
 pide cual será el diámetro de la escavacion en este  
 caso. *Resolucion.* Siendo  $s=pmb$ , si en lugar de  $b$  se  
 substituye su valor  $m+\frac{1}{2}p$  se tendrá  $s=pm(m+\frac{1}{2}p)$ ,  
 y  $p^2 + 2mp = \frac{2s}{m}$ ; y de consiguiente será  $p = \pm$

$\sqrt{\frac{2s}{m} + m^2 - m}$ ; y siendo  $r = \sqrt{p(m + \frac{p}{4})}$  se hallará

el diámetro de la mina que se debe construir.

83. *Egemplo.* Considérese como mina de prueba  
 la 1.<sup>a</sup> de la tabla citada de 10 pies de línea de me-  
 nor resistencia, y cargada con 300 libras de pólv-  
 vora formó una escavacion, cuyo diámetro era de  
 27, 25 pies; respecto á esta mina se tiene  $m=10$ ,  
 $b = \sqrt{r^2 + m^2} = \sqrt{13,62^2 + 10^2} = 16,88$ , y  $p = 2 \times$   
 $(b-m) = 13,76$ ; y será la solidez de esta escavacion  
 $=pmb = 2322,688$ . La mina que se quiera construir,  
 que supongamos sea la 2.<sup>a</sup> de la tabla, tendrá de lí-  
 nea de menor resistencia 15 pies, y se cargará con  
 980 libras de pólvora; luego será  $300:980 = 2322,$   
 $688 : s$ , y  $s = 7587,48$ ; pero  $p = \sqrt{\frac{2s}{m} + m^2 - m} =$

$20,16$ ; y  $r = \sqrt{p(m + \frac{p}{4})} = 20,2$ : con que será el diá-

metro que se busca = 40,4 pies, que según la prueba fue de 40½ pies.

## IV.

84. Dada la línea de menor resistencia, el diámetro y la carga de una mina de prueba, se desea saber la carga que con una línea de menor resistencia determinada produzca una escavacion cuyo diámetro se dé. *Resolucion.* Hállese la solidez de la escavacion de la mina de prueba, y despues por los valores conocidos de  $m$  y  $r$  de la mina que se ha de construir se encontrará el de  $b = \sqrt{r^2 + m^2}$ , y el de  $p = 2(b - m)$ , y de consiguiente el de  $s = pmb$ : y el cuarto proporcional á la escavacion de la mina de prueba, la de la mina que se propone y la carga de la primera, será la carga que se pide.

85. *Exemplo.* Sea, igualmente que en el anterior, la carga de la mina de prueba de 300 libras y la solidez de su escavacion = 2322,688: y supóngase que se quiere construir una mina, cuya línea de menor resistencia sea de 15 pies, y que forme una escavacion cuyo diámetro tenga 40½ pies. En este caso será  $b = \sqrt{15^2 + 20,08^2} = 25,06$ , y  $p = 2 \times (25,06 - 15) = 20,12$ , y  $s = pmb = 20,12 \times 15 \times 25,06 = 7563,108$ . Luego  $2323,688 : 7563,108 = 300$ : á la carga que se busca, que será de 976,85 libras; que se diferencia de la experimentada en algo mas de tres libras solamente.

86. Con las resoluciones de estos cuatro problemas se puede satisfacer á quanto se pregunte sobre la construccion de las minas: la contra que tienen es, que sus calculos no son acomodados para aplicarse con facilidad en las ocasiones urgentes que se

necesitasen; y que seria conveniente poder prescindir de ellos teniendo tablas calculadas de antemano. Pero para esto seria necesario haber hecho en todas especies de terrenos minas de prueba, de las que se conociesen con exactitud las cargas y las líneas de menor resistencia, y se deberian medir justamente los diámetros de las escavaciones despues de voladas las minas. La forma que se deberia dar á las tablas formadas bajo estos principios seria tal, que la línea de menor resistencia desde 6 hasta 20 pies por egemplo, fuese por su orden la inscripcion de cada tabla: que los diferentes diámetros de las escavaciones aumentados de pie en pie formasen la 1.<sup>a</sup> columna; y la 2.<sup>a</sup> las cargas necesarias para obtenerlos. Supuestas las minas de prueba, se calcularian por medio del 2.<sup>o</sup> y 4.<sup>o</sup> problemas.

87. Müller pone un modelo de estas tablas, para cuya formacion se vale de un experimento de la Valliere, segun el cual una mina de 10 pies de línea de menor resistencia tiene necesidad de una carga de  $93\frac{1}{4}$  libras de pólvora para hacer una escavacion rectangular: y siendo en esta el diámetro de 20 pies, se debe calcular en qué términos se deba aumentar la carga para que el diámetro se aumente de dos en dos pies principiando desde 20, y subiendo hasta 80; véase la tabla que resulta.

*Tabla de las cargas de minas de 10 pies de líneas de menor resistencia.*

Diámetro de la escavacion.		Diámetro de la escavacion.		Diámetro de la escavacion.	
Pies.	Libras.	Pies.	Libras.	Pies.	Libras.
20	93½	42	639	64	1621
22	150	44	711	66	1741
24	181	46	773	68	1842
26	217	48	857	70	1980
28	255	50	946	72	2098
30	297	52	1020	74	2243
32	344	54	1115	76	2372
34	394	56	1205	78	2501
36	452	58	1299	80	2648
38	502	60	1406		
40	560	62	1518		

88. En caso que la Valliere hubiera descrito con tal exactitud la especie de terreno en que hizo la mina de prueba, que se pudiese reconocer donde quiera que se encontrase, se podría estender esta tabla á cualquiera otra dimension de la línea de menor resistencia por medio del problema 4º, y las tablas serian completas para un tal terreno; pero este seria un trabajo impropio, porque la Valliere no especifica el terreno.

89. La exactitud de la teoría de Müller salta á la vista, respecto á aproximarse tanto á las esperiencias como se ha visto en los egemplos propuestos: y es muy regular se verifique lo mismo en los

demas casos. Para prueba de ello se inserta la tabla siguiente, en que están calculados los diámetros de las minas 4.<sup>a</sup> 5.<sup>a</sup> 6.<sup>a</sup> 7.<sup>a</sup> 8.<sup>a</sup> y 9.<sup>a</sup> de las esperiencias de la Fere, y comparados con los efectivos.

*Tabla de comparacion de los diámetros de las minas observados en la Fere (S. 73), y los calculados.*

Minas del §. 73.	Diámetros medidos.	Diámetros calculados.	Diferencias.
	<i>Pies.</i>	<i>Pies</i>	<i>Pies</i>
4	26	26,4	0,4
5	28,75	28,64	0,11
6	31,33	31,2	0,13
7	33,5	33,2	0,3
8	36	35,3	0,7
9	38,5	37,4	1,1

go. Despues de haber espuesto y confirmado en cierto modo Geuss la teoría de Müller, segun se acaba de espresar, se niega á adoptarla diciendo: „En primer lugar créemos mal fundada cualquiera teoría de minas si como en esta tiene influjo la figura de la escavacion; pues la opinion de la figura parabólica es aun muy incierta. Supongamos que la Febure haya espresado con exactitud la figura de la escavacion de la mina que construyó el año de 1754 en Postdam; y véanse sus dimensiones: la línea de menor resistencia = 15 pies, el diámetro de la esca-

vacion = 66 pies, la profundidad de la escavacion = 18 pies; y el diámetro de la misma que pasa por el centro del hornillo, segun la figura, = 33 pies. Si el corte de esta escavacion fuese una parábola, la profundidad bajo el hornillo seria de 10, 17 pies en lugar de 3, como se sigue de las propiedades conocidas de la parábola. Una diferencia tan notable entre el cálculo y la esperiencia hace dudar con razon que la figura de la escavacion sea parabólica. En 2.º lugar: no aprobamos la proligidad del cálculo que acompaña á esta teoría, que sin serlo demasiado por sí, no deja de tener dificultades para aquellos á quienes se debe destinar una teoría de minas. Sin embargo se conviene gustoso en que por esta sola razon no se debe abandonar esta teoría; pero en el caso que hubiese una mas sencilla, mas corta y mas exacta, parece que no solo seria admisible sino necesaria. Y tal es la que siguiendo á este autor vamos á esponer.

## Número II.

### *Del verdadero efecto de la pólvora en las minas.*

91. En el número VI del artículo I.º se espuso en que consistia la fuerza de la pólvora, y como se podría calcular. Muchos autores modernos citados varias veces en esta obra, han escrito teorías muy instructivas sobre el modo de apreciar su potencia en las armas de fuego; y en este tratado se ha dado noticia de algunas de ellas. Resta, pues darla de su modo de obrar encerrada bajo de tierra, que es el punto esencial de toda teoría sobre las minas.

92. Seria estremamente prolijo y complicado el considerar los efectos de la pólvora encerrada bajo

de tierra con toda estension, y respecto á todas circunstancias; así será preciso mirarlos por ahora con ciertas restricciones. Supóngase, en primer lugar, que el terreno en que debe obrar la pólvora sea homogéneo. Se sabe que la tierra se compone al ménos por su corteza, de lechos que no guardan entre sí el mismo órden, y tienen distintos espesores. En la construccion efectiva de las minas no se deben de ningun modo perder de vista estos lechos, si se puede llegar á tener algun conocimiento de su naturaleza; pero ahora, como se deja advertido, se supondrá que el terreno es homogéneo hasta la profundidad á que se pueden estender los efectos de una mina.

93. La segunda restriccion es relativa á la figura de los cofres y cámaras de los hornillos. Estendiéndose la accion de la pólvora circularmente en las tierras á una distancia considerable, se acostumbra mirar esta accion como nacida de un solo punto: suposicion próximamente exacta en la práctica si las cámaras fuesen esféricas; pero bastante arbitraria por la dificultad de hacer los cajones de figura poliedra, los cuales supondrémos cúbicos por ser así los cofres, en que se encierran las cargas.

94. Cuando se dice que una determinada cantidad de pólvora encerrada en la tierra se inflama, se debe, pues, entender que ha sido con las restricciones espresadas. Pero á fin de poder determinar mejor el efecto que resulta, prescindirémos al principio de la circunstancia accidental de haberse de manifestar el efecto en la superficie, imaginándose que la cantidad indeterminada de pólvora esté situada á tal profundidad que no se pueden percibir sus efectos. Es verdad que en el uso de las

minas se exige lo contrario, y que esta circunstancia no se puede tomar de ninguna manera como accesorio; mas no obstante, lo es efectivamente en cuanto se trate en general del efecto de la pólvora encerrada en la tierra.

95. Si se incendia una cierta cantidad de pólvora encerrada en una caja cúbica y colocada en un terreno homogéneo, á tal profundidad que su efecto no aparezca en la superficie superior, se pregunta ¿qué mutaciones resultarán en la tierra? Por experiencias hechas sobre la naturaleza de la pólvora, se sabe: que despues de inflamada, es como si un aire estremamente comprimido dejado en libertad, se dilatase; luego en vez de la pólvora, se tendrá una masa de aire comprimido, la cual reducida al mismo volúmen tiene una fuerza que escede al ménos mil veces la presion del aire natural de nuestra atmósfera. Pero los cuerpos elásticos despues de comprimidos, se dilatan hasta tomar su estado natural: luego una masa de aire comprimida si se espone al descubierto, se dilataria hasta ponerse en equilibrio con la atmósfera, y en general hasta que se destruya su fuerza elástica. *Véase el número VI del artículo I.*

96. La mayor dificultad está en saber cuanto se estenderá en la tierra esta dilatacion; pero veamos ántes que direccion sigue, y que mutaciones sobrevienen á la tierra. Para satisfacer la primera cuestion, basta reflexionar en general sobre la naturaleza de los cuerpos elásticos. Si el esfuerzo de un tal cuerpo no está contrastado por un ostáculo tan grande que le destruya enteramente, se dilatará por la parte que encuentra al ostáculo con la parte de fuerza elástica que le quede superior á él. *Aplican-*

do esta propiedad al caso precedente se ve; que la dilatacion del aire fijo de la pólvora, desde que se desata, se egecutará en todos sentidos; porque estando encerrado este fluido por todas partes, deberá obrar contra todas por su naturaleza de cuerpo elástico: como no puede ganar la superfi superior tampoco se disipará, y así su efecto hácia abajo y hácia los lados no se debilitará. En fin considerándose el terreno en que el fluido obra como perfectamente homogéneo, no solo se dilatará en todos sentidos sino igualmente al rededor.

97. La tierra que sufre el impulso de este aire estremamente elástico no podrá á la verdad ceder; pero se dejará penetrar de él, por ser de una testura que puede dejar paso al fluido al traves de sus intersticios. La excesiva velocidad con que se dilata un cuerpo tan elástico como el que nace de la pólvora, hace que este fluido no penetre sucesiva y lentamente en los poros de la tierra; sino que se abra camino por una corriente impetuosa, que conmueva y arroje delante las partes térreas. En este caso puede solo acontecer la desunion del terreno comprimido por su gravedad natural, y unido por las particulas menores de tierra ó por la humedad. Si el terreno es muy poco consistente, se podrá muy bien formar por la compresion de las tierras una cierta cavidad al rededor de la cámara; pero siempre será poca cosa en un terreno algo compacto, y en general nunca será de importancia comparada á toda la estension de que es capaz el efecto de la pólvora.

98. Para aclararse la idéa de la dilatacion de este fluido condensado, que se desata por la inflamacion de la pólvora, basta figurarse la cámara de

la pólvora como centro de donde salen rayos de este fluido en todas las direcciones posibles, estendiéndose con la velocidad misma que se dilata la pólvora inflamada. Algun rayo se hará paso á la verdad por los intersticios de las tierras; pero mas comunmente quedará detenido por las partículas de tierra que se le atraviesen. Las que se hallen en su direccion serán dislocadas: de modo que la partícula inmediata comunicará su movimiento á la mas distante. Pero este movimiento se amortiguará pasada una cierta distancia, parte por esta comunicacion continua de movimiento, y parte porque se van aumentando las partículas que se oponen á cada rayo en razon de lo que se aparta de su origen; de tal modo que las partículas de tierra muy distantes deben permanecer inmóviles y sin alteracion.

99. Lo que sucede á uno de estos rayos debe acontecer comunmente á los demas, y esto en razon de su origen, supuesta la homogeneidad del terreno. Siguese de aquí: que toda la estension de la accion de la pólvora estará comprendida en una figura esférica, si es cierto que todos los rayos salen de un solo punto. Como aunque el cofre que contenga la pólvora sea cúbico, los errores que resultarán son de muy poca consecuencia, se puede suponer, sin incurrir en un error grosero, que toda la pólvora produce en un terreno homogéneo un efecto de figura esférica.

100. Esta esfera se llamará *Esfera de actividad* de la pólvora en la tierra. Beididor da casi la misma idéa de su *Globo de compresion*; pero esta denominacion despues de conocida se ha destinado para especificar las minas cuyo objeto es destruir las contraminas.

101. Además de que la idea de la esfera de actividad se presenta desde luego á la imaginacion sin ningun esfuerzo, su existencia estaba conocida desde las pruebas de Tournay; pues que en la relacion de ellas se advierte, que una mina puede romper por los lados ó por debajo las cámaras vacías distantes de ella un espacio igual á la línea de menor resistencia. Asi es mas de estrañar que los autores posteriores no hayan adoptado esta idea contraria precisamente á la que han seguido, de que la pólvora inflamada busca una salida, y de consiguiente egerce toda su accion contra la parte por donde la encuentra.

102. Mas como en estas materias, por mas concluyentes que parezcan las razones en que se funda un principio, nunca se debe admitir por demostrado mientras no lo confirmen experimentos exactos é imparciales, vamos á esponer varios de ellos que harán ver el principio establecido con la mayor evidencia.

103. Al mismo Belidor á quien se deben las justas ideas que se tienen del efecto de la pólvora encerrada bajo de tierra, somos deudores de los experimentos que las confirman. Los que se van á esponer son como un resultado de los espresados en el número anterior, y que se hicieron en la escuela de la Fere: con la diferencia que estos no sirven sinó para refutar las antiguas teorías; y los que se espresarán tienen por objeto establecer una nueva y precaver las objeciones.

104. Habiendo concluido Belidor el manuscrito de su *nueva teoría de minas* en 1729, se estendieron varias copias que fueron diferentemente recibidas en las escuelas de artilleria de Francia; asi re-

sultaron varias disensiones que no podian terminarse sino por esperiencias. Con este fin el comandante de la escuela de la Fere hizo construir en el año de 1732 una mina en esta disposicion: se abrieron cuatro pozos en los ángulos del cuadrilátero FEDC (*fig. 2. lám. 1.*) formado por cuatro galerías H, B, G, A de 60 ó 70 pies de largo, que enlazaban los pozos. El primero de estos tenia 10 pies de fondo, el segundo 11, el tercero 12 y el cuarto 13: de este modo las galerías tenian un declivio suave, á fin de que no estuviesen en un mismo plano, y de consiguiente en una misma vena de tierra. Todas tenian 3 pies de ancho y  $4\frac{1}{2}$  de alto, y estaban bien encofradas, con buena madera de roble y abiertas en una tierra amarilla arenisca; pero á 10 pies de profundidad se encontraba un banco de greda muy dura de mucha superficie y espesor. Se abrió el hornillo N á 10 pies de profundidad, mediante un ramal con dos retornos en escuadra MLKIG que principiaba de la galería CD: este hornillo estaba situado de modo que su centro distaba 25 pies de la galería CD, 30 de la DE, 35 de EF y 40 de la galería FC. Frente por frente del hornillo y con direccion á él se abrió desde la galería FC un ramal T (*fig. 3. idem.*) en pendiente, cuya cumbre B' distaba 13 pies del centro del hornillo. Dispuesto asi todo se cargó el hornillo con 1200 libras de pólvora para ver cual seria el suceso; pues se dudaba si las galerías quedarían destruidas, con particularidad la distante 40 pies.

105. Volada la mina se advirtió: que las tierras habian subido cerca de 80 pies de alto, que el diámetro de la escavacion era de 45 pies, y que todas las galerías se habian arruinado sin escepcion, mas

ó ménos porcion de ellas en razon recíproca de sus distancias al hornillo, como lo manifiesta la fig. 2. cuyos círculos concéntricos representan los diferentes globos de compresion, que segun Belidor va formando el fluido elástico que produce la pólvora hasta su total dilatacion ó efecto; los cuales se estienden igualmente en todas direcciones mientras las tierras que se suponen ser homogéneas, no llegan á romperse: y entónces son mayores sucesivamente los radios hácia aquel lado, por que son menores los ostáculos ó resistencias; pero sin que por esto dege de estenderse y obrar dicho fluido en todas direcciones. La galería BTB' que pasaba por bajo del hornillo y cuya parte TB' estaba abierta en el banco PQRS de greda muy dura fue tambien destruida como lo manifiesta la fig. 4. donde está representado el perfil de la escavacion *vrxz*: y en los dos pozos D y E (fig. 2.) se encontraron los marcos que los sostenian rotos; de modo que no se pudo entrar en los extremos de las galerías adyacentes sin recomponerlos.

106. Esta esperiencia es efectivamente la primera que prueba que la accion de la pólvora se egerce en todos sentidos, y escede la línea de menor resistencia: ó si se quiere mirarla bajo otro punto de vista, es el primer globo de compresion que ha roto galerías encofradas de roble, y distantes del hornillo hasta el cuádruplo de la línea de menor resistencia.

107. Sin embargo que esta esperiencia debiera haber disipado todas las dudas que se habian formado sobre la *nueva teoría de las minas*, y terminado todas las dificultades, los adversarios de Belidor no se mostraron convencidos aunque interiormente lo

estuviesen; y alegaban que la pólvora se habia abierto camino entre el banco de greda y las tierras, y destruido las galerías por esta razon. Este discurso pudiera tener alguna verosimilitud sino hubiese sido destruida la galería inferior; pero no obstante su insuficiencia fue adoptado por muchos desafectos á las doctrinas de Belidor.

1788. Despues de 20 años, sostenido este de la proteccion del duque de Belle-Isle emprendió una segunda prueba en las cercanias del castillo de Biszy, perteneciente al duque: para ello se escogió un terreno el mas uniforme que se pudo hallar de piedra blanda arenisca y seca, mezclada con arena y piedras: en este parage se abrieron cuatro galerías, AB, BC, CD, DA (*fig. 5. lám. 1.*) de 3 pies de ancho y 6 de alto, que se unian por sus estremos formando un rectángulo, cuyos lados correspondian á los cuatro puntos cardinales. Las dos galerías opuestas AB, DC que miraban al oriente y poniente tenian 12 toesas de largo cada una, y las otras dos que tenian 10 no mas, estaban revestidas de mampostería á fin de mostrar que léjos de ser este revestimiento un estáculo á los efectos de la pólvora los favorecia. El piso de estas galerías tenia  $6\frac{1}{2}$  pies de declivio; y su profundidad media era de 15 pies bajo la superficie de la tierra, que tenia un desnivel de 4 pies de mediodia á norte en el intervalo de las dos galerías que miraban á estos puntos. De la galería AB se hizo salir un ramal *mnr* con su recodo en forma de escuadra, para abrir el hornillo E, cuyo centro correspondiente á 12 pies de línea de menor resistencia estaba situado de modo, que distaba 24 pies de la galería anterior, 30 de la de mediodia, 36 de la de poniente y 42 de la del norte.

Se hicieron las galerías por medio de dos pozos, el uno C. de 16 pies de hondo y el otro D. de 20. *109.* Terminadas las galerías se continuó aondando este último pozo 9 pies mas, á fin que el fondo Y (*fig. 6. idem.*) estuviese á 29 pies de la superficie del terreno por el parage del hornillo: despues se abrió una galeria YF, ó DH (*fig. 5.*) que pasaba directamente por debajo del hornillo, que tenia  $1\frac{1}{2}$  pies de desnivel y 15 de alto: así distaba exactamente su cielo 14 pies del centro ó foco del hornillo: todo solidamente encofrado con buen roble y siempre en el mismo terreno.

*110.* Cargada esta mina con 3000 libras de pólvora se voló en 18 de Junio de 1753, y elevó las tierras á la altura de cerca de 150 pies, formando una escavacion perfectamente redonda de 66 pies de diámetro y 17 de profundidad.

*111.* Las cuatro galerías que formaban el rectángulo quedaron enteramente destruídas, á excepcion de los extremos CL de 12 pies de la galería de mediodía; CK de 12 pies y DG de 18 de la galería de poniente; y DM de 12 pies de la galería del norte. En quanto á la galería YZF (*fig. 6.*) que pasaba bajo del hornillo y tenia 69 pies de largo, no se pudo entrar en ella mas que hasta Z distante 24 pies de Y, y la otra parte ZF quedó destruida. Este ejemplo demuestra evidentemente el efecto general de la pólvora, tanto en la direccion horizontal como en la vertical.

*112.* Efectivamente la cantidad considerable de 3000 libras de pólvora solo tenia que romper un espesor de tierras de 12 pies y ménos aun: lo que egecutado, nada impedia que se dilatase por la abertura. Ademas en esta prueba se ve que la pólvora,

léjos de ceñirse en el plano horizontal á romper las galerías por sus menores distancias EP, EQ, ES, ER, (*fig. 5.*) ha sido capaz de causar su destrucción hasta distancias considerables. Y siendo imposible que los radios del esfuerzo de la pólvora que tenían ménos espacio que recorrer hasta las galerías hayan podido continuar obrando hácia los lados, habrá sido necesario un radio para cada punto; y de consiguiente se podrá saber la mayor distancia hasta donde ha podido obrar un radio de pólvora, si del punto E se tiran rectas á los puntos L, K, G, M en que se terminan las ruinas de las galerías, y se busca los valores de EL, EK, EG, y EM.

113. Se hallarán fácilmente las dimensiones de estas líneas: porque siendo ELQ un triángulo rectángulo, y sabiéndose la magnitud de EQ=30 y de QL=24 pies será  $EL = \sqrt{24^2 + 30^2} = 38,41$ ;  $EK = \sqrt{ES^2 + SK^2} = \sqrt{35^2 + 18^2} = 40,24$ ;  $EG = \sqrt{ES^2 + SG^2} = \sqrt{36^2 + 24^2} = 43,26$ ; y  $EM = \sqrt{ER^2 + RM^2} = \sqrt{42^2 + 24^2} = 48,37$ .

114. Por otra parte si se atiende á la galería que pasa por bajo del hornillo se hallará, que siendo YS (*fig. 6.*) de 60 pies, y ZY=24, será ZS=36; y siendo SE=14, será EZ=38,62 pies, que es la mayor distancia á que se hizo sentir el efecto de la pólvora por bajo del hornillo.

115. Véase, pues, una prueba nada equívoca de la magnitud de la esfera de actividad en las tierras cuando se vuela una mina. El fluido producido por la carga, que atravesando un espesor de tierras de 12 pies podia tener salida por arriba, se internó en la tierra por los lados y por debajo; de suerte

que su efecto se estendia de tres á quatro veces la línea de menor resistencia. Las distancias desiguales á que se han mostrado los efectos manifiestan, que no han formado exactamente una figura esférica; pero esto puede ser originado de la heterogeneidad del terreno, y de las diferencias en la construcción de las galerías, de las cuales unas estaban encofradas y otras revestidas de mampostería. Pues se debe pensar que las conmociones del movimiento se comuniquen mas léjos en la mampostería que en el encofrado. De cualquier modo que sea esta esperiencia no deja de probar que el efecto de la pólvora se egerce en todos sentidos, aun á mayores distancias que la línea de menor resistencia.

116. Luego que la Febure mayor del cuerpo de ingenieros del Rey de Prusia tuvo noticia de la 2.<sup>a</sup> prueba de Belidor, se determinó á reiterarla. Para ello escogió en las inmediaciones de Postdam un terreno de arena movediza, presumiendo que seria mas capaz de compresion que el que habia servido para la prueba anterior; pero como se persuadia que la línea de menor resistencia resistiria ménos en la arena que en otra tierra dura y homogénea, determinó hacerla de 15 pies en lugar de 12 como Belidor. El hornillo estaba rodeado de solas tres galerías EA, AB, BC (fig. 7 lám. 1.) de las que la una distaba 24 pies del centro del hornillo; la otra 32 y la tercera 42 pies. Ademas se abrió á 36 pies de profundidad una quarta galería fg cuyo cielo distaba 16 pies del centro del hornillo: todas tenian de luz 5 pies de alto y 3 de ancho.

117. El terreno tenia un desnivel de  $5\frac{1}{2}$  pies en 100 pies. Las galerías de los dos lados tenian cada una 102 pies de largo, y la que las unia solo tenia

60 pies, y estaba a la profundidad de 20. A escepcion de una parte *BD* de la galería *BC* revestida de mamposteria y cubierta de bóveda, todo el resto estaba encofrado á causa de ser el terreno arenisco. Se entraba á estas galerías por tres pozos *A*, *B*, *H*, que profundizaban el 1.º 16 pies y el 2.º 20: de sus fondos salían las galerías *AE*, *BC*, horizontalmente, la primera en toda su estension, y la segunda hasta *S*; desde donde subía hasta *C*. La galería *AB* era horizontal, y estaba su suelo á 12 pies de la superficie del terreno; 4 pies mas alto que el suelo de la galería *AE*; 8 mas alto que el de la parte *BS* de la *BC*, y 3 mas alto que el centro del hornillo *K*.

118. La Febure dice que dispuso de esta manera las tres galerías *EA*, *AB*, *BC*, para tener diferentes alturas de tierras en todos sentidos y por todos lados.

119. Para construir el hornillo se abrió un ramal *J* mas bajo y estrecho que los otros, que tenia su entrada en un foso donde estaban abiertas las boca-minas *E*, *B*, *C*. La cámara de la mina *K* que estaba al fin del retorno último del ramal *P*, formaba un cubo de 4 pies y algunas pulgadas de luz. En el retorno *L* del mismo ramal se construyó el hornillo *M* á 30 pies del grande para examinar que efecto haria despues de volado el primero.

120. La cantidad de pólvora destinada para la carga, que era de 3300 libras, se encerró en una caja cúbica de cerca de 4 pies de luz; pero como quedaba vacío un espacio de pulgada y media, se rellenó con paja muy seca. El hornillo *M* se cargó con iguales precauciones, y se tuvo cuidado que su salchicha, y canal que la cubria fuesen por el lado opuesto del ramal, que las del horno principal, como los manifiestan los espacios estrechos que hay

entre dos paralelas á la izquierda y derecha en la galería J y sus retornos: después se atacó el ramal hasta 18 pies de su entrada.

121. La mina voló á presencia del Rey de Prusia en 1754 arrojando mucha tierra y polvo á una altura muy crecida; y formando una escavacion *vxz* de 66 pies de diámetro y 18 de profundidad, bien limpia y como la representa la fig. 8, que es el perfil de la anterior cortado por la línea QD. (Siendo la bajada del terreno desde AB á EC (*fig. 7 lám. 1.*) se ve que en la fig. 8 el suelo de la galería *q* de este perfil (ó AE del plano) debería estar un pie mas bajo que el centro del hornillo K; y el suelo de la galería *d* (ó BC), cinco pies mas bajo que el referido centro: el suelo de la galería AB de la misma figura estaría tres pies mas alto). La galería *ab* (*fig. 9 lám. 2.*) se halló enteramente destruida; y los marcos de los pozos en que se terminaba dislocados: de la galería *ae* se destruyó toda la longitud *fg* de 74 pies. De la *bc* se destruyó de la mampostería hasta *h* distante 40 pies del hornillo; y de los 9 pies restantes hasta *b* hubo 5 ó 6 en los que estaba fuera de su aplomo la mampostería: de la parte del encofrado se estendió la ruina hasta *i*. En fin de la galería mas baja *fg* (*fig. 8 lám. 1.*) quedó destruida la parte *ff* hasta 38 pies de distancia del centro del hornillo como lo manifiesta la fig. 9, con el punto *n*. En esta figura representa tambien *vxz* la escavacion.

122. Habiéndose hecho volar después el hornillo pequeño (cuya carga es sensible no se especifique) no hizo mas que soplar dentro de la escavacion con tan poco efecto, que por algunos momentos se dudó si se habia ó nó volado.

123. De esta descripción se infiere: que las mar-

yores distancias á que se hizo sentir en las dos galerías principales el efecto de la pólvora fueron *oh*, *oi*, *og* y *of*, que resultan ser de 40, 46,  $53\frac{1}{2}$  y  $50\frac{1}{2}$  pies. No parece se puede dar otra razon de haberse estendido el efecto de esta mina mucho mas hácia la parte *ae* que hácia *bc*, que la de que el terreno haya sido mas firme por esta. Tambien puede suceder que la causa de haberse sentido los efectos de la mina hasta en *g*, que es el punto de las ruinas de todas las galerías mas distante del hornillo, sea que el radio horizontal dirigido á él atravesó por dos partes el ramal por donde se cargó el hornillo.

124. Esta prueba que confirma los resultados de la de Bisy, no es la única que se ha hecho de esta especie. En 30 de Agosto de 1765 se hizo otra en Maestricht en la forma siguiente. La línea de menor resistencia tenia 12 pies: al rededor del hornillo y á la misma profundidad habia cuatro galerías que formaban un paralelógramo horizontal, y una quinta pasaba por debajo del hornillo á la distancia de 13 pies de su centro: la carga fue de 1000 libras de pólvora. El efecto fue tal que el diámetro de la escavacion tenia 52 pies: tres de las galerías horizontales quedaron en gran parte arruinadas; y la que pasaba por debajo fue destruida hasta  $22\frac{1}{2}$  pies del hornillo: la cuarta galería horizontal muy distante del hornillo quedó solamente entera: el efecto de la pólvora se hizo sentir en las otras tres hasta 28 y  $34\frac{1}{2}$  pies. El terreno en que se hizo esta prueba era muy desigual: desde la superficie habia  $7\frac{1}{4}$  pies de tierras fuertes mezcladas con cascajo: seguian 9 pies de arena en que estaban el hornillo y las galerías horizontales: y despues un banco de arcilla fuerte, en donde estaba abierta la galería que pasaba por debajo del

hornillo. Además muchos barriles de pólvora de los que se emplearon en la mina eran de inferior calidad.

125. En un fuerte al norte de Brunswick hizo Schneller en 1770 otra prueba de que no se sabe el por menor; y solo publicó un diario que el hornillo se cargó con 2050 libras de pólvora, y que su efecto fue tan grande que destruyó encofrados á 83 pies bajo de tierra: distancia inesperada y muy superior á la que una semejante cantidad de pólvora parece que puede llegar á estender sus efectos.

126. En virtud de estas cuatro pruebas y de los cuatro globos de compresion empleados en el ataque de Schweidnitz, no parece debe quedar duda en la formacion de una esfera de actividad. Es verdad que tienen cierta cosa de extraordinario los efectos de la pólvora esplicados como se acaba de demostrar: pues causa espanto el que segun las esperiencias penetre la pólvora hácia los lados al ménos el cuádruplo de la línea de menor resistencia, aunque pueda hallar libre salida á la cuarta parte de esta distancia. Mas como por extraño que sea este efecto no deja de ser verdadero, se debe buscar el método de hacer inteligible lo que tiene de maravilloso. Belidor interpone la presion de la atmósfera sobre la superficie de la escavacion; y muestra por principios ciertos y conocidos en la fisica, que se debe considerar como un lecho de arena de 20 pies de espesor cubriendo la superficie que haya de elevar el hornillo. Mas como no es lo mismo suponer que el peso de la atmósfera es equivalente á un lecho de arena de 20 pies de alto, ó suponer que la línea de menor resistencia esté aumentada de igual número de pies, como este autor quiere insinuar, no

parece esta hipótesis la mas acomodada para explicar el mencionado efecto; y si lo será la de suponer que antes de romperse el techo del hornillo está ya incendiada toda la pólvora que contiene. En este caso desatado ya todo el fluido de que depende el efecto de la pólvora, principia á hacer fuerza para dilatarse contra todos los lados de la cámara. Al instanté toda la masa del fluido elástico entra en las tierras próximas, y en virtud de su tendencia natural á dilatarse lo ejecuta hasta ponerse en equilibrio con el aire natural. Si en este caso una parte de los rayos de la pólvora rompe por la superficie, esto no estorbará que los otros continúen su camino en la direccion que tomaron al principio; porque habiendo sido determinada esta direccion en el momento que se incendia la pólvora, pasado este instante los rayos no tienen nada de comun. Toda la dificultad que se encuentra en esta explicacion proviene de imaginar que los rayos opuestos se apoyan en el centro del hornillo, y entónces se deduce: que un rayo que se dirige hácia abajo, cesará de dilatarse desde que el que obre hácia arriba no encuentre estorbo. De consiguiente luego que se abandona esta suposicion gratuita, se desvanece toda la dificultad.

127. Belidor es de opinion distinta de la anterior de Geuss, pues se persuade que luego que haya suficiente pólvora incendiada para formarse una esfera de actividad, cuyo rádio sea igual á la línea de menor resistencia, las esferas que se formarán despues no seran redondas, sino que irán disminuyendo sus radios por bajo y creciendo los opuestos. De lo que se infiere que dos hornillos igualmente cargados pero cuyas líneas de menor resistencia sean

desiguales , formarán diversas esferas de actividad; lo que es contrario á los mismos principios que establece, y á las pruebas de Bis y Postdam.

128. Probado que la pólvora encerrada en la tierra forma una esfera de actividad, es preciso determinar hasta donde se estiende este efecto al rededor; porque el fondo de esta teoría depende del primer punto, y su aplicacion del segundo. Trátase, pues, en general, de dos cosas: una saber determinar la magnitud de la esfera de actividad de tal cantidad de pólvora en tal terreno; y otra de enseñar como conocida la magnitud de una esfera de actividad de una cualquiera cantidad de pólvora, se puede calcular á que magnitud ascenderá la esfera de actividad de otra cantidad de pólvora en igual terreno.

129. Para calcular la magnitud de la esfera de actividad, producida por una determinada cantidad de pólvora, seria apetecible que se pudiese proceder sin el auxilio de esperimentos por solo el conocimiento de la potencia de la pólvora; pero no bastan para ello los principios que hasta ahora hay de dicha potencia; asi no queda otro recurso que el de las pruebas. Estas pueden ser de dos especies: las de Bis y Postdam son las mas adecuadas y naturales; pero los inmensos gastos que exige este género de esperiencias las hacen impracticables. Asi seria muy útil poder encontrar la magnitud de la esfera de actividad de la pólvora por medio de una mina ordinaria sin el aparato de galerias tan dispendiosas.

130. Es menester, pues, saber si por medio de la escavacion de una mina se puede conocer la magnitud de la esfera de actividad de la pólvora emplea-

da en ella. La línea de menor resistencia y el diámetro de la escavacion pueden efectivamente indicar la magnitud de la esfera, que una carga cualquiera puede producir. Porque considerando la línea de menor resistencia y el semidiámetro de la escavacion como dos lados de un triángulo rectángulo, su hipotenusa será el radio de la esfera de actividad formada por la pólvora con que se ha cargado la mina. Sea  $AGB$  (*fig. 10. lám. 2.*) la escavacion de una mina, cuyo diámetro sea  $AB$  y  $DC$  su línea de menor resistencia: en esta suposición será la hipotenusa  $CB$  el radio de la esfera de actividad producida por la carga de pólvora que se ha empleado. Sinó fuese  $CB$ , sería otro mayor  $CF$  ó menor  $CE$ ; pero este no puede ser, porque se ha hallado que el semidiámetro de la escavacion es  $DB$  y no  $DE$ : luego el exceso del diámetro  $EB$  no hubiera podido formarse si el radio no hubiese sido  $CB$ . Igualmente se concluiría contra la esperiencia si se quiere tomar  $CF$  por radio de la esfera, porque en este caso el borde  $BIF$  habria sido igualmente elevado. Es de advertir que no se debe medir el diámetro de una escavacion antes que las tierras que caen de la voladura se desprendan del borde interior  $BI$ .

131. Conociéndose, por las relaciones de las pruebas de Biszy y Postdam las distancias á que se ha extendido el efecto de la pólvora, y de consiguiente los radios de las esferas de actividad, no será necesario para probar lo que se acaba de establecer mas que hacer aqui su aplicacion. En la 1.<sup>a</sup> la línea de menor resistencia era de 12 pies y la escavacion tenia 66 de diámetro: con que si se toma

la mitad se tendrá un triángulo rectángulo, cuyos lados seran de 12 y 33 pies y la hipotenusa algo mayor de 35 pies. En la 2.<sup>a</sup> en que la línea de menor resistencia fue de 15 pies y el diámetro de 66, se hallará que la hipotenusa de un triángulo rectángulo, cuyos lados son 15 y 33 es algo mayor de 26 pies. Pero en la mina de Bisv se estendió su efecto á mas de 38 pies y en la de Postdam á mas de 40; con que buscando el radio de la esfera de actividad segun el método propuesto, se puede esperar con seguridad no solo que el efecto de la pólvora al rededor del hornillo sea de la magnitud que se calculará, sinó que sea superior.

132. Efectivamente este método de Geuss para conocer el radio de la esfera de actividad es segurísimo; de modo, que no hay el menor recelo en asegurar que los efectos de la pólvora se manifestarán con violencia en todos los parages que no estén separados del hornillo mayor distancia; ántes por el contrario, se puede afirmar que excederán de esta distancia, como lo manifiestan las ruinas de las galerías de las pruebas; y se debe presumir que se hubieran arruinado á mayores distancias, si hubiesen mirado directamente al hornillo respecto á que el impulso suficiente para quebrantar un cuerpo que se choca directamente, lo deja de ser cuando se choca con oblicuidad, porque se pierde tanta mas fuerza quanto mas agudo sea el ángulo del choque. Por lo tanto no será extraño que la misma fuerza que no fue suficiente en las pruebas citadas para demoler las partes de galería mas remotas, y oblicuas á los radios de la esfera de actividad, destruyese galerías aun mas remotas, por la parte que fuesen

tangentes á la esfera. La actividad de esta se disminuye hasta ser insensible, á proporción que se aparta más de su foco ó centro del hornillo; de consiguiente debe ser mucho mayor su radio que el que resulta calculándole cuando su actividad es tanta que puede romper las tierras y elevarlas, que es el método propuesto. Es verdad que este método es el único que se puede adoptar para apreciar las magnitudes de los diámetros de las escavaciones, según las cargas y líneas de menor resistencia. Mas si se considera esta teoría como referente al uso de los globos de compresion para arruinar minas ó contra-minas, se podrá suponer sin temeridad que el radio de la esfera de actividad es considerablemente mayor. Pero siendo imposible por lo costoso de las pruebas necesarias determinar cual es este exceso, nos atendremos á las consecuencias que resultan del método propuesto, y que vamos á estender.

133. Sabiendo la calidad de la pólvora que se destine para las minas, será preciso proceder á hacer con ella minas de prueba en otros tantos terrenos diferentes como se pueden encontrar; y observar con la mayor exactitud las líneas de menor resistencia y los diámetros de las escavaciones; despues se podrá por su medio calcular el radio de la esfera de actividad producida por una carga determinada, del modo que se acaba de indicar. Por exemplo, si se encuentra que el semidiámetro es  $=e$  y la línea de menor resistencia  $=k$ , será el radio  $r$  de la esfera de actividad  $=\sqrt{e^2+k^2}$ ; y si la escavacion fuese exactamente rectangular  $=k\sqrt{2}$ . Llegándose á saber por este método general cual es el radio de

la esfera de actividad de una cantidad de pólvora en diversos terrenos, será fácil construir minas que tengan los diámetros que se quiera, siendo una misma la línea de menor resistencia. Para hacer aplicacion de este principio se supondrá: que en los tres terrenos descritos por Belidor (§. 73.) se necesitan segun las esperiencias que hizo, 100 libras de pólvora para hacer una escavacion rectangular de 10 pies de línea de menor resistencia en el 1.<sup>o</sup>; de 170 en el 2.<sup>o</sup>, y de 200 en el 3.<sup>o</sup>. De lo que se sigue que cada una de estas cargas ha formado en el terreno una esfera de actividad cuyo radio era  $=\sqrt{10^2 + 10^2} = \sqrt{200} = 14, 142$  pies.

134. Reconocida la esfera de actividad de una cierta cantidad de pólvora en todos terrenos, se deberá determinar las que se producen con cargas diferentes. Para ello si se quieren escusar nuevas pruebas se supondrá que el efecto de la pólvora es proporcionado á su cantidad; de modo que una cantidad 2, 3 ó  $n$  veces mayor produzca una esfera de actividad 2, 3, ó  $n$  veces mas grande. Y como el efecto de la pólvora en tierras homogéneas sea esférico, es necesario que las esferas de actividad que producen cargas multiples, sean proporcionadas á las de las cargas simples en la razon general que tienen los cuerpos esféricos; á saber en la de los cubos de sus radios.

135. Si la cantidad  $a$  de pólvora produce, pues, una esfera de actividad cuyo radio sea  $=r$ ; la cantidad  $2a$  formará una cuyo radio será  $=r\sqrt[3]{2}$ . Asimismo la carga  $3a$  formará una esfera de actividad

cuyo radio  $= r\sqrt{3}$ ; y en general la carga *na* formará una esfera cuyo radio será  $= r\sqrt[3]{n}$ .

136. Para convencerse de la exactitud de esta regla, viendo que está acorde con la experiencia, se pondrá un ejemplo fundado en las pruebas que Belidor practicó en la Fere (§. 73) por las que se ve que una carga de 300 libras produjo una esfera de actividad cuyo radio fue de  $17\frac{1}{2}$  pies; y que 1000 libras formaron en el mismo terreno una esfera de actividad de un radio de  $26\frac{1}{2}$  pies. Si se supone desconocido este radio, y se pretende hallar mediante la primer prueba, será  $n=3\frac{1}{3}=\frac{10}{3}$ ,  $r=17\frac{1}{2}=17,5$ ; con que el radio que se busca será  $=17,5\sqrt[3]{\frac{10}{3}}$ . Calculando por logaritmos se tendrá

$$\text{Log}.....10 = 1.000000$$

$$\text{Log}.....3 = 0.4771213$$

$$\text{Log}.....\frac{10}{3} = 0.5228787$$

$$\text{Log}....\sqrt[3]{\frac{10}{3}} = 0.1742929$$

$$\text{Log}...17,5 = 1.2430380$$

$$\text{Log}..17,5\sqrt[3]{\frac{10}{3}} = 1.4173309$$

Logaritmo que pertenece al número 26, 141 que denota el radio de la esfera de actividad segun el cálculo; y que solo se diferencia del observado en 0,359 pies ó cuatro pulgadas á corta diferencia.



137. En falta de tablas de logarítmos ó cuando no se está suelto en calcular por fórmulas generales, se podrá suplir el cálculo por medio de una regla de proporcion, y de la estraccion de la raiz cúbica diciendo: como la carga de la mina de prueba, á la carga que se propone; asi el cubo del radio de la esfera de actividad de la mina de prueba, á un cuarto proporcional, que será el cubo del radio de la esfera que formará la carga que se propone; pero este método es más molesto.

138. Calculando, pues, los radios de las esferas de actividad, formadas por distintas cargas de pólvora, desde 50 á 3000 libras, se tendrá la tabla siguiente cuyo uso se manifestará en el número inmediato.

$$\text{Log} \dots 10 = 1.000000$$

$$\text{Log} \dots 3 = 0.4771213$$

$$\text{Log} \dots 7 = 0.8450987$$

$$\text{Log} \dots 4 = 0.6020600$$

$$\text{Log} \dots 17 = 1.2304489$$

$$\text{Log} \dots 27 = 1.4313638$$



*Tabla de los radios de las esferas de actividad producidos por diversas cargas de pólvora en los terrenos del §. 73.*

Cargas de pólvora, libras.	Radios de las esferas de actividad en los tres terrenos.		
	1.º pies.	2.º pies.	3.º pies.
50	11,229	9,401	8,901
100	14,142	11,847	11,220
150	16,189	13,563	12,848
200	17,817	14,928	14,141
250	19,192	16,080	15,233
300	20,395	17,088	16,187
350	21,470	17,990	17,041
400	22,393	18,808	17,817
450	23,346	19,561	18,530
500	24,181	20,260	19,192
600	25,296	21,530	20,395
700	27,051	22,648	21,470
800	28,282	23,627	22,393
900	29,453	24,628	23,346
1000	30,466	25,507	24,181
1500	34,875	28,990	27,681
2000	38,385	32,187	30,466
2500	41,350	34,645	32,827
3000	43,949	36,819	34,882

## Número III.

*De la situación de la esfera de actividad respecto á la superficie mas próxima de los hornillos: de la distribución de la fuerza de la pólvora: voladura de las minas: y figura de su escavacion.*

139. La esfera de actividad de que se acaba de demostrar la realidad y de apreciar su magnitud, seria por lo comun inútil, ó al ménos no produciria el efecto que se apetece de ordinario, si estuviese á tal distancia de la superficie terrestre, como se ha supuesto para formar ideas generales. Siendo, pues, diversos sus efectos cuando se aproxima al horizonte, se deberán observar las diferentes situaciones que pueda tener respecto á él, y escoger las mas ventajosas y practicables.

140. Un globo puede tener respecto de un plano que le toque ó corte tres distintas posiciones: una cuando el plano le es tangente, y esto se verifica en la esfera de actividad en el caso que su radio perpendicular á la superficie inmediata, llega á esta sin esceder ni quedar corto: otra cuando el plano pasa por el centro del globo: y la 3.<sup>a</sup> comprende todas las situaciones, que el plano pueda tener paralelas entre las dos primeras, cortando al radio de globo.

141. Pudiéndose hallar, como se ha dicho en el número anterior, el radio de la esfera de actividad de cada cantidad de pólvora mediante pruebas fundamentales, será fácil fijar la profundidad del hornillo, si se propusiese hacer minas de las cuales el

radio de la esfera de actividad solo tócase la superficie del terreno; pero no haciéndose uso de estas minas, sería trabajo improbable el que se hiciese sobre este punto. Lo mismo se puede decir respecto al 2.<sup>o</sup> en que la superficie superior pasaria por el centro de la esfera de actividad, porque en este caso sería la mina imposible. Solo, pues, queda que tratar de los casos en que la línea de menor resistencia es menor que el radio de la esfera de actividad.

142. Para reducir estos casos muy diferentes entre sí á algun número determinado, supóngase dividido el radio de la esfera de actividad en 10, 100, ó otras tantas partes iguales como se quiera. Que este radio sea = 1, y que á la carga que correspondiera á las esferas de actividad, se den líneas de menor resistencia iguales al radio disminuido de 1, 2, 3, &c. de estas partes. Por exemplo, si se divide el radio de la esfera de actividad AB (fig. 11 lám. 2.) en 10 partes iguales, se podrán construir, mediante la carga adecuada á esta esfera de actividad, minas de nueve distintas líneas de menor resistencia, que diferenciándose todas entre sí formarán escavaciones tambien distintas. Pues que mientras menos partes del radio se den á la línea de menor resistencia, mayor será el segmento que caiga sobre el horizonte; y á proporción que crezca la altura del segmento, disminuirá la del cono y se aumentará su base: de modo, que las líneas de menor resistencia 9 B, 8 B, ..... 1 B, darán los conos cBd, eBf, ..... iBu, que al menos constituyen la parte esencial de otras tantas escavaciones.

143. El procedimiento de este exemplo es universal, y da una idea clara de la formación de las escavaciones de las minas; pues se hace por él pa-

tente que desde que la línea de menor resistencia es inferior al radio de la esfera de actividad, cae un segmento de esta esfera fuera de la superficie del terreno, y la parte de la carga ó del fluido producido por ella obra precisamente elevando el terreno de la escavacion con toda la fuerza de que es capaz segun su dimension.

144. Esta esposicion natural del modo con que se forman las escavaciones merece un exámen mas individual, lo que se egecutará despues. Ahora solo se tratará de las diferentes proporciones de la línea de menor resistencia respecto al diámetro; pero antes se hará esta observacion preparatoria. Si en una mina de la que el radio de la esfera de actividad es  $AB$ , y la línea de menor resistencia  $óB$ , el segmento de la esfera  $iAk$  cae fuera de la línea horizontal  $IK$ , y la fuerza de la pólvora que le pertenece se emplea en elevar el cono  $iBk$ , que con el segmento forman el sector esférico  $iAkB$ , no se deberá concluir por esto que la escavacion que se forme sea simplemente el cono  $iBk$ ; pues esto seria contradecir la esperiencia que manifiesta que el efecto de la pólvora forma una cavidad debajo de la cámara  $B$ ; y que las paredes de la escavacion, lejos de ser líneas rectas como  $iB$ ,  $Bk$  son líneas curvas y cóncavas. Sin embargo es cierto que esto no altera el diámetro  $ik$  de la escavacion.

145. Como las pruebas de la Fere (§ 73) indicaban en general que la proporción de la línea de menor resistencia al diámetro de la escavacion no es constante, como se creia otras veces, sino que al contrario es muy variable, veáseos aqui en estado de determinar las diferentes proporciones que pueden existir sin recurrir á nuevas pruebas, por las

cuales no se pueden llegar á determinar sin mucho trabajo. Reflexiónese para ello sobre las líneas comprendidas en el cuadrante  $ABz$  y se verá: que si se toma  $AB$  por seno total, los semidiámetros de las escavaciones  $d_9, d_8, \dots, d_1$ , que le son perpendiculares, serán senos rectos: y las líneas de menor resistencia  $9B, 8B, \dots, 1B$  cosenos. Se tendrán, pues, las proporciones que se buscan por medio de tablas de senos, transcribiendo los senos rectos que mas se aproximen á  $\frac{10}{10}, \frac{8}{10}, \&c.$  del seno total; y los cosenos correspondientes, que espresarán los semidiámetros de las escavaciones.

146. En el caso supuesto de estar el radio dividido en 10 partes iguales, se tendrá procediendo de este modo la proporción que manifiesta la tabla siguiente entre las líneas de menor resistencia, y los diámetros de las escavaciones posibles; uno y otro espresados en partes del radio de la esfera de actividad que se supone = 1.

Como, para que se vea hasta que punto se aproximan las escavaciones de la rectangular, por ser la esfera admitida anteriormente. Para no haber podido entrar en la tabla, respecto á la división anterior del radio en 10 partes, aunque el caso en que la línea de menor resistencia es de 0,7, se aproxima mucho; pues que para que la escavación sea rectangular debe ser la línea de menor resistencia = 0,707, del radio de la esfera de actividad, y el diámetro de la escavación = 1,414.

148. Conociendo el radio de la esfera de actividad formada por una cierta cantidad de pólvora, por ejemplo de 500 libras, es fácil reducir la proporción precedente á la medida común de pies de Paris, segun la tabla del § 139, sea este radio de 20 pies con poca diferencia en un tercio de medida, y de-

Líneas de menor resistencia.	Diámetro de las excavaciones.	Ángulos del vértice del cono.	
		grados.	minutos.
0,9	0,9	51	40
0,8	1,2	73	46
0,7	1,4	91	8
0,6	1,6	106	14
0,5	1,7	120	0
0,4	1,8	132	50
0,3	1,9	145	4
0,2	1,95	156	54
0,1	1,99	168	32

147. Se han notado los ángulos que forman las paredes de la excavación ó de los vértices de los conos, para que se vea hasta que puntos se apartan las excavaciones de la rectangular, que era la sola admitida anteriormente. Esta no ha podido entrar en la tabla, respecto á la division arbitraria del radio en 10 partes aunque el caso en que la línea de menor resistencia es de 0,7 se aproxima mucho; pues que para que la excavacion sea rectangular debe ser la línea de menor resistencia  $= 0,7071$  del radio de la esfera de actividad, y el diámetro de la excavacion,  $= 1,4142$ .

148. Conocido el radio de la esfera de actividad formada por una cierta cantidad de pólvora, por ejemplo de 500 libras, es fácil reducir la proporcion precedente á la medida comun de pies de París. Según la tabla del §. 138 será este radio de 20 pies con poca diferencia en un terreno mediano, y des-

preciando fracciones de corta entidad, se formará la tabla siguiente por la anterior.

Líneas de menor resistencia.	Díametro de las escavaciones.
Pies.	Pies.
18	18
16	24
14	28
12	32
10	34
8	36
6	38
4	39
2	39.8

46. y Aunque el método propuesto de encontrar la proporción de las líneas de menor resistencia y los diámetros de las escavaciones por medio de las tablas de senos, tenga una exactitud suficiente; se indicarán otros métodos de hacer estos cálculos como preferentes en ciertas ocasiones. Se ha supuesto el radio de la esfera de actividad = 1 con el fin de recorrer mas facilmente todos los casos, y de hacer generales las proporciones; pero esto no se opone á que se puedan reducir las proporciones generales á otras, que convengan á cada radio en particular. Sin embargo es evidente que se puede proceder directamente con este modo. Siendo el cuadrado de la línea de menor resistencia y el del semidiámetro de la escavacion iguales al del radio de la esfera

de actividad, se podrá tomar sucesivamente una cierta parte de este radio por línea de menor resistencia, restar su cuadrado de el del radio, y estraer la raíz cuadrada del residuo; y el doble de las raíces que se estraigan sucesivamente dará los diámetros que se buscan.

150. Si no conociéndose la esfera de actividad producida por la carga, se supiesen por una prueba la línea de menor resistencia y el diámetro de la escavacion, se podría calcular la línea de menor resistencia para cualquier otro diámetro, sin buscar ántes el radio de la esfera de actividad. Supuesto que por una prueba se sabe que una cierta carga produce el diámetro  $lm$ , cuya línea de menor resistencia es  $5B$  (*fig. 11 lám. 2.*); y que se quiera saber el diámetro que producirá en un terreno igual, siendo la línea de menor resistencia  $7B$  ú otra: como los radios de una esfera sean todos iguales, lo serán de consiguiente la suma de todos los cuadrados de las líneas de menor resistencia y de sus correspondientes semidiámetros: en consecuencia si se supone igual  $K$  la línea de menor resistencia conocida por la prueba, y  $R$  el semidiámetro de su escavacion; la línea de menor resistencia que se quiere dará la nueva mina  $=k$ , y el semidiámetro que se busca  $=r$ : se tendrá  $K^2 + R^2 = k^2 + r^2$ , y  $r = \sqrt{K^2 + R^2 - k^2}$ . Del mismo modo se puede hallar la línea de menor resistencia dado el diámetro, pues será  $k = \sqrt{K^2 + R^2 - r^2}$ .

151. Habiéndose demostrado que toda cantidad de póvora que se inflama en la tierra, produce una esfera de actividad; y que con una misma carga se pueden formar escavaciones diferentes entre sí, siem-

pre que sean distintas las proporciones entre las líneas de menor resistencia y el radio de la esfera: como en cada uno de estos casos subtrae el horizonte una parte de la esfera de actividad, que junta al cono arrojado forma un sector de la esfera; este sector toma otra configuración, y generalmente la proporción de la esfera y de sus partes varía de muchos modos. Así vamos á tratar de estas proporciones, cuyos resultados serán útiles en la práctica, valiéndonos para espresarlas de los principios de geometría.

152. Segun estos si la razon del radio á la circunferencia es como  $r : p$ , la solidez de una esfera

cuyo radio sea  $a$  será  $= \frac{ap}{r} \times \frac{a}{2} \times \frac{4a}{3} = \frac{p}{3r} \times 2a^3$ .

Asimismo la solidez del sector esférico comprendido en  $AcBd$  (*fig. 11. idem*) suponiendo su sagita  $= d$ ,

será  $\frac{ap}{r} \times \frac{a}{2} \times \frac{2d}{3} = \frac{p}{3r} \times da^2$ . Luego la esfera será

al sector como  $\frac{p}{3r} \times 2a^3 : \frac{p}{3r} da^2 = 2a : d$ : esto es, como el diámetro á la altura del segmento; ó como el radio á la mitad de la altura del segmento esférico  $Ac9d$ .

153. Si se supone en general una esfera de actividad, cuyo radio sea  $= 1$ , y que este se divide en 10 partes iguales, se tendrán fácilmente las solideces de los sectores  $AcBd$ ,  $AeBf$ , &c. que la figura 11 representa en perfil. Pues poniendo en una hilera la altura de los segmentos  $A9$ ,  $A8$ , &c. en partes del radio de la esfera de actividad, y sus mitades en otra hilera al lado, manifestarán estas quantas partes pertenecen al sector de una esfera de actividad cuyo radio sea  $= 1$ . En la tabla siguiente

se han puesto en lugar de las alturas  $d$  de los segmentos sus complementos á 1, ó la línea de menor resistencia  $k$ : la 2.<sup>a</sup> columna señala las solidedez  $s$  de los sectores.

Línea de menor resistencia.	Solidéz de los sectores.
$k$ .	$S$ .
0,9	0,05
0,8	0,1
0,7	0,15
0,6	0,2
0,5	0,25
0,4	0,3
0,3	0,35
0,2	0,4
0,1	0,45

154. Es evidente que los sectores cónicos de la esfera se dividen por los planos horizontales  $CD$ ,  $EF$ , &c. (determinados por las líneas de menor resistencia  $9B$ ,  $8B$ ,  $7B$ , &c.) en un cono como  $cBd$ , y un segmento esférico como  $Acđ$ . Para determinar la razón que guardan entre sí estos dos sólidos, que juntos forman el sector esférico, se hallarán sus solidedez: la del cono, conservando las denominaciones anteriores, y por ser el radio de su base medio proporcional entre  $a - d$  y  $d$ , será  $\frac{p}{2} \times (2ad - d^2) \times \frac{(a-d)}{3}$ ; y la del segmento, igual á un cilindro del cual el radio de la base sea  $d$ , y la altura  $a - \frac{1}{2}d$ ,

será  $\frac{p}{2} \times \frac{3ad^2 - d^3}{2ad - d^2}$ : luego el cono es al segmento como  $(2ad - d^2) \times (a - d) : 3ad^2 - d^3$ ; ó como  $(2ad - d^2) \times (a - d) : \frac{3ad^2 - d^3}{2ad - d^2} \times 2ad - d^2 = a - d$ :  $\frac{3ad^2 - d^3}{2ad - d^2} = a - d : \frac{3ad^2 - d^3}{2a - d}$ . Pero  $a - d$  es igual á la línea de menor resistencia  $k$ , luego si se substituye  $k$  en lugar de  $a - d$  en la razon anterior, será el cono al segmento como  $k : \frac{2a + k}{a + k} \times d$ ; y tambien si se supone el radio  $= 1$ , en la razon de  $k : \frac{2 + k}{1 + k} \times d$ .

155. Aplicando esta fórmula á cada sector cónico, en el caso antecedente se tendrá que la proporcion del cono C y del segmento A, que le componen será la siguiente:

K	C	A
9	171	29
8	144	56
7	119	81
6	96	104
5	75	125
4	56	144
3	39	161
2	24	176
1	11	189

156. Estas proporciones calculadas en números enteros para el cono y el segmento de esfera, tienen

la incomodidad de no poder percibirse al pronto por ser los números crecidos; pero traen la ventaja de que sumados de dos en dos los correspondientes de cada columna componen siempre 200, resultado cuya utilidad se verá despues.

157. Las proporciones que se acaban de esponer entre el sector cónico y la esfera, y entre el cono y el segmento, que juntos forman el sector, no presentan directamente mas que las proporciones de estas partes; pero al mismo tiempo dan ó sugieren otras ideas. En efecto de los principios establecidos sobre la formacion de la esfera de actividad se sigue: que la fuerza de la pólvora empleada en producir la esfera se distribuye igualmente en todas las pirámides infinitamente pequeñas que la componen; y pudiéndose decir lo mismo de los sectores cónicos de una magnitud y proporcion determinada respecto á la esfera, se infiere: que los números de la 2.<sup>a</sup> columna (§. 153) denotan al mismo tiempo que parte de la fuerza de la pólvora se emplea en cada sector de la fig. 11. de una esfera cuyo radio sea  $= 1$ . Por esta razon los números del §. 155 manifiestan no solo las proporciones de los conos con los segmentos que forman los sectores, sinó tambien expresan la parte correspondiente á cada uno de la fuerza de la pólvora destinada al sector.

158. Supuesto que construyéndose una mina se haya usado una carga de 500 libras de pólvora, parece segun lo espuesto en el §. 138 que en un terreno mediano producirá una esfera de actividad, cuyo radio será de 20 pies; y si la línea de menor resistencia es igual á 0,6 del radio  $= 12$  pies, será el diámetro de la escavacion §. 148 de 32 pies. Pero por otra parte §. 153 si la línea de menor resisten-

cia es 6 B (*fig. 11. lám. 2.*) el sector de la esfera  $AiB$  no será mas que 0, 2 de toda la esfera de actividad; y ademas el cono  $iBk$  será al segmento  $Aik$  como 96: 104: con que aplicando estos valores á la distribucion de las fuerzas de la pólvora de que se acaba de hacer mencion se sigue: que de las 500 libras de pólvora solo se han empleado 100 sobre el sector  $AiBk$ ; y que estas 100 libras se han distribuido de modo que 48 se han ejercitado contra el cono  $iBk$ , y 52 en el segmento  $iAk$ . Como en el caso supuesto 6 B es la línea de menor resistencia y IK la línea horizontal, falta el segmento  $Aik$  á la esfera completa  $AxWz$  de que era capaz la carga. Las 52 libras de pólvora destinadas á este segmento no pueden tener de ningun modo uso en él, y como precisamente deben obrar en el sector  $AiBk$  á que estan destinadas, es necesario que se ejerciten contra el cono  $iBk$  que resta: asi se debe esperar algo mas de parte del cono, pues que obra contra él una fuerza mas que doble; es decir que será arrojado hácia arriba y por encima del plano horizontal IK con una fuerza de 52 libras de pólvora, que son las destinadas al segmento  $Aik$ .

159. Este método de representarse el efecto de la pólvora en la formacion de una esfera de actividad, parece tan natural como adecuado para aplicarle á lo que se ha espuesto al principio de este número. En efecto la distinta situacion de la misma esfera de actividad es por si sola capaz de producir escavaciones, en las cuales varie mucho la razon de la altura al djámetro. No obstante se deben observar las proporciones indicadas de las partes de una esfera de actividad, ántes de poder determinar si las diferentes escavaciones que parecen posibles,

se verificarán en la realidad. Pues que como la parte de la carga destinada al segmento cortado por el horizonte, debe propiamente elevar al cono ó escavacion de la mina, es evidente en primer lugar que si el segmento es muy inferior al cono, puede llegar á ser tan pequeña esta parte de la carga que no sea suficiente para elevarle. Por otra parte se puede suponer el caso en que el segmento sea tan grande respecto al cono, que este no pueda resistir á la presion de la pólvora hasta su entera inflamacion: de modo que la esfera de actividad no seria entónces completa.

160. El primer caso en que el cono es tan grande respecto al segmento, que la pólvora que le pertenece no basta para arrojarle, es temible por dos razones: una porque cuanto mas se aproxima la línea de menor resistencia al radio de la esfera, tanto menor es la parte del esfuerzo de la pólvora que obra contra el sector (§. 153.) Otra, porque esta parte del esfuerzo bien pequeña por sí, se distribuye con mucha desproporcion entre el cono y el segmento (§. 155): de suerte que en algun caso apenas será  $\frac{1}{10}$  de la parte que pertenece al sector lo que se emplee en elevar el cono. Y aunque á la verdad, las tierras del cono estarán ya desunidas y quebrantadas todas sus partículas en virtud de la parte de la carga que les son propias, será necesario aun una fuerza considerable para levantarlas.

161. En cuanto al segundo caso, en que la línea de menor resistencia se diferencia mucho del radio de la esfera de actividad, y en que de consiguiente es muy grande el segmento en comparacion del cono, parece que solo puede resultar que el cono sea arrojado fuera con mucha fuerza, porque la

parte de la carga empleada á este fin es otro tanto mayor quanto mas grande sea el segmento; pero si se esceden los términos de una justa proporcion habrá otra cosa que temer. Pues á fin que se forme la esfera de actividad, se supone siempre un espesor suficiente de tierras sobre el hornillo que resista al esfuerzo del fluido elástico que se desata hasta consumirse toda la pólvora, para que su fuerza expansiva pueda formar la esfera; pero esto será imposible si el espesor de tierras es muy pequeño, y que el menor esfuerzo rompa al instante la superficie terrestre: es, pues, evidente que una esfera de actividad muy próxima al horizonte no formará escavacion.

162. Para hacer mas instructiva la teoría de las minas es necesario fijar exactamente los términos entre que están las escavaciones posibles; y esto por medio de minas de prueba que no estén construidas por casualidad, sinó hechas con el fin de consultar la naturaleza sobre este punto. Mas como nadie hasta aora ha presentado el efecto de las minas bajo este punto de vista, no se estrañará que falten unas semejantes pruebas. Es necesario, pues, contentarse por aora con el partido que se pueda sacar de algunas pruebas aunque imperfectas en este género, y hasta donde pueden guiarnos los racionios fundados en las proporciones que se acaban de indicar.

163. Se principiará por buscar el caso en que son iguales el cono y el segmento; de suerte que el plano horizontal divida en dos partes iguales al sector. No se elige este caso como punto fijo de los dos términos que se buscan para prescribirle como el mas ventajoso, á fin que se distribuya convenientemente el esfuerzo de la pólvora; sinó únicamente

para tener un punto fijo sobre y bajo del cual deban hallarse estos términos. Para conocer este punto, es menester en la razon expresada (§. 154.) del cono al segmento  $k$ :  $\frac{2a+k}{a+k} \times d$  substituir  $a-k$  en lugar de  $d$ , respecto á ser el mismo valor. Y siendo el cono igual al segmento en el caso propuesto, será  $k = \frac{(2a+k) \times (a-k)}{a+k}$ , y  $k^2 + ak = a^2$  de consiguiente será  $k = \sqrt{5a^2} - \frac{a}{2} = (\sqrt{5-1}) + \frac{a}{2} = \frac{2,236 + 1 \times a}{2} = 0,618 a$ .

164. Se ve, pues, que el cono es igual al segmento, cuando la línea de menor resistencia ó la profundidad del centro de la esfera de actividad bajo el horizonte es 0,618, es decir, cerca de 62 centésimos del radio. La parte de la carga empleada en este caso en levantar la escavacion es igual á la que poco ántes habia causado la desunion general de estas partes.

165. Trátase ora de determinar el caso en que el segmento, ó la carga que le pertenece, es tan pequeña que no puede elevar al cono cuya tenacidad está rota. Aunque respecto al peso que puede levantar una cierta cantidad de pólvora difieren mucho los autores que han escrito de minas, y no hayan dejado noticia que cuádré con las pruebas que para éllo serian precisas; Belidor dice, que en el mismo tiempo que hizo la mina número 12 del §. 73, se construyó otra á la misma profundidad, que cargada con 80 libras de pólvora, en lugar de hacer una escavacion solo formó un monton de tierra de 2 pies de alto. Si se busca el radio de la es-

fera de actividad de esta cantidad de pólvora segun las reglas dadas, se hallará ser exactamente de 11 pies, de consiguiente la línea de menor resistencia que era de 10 pies, venia á ser  $0,9$  del radio próximamente: y en tales circunstancias no se formó escavacion, aunque las tierras fueron elevadas poco mas de la diferencia del radio de la esfera de actividad á la línea de menor resistencia. En otra ocasion observó el mismo autor que entre algunos hornillos situados á 15 pies de profundidad habia uno cargado con 90 libras de pólvora, que en vez de formar escavacion solo produjo una eminencia esférica de 3 pies de alto y 20 de largo. Como se ignora el terreno en que se construyeron estas minas, no se puede calcular el radio de la esfera de actividad, pero es muy probable que haya sido de  $15 + 3 = 18$  pies: porque si se multiplican las dos partes del diámetro 3 y  $15 + 18$ , ó 33, su producto da el cuadrado de la semicuerda ó semidiámetro muy próximamente, respecto á que  $3 \times 33 = 99$  apenas se diferencia del cuadrado de  $10 = 100$ : lo que no pudiera verificarse si  $15 + 3 = 18$  no fuese el radio de la esfera de actividad, por ser en el círculo el cuadrado de toda ordenada al diámetro igual al rectángulo de los segmentos en que lo divide. Pero en este caso la línea de menor resistencia era de  $\frac{9}{10} = 0,9$  del radio de la esfera de actividad: con que se ve que tampoco se formará escavacion en el caso que la línea de menor resistencia sea  $0,8$  del radio.

166. Aunque entre las pruebas conocidas de Belidor no se encuentra ninguna mas conducente á nuestro objeto; nos inclinamos á creer que se formará escavacion desde que la línea de menor resistencia se acorte algo. Puede ser que se verifique

cuando sea 0,8 del radio ó al ménos 0,75. En este caso la razon del cono al segmento será la de 21:11; lo que nos inclina á presumir que la mina en cierto grado mas ventajosa es en la que el segmento es igual al cono, y en el que se emplea en elevar las tierras otra tanta fuerza como en romperlas.

167. Para determinar la menor profundidad en que pueda estar el centro de la esfera de actividad sin ser contraria á su formacion, parece que se podría hacer la conclusión inversa, y la última escavacion posible seria aquella en que el cono es mitad del segmento; pero el medio mas seguro es el de recurrir á las pruebas que en cierto modo sean adecuadas á este punto.

168. Las pruebas 10.<sup>a</sup> y 12.<sup>a</sup> espuestas en la tabla del §. 73, produjeron las escavaciones mas ensanchadas: la razon de la línea de menor resistencia al diámetro en la primera fue de 1:4 $\frac{1}{2}$ , y en la segunda de 1:4 $\frac{1}{2}$ . Si conocida la carga y el terreno se calcula el radio de la esfera de actividad de la 1.<sup>a</sup>, se hallará ser de 39,12 pies, y siendo la línea de menor resistencia de 15 pies, será 0,38 del radio de la esfera. Respecto á la 2.<sup>a</sup> se encontrará ser el radio de 25, 53 pies: luego la línea de menor resistencia que era de 10 pies, seria 0,39 del radio de la esfera. Pero como en estos casos las líneas de menor resistencia eran cerca de 0,4 del radio se signé, que el cono (§. 155) ha estado con el segmento en la razon de 56:144; es decir que el segmento era triple del cono á corta diferencia, y no obstante fue suficiente para resistir los impulsos de la pólvora hasta la total inflamacion de ella, y que se formase la esfera. Si se examina la mina de Bisv, cuya línea de menor resistencia era al diámetro como 1:5 $\frac{1}{2}$ , y en

la que por consiguiente (§. 131) el radio de la esfera de actividad era á lo ménos de 35 pies; se hallará que la línea de menor resistencia en este caso fue solo 0,34 del radio de la esfera; y el cono al segmento como 1139:3861: de modo que el segmento era mas que triple del cono.

169. Sin embargo estos egemplos no fijan el punto en que la diminucion del cono comparado al segmento pone términos á la formacion de la esfera de actividad: para ello eran necesarias pruebas, y no las hay terminantes. Es verdad que Struenseé en su *Arquitectura militar* dice: que entre las minas que se volaron en la Fere hubo una cuyo diámetro escedia siete veces la línea de menor resistencia, y toma este diámetro como el último término en que una mina seria posible. Pero hay mucha razon de dudar de esta prueba, respecto á no verse estendida ni citada en ninguna obra, y de que siendo la mas favorable á la teoría é ideas de Belidor no haga en ninguna parte mencion de ella. Mas supuesta su realidad se infiere: que en este caso la línea de menor resistencia hubiera sido 0,274 del radio, y la razon del cono al segmento la de 1:5 á corta diferencia.

170. No obstante la incertidumbre de la prueba anterior, se puede creer que la línea de menor resistencia puede disminuirse hasta ser 0,3 del radio de la esfera de actividad. En este caso seria la línea de menor resistencia al diámetro de la escavacion como 3:19, y el cono al segmento como 35:12 $\frac{1}{2}$ , ó próximamente =1:4.

171. Mientras tanto que la cuestion de que se trata no se resuelva con pruebas relativas á ella; se puede admitir por las razones y pruebas es-

presadas, que mediante la esfera de actividad producida por una cualquiera cantidad de pólvora, no se pueden formar escavaciones sinó en los casos en que la línea de menor resistencia no es mayor que 0,8 ni menor que 0,3 de su radio. En cuanto á los casos que caen entre estos dos términos, vamos á dar de nuevo la proporcion de las partes de una esfera de actividad cuyo radio sea  $=1$ ; ó lo que es lo mismo la distribucion de la carga, que se supone  $=1$ , sobre las espresadas partes de la esfera de actividad: con la diferencia que en las dos penúltimas columnas no se denota simplemente la proporcion del cono al segmento; sinó ademas como se distribuye la parte de la carga perteneciente al sector esférico, y que se espresa en la 2.<sup>a</sup> columna, entre el cono y el segmento segun la proporcion espuesta en el §. 15.

<i>K</i>	<i>S</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>D</i>
0,8	0,1	0,072	0,028	1,2
0,75	0,125	0,087	0,043	1,32286
0,7	0,15	0,08925	0,06079	1,42828
0,65	0,175	0,09384	0,08116	1,51994
0,6	0,2	0,096	0,104	1,6
0,55	0,225	0,0959	0,1291	1,67032
0,5	0,25	0,09375	0,15625	1,73204
0,45	0,275	0,08972	0,18528	1,78604
0,4	0,3	0,084	0,226	1,83302
0,35	0,325	0,07678	0,24822	1,87348
0,3	0,35	0,06825	0,28175	1,90786

172. Por esta tabla que representa el sector es-

férico S, el cono C y el segmento A se reconoce á primera vista qué parte de una carga cualquiera  $\equiv 1$  se emplea en cada una de estas pruebas en particular. Luego si  $k$  denota la línea de menor resistencia en centésimos del radio de la esfera de actividad, la 2.<sup>a</sup> columna mostrará cuanta parte de la carga obra sobre el sector, la 3.<sup>a</sup> la que se emplea en desunirle, y la 4.<sup>a</sup> en arrojarle. Las escavaciones tendrán, pues, los diámetros D de la 5.<sup>a</sup> columna. Pasemos á tratar de la voladura de las minas, y de la figura de su escavacion.

173. Todos saben que incendiada la pólvora bajo de tierra rompe la superficie mas inmediata en direccion de la línea de menor resistencia, con tal que la fuerza de la pólvora y el espesor de las tierras estén en una cierta proporcion. Asi queda poco ó nada que añadir sobre lo perteneciente á la voladura de una mina; y prescindiriamos de este punto, si la teoría que se acaba de establecer no diese lugar á algunas reflexiones, que al ménos pueden ser útiles cuando se trate de hacer pruebas.

174. Al formarse una esfera de actividad es preciso que desde el instante de la fulminacion de la pólvora salgan rayos en todos sentidos. Luego si en A (*fig. 12 lám. 2.*) se da fuego á una cierta cantidad de pólvora, capaz de producir una esfera de actividad cuyo radio sea  $AZ=AM$ , saldrán los rayos en el instante de la inflamacion con iguales velocidades y fuerzas. Los que se mueven en direccion de la línea de menor resistencia AB ganarán desde luego la línea horizontal  $ab$ ; pero como tengan suficiente fuerza para llegar á c, principiarán en virtud de la fuerza residua á recorrer aun Bc en las tierras, y elevar las que se encuentran en direccion de la línea de

menor resistencia. En seguida los rayos AD, AN tocarán igualmente el plano horizontal, y con el exceso de sus fuerzas que los hacian capaces de recorrer aun DE, NO en las tierras, elevarán las partes que se encuentran en las direcciones AD, AN. A cada momento subsecuente llegarán nuevos rayos al plano horizontal en F y P, K y T hasta que se hayan formado los rayos de la esfera de actividad AM, y AZ los cuales fijan los términos M y Z, entre los que se estiende en la superficie el efecto de la mina. Estos rayos que poco á poco ganan la superficie superior principian tambien á formar en los momentos consecutivos las escavaciones DeN, F/P y K/T, hasta que en el último momento esté formado todo el segmento esférico McZ, ó que el cono MAZ sea arrojado en las direcciones de las líneas KL..... Bc.....TV.

175. Las esperiencias en que no ha parecido mas que una eminencia en la superficie del terreno, prueban en particular que una escavacion se forma del modo que se acaba de explicar. Belidor al hacer un considerable número de pruebas, tuvo oportunidad de observar mas de una vez con gran satisfaccion suya este efecto de las minas, lo que le confirmó en sus ideas. Veamos que se puede concluir de aqui que sea útil en la práctica, en donde importa mucho prevéer cual será la figura de la escavacion, y la altura y estension de los escombros de las minas.

176. Cuando en la anterior teoría de las minas se ha tratado de la escavacion, se ha supuesto que era cónica; lo que se ha podido hacer sin error, mientras que solo se trataba de buscar las diferentes proporciones que pueden existir entre la línea de menor resistencia, y el diámetro de la escavacion,

segun el lugar que ocupase la esfera de actividad respecto á la superficie del terreno, porque conociéndose el radio de la esfera  $AM = AZ$  (*fig. 12 idem.*), la carga de pólvora y la razon  $AB: Bc$ , se puede fijar la magnitud constante del diámetro  $MZ$ . Añádase que si la figura de la escavacion se aparta de la de un cono, esto debe suceder hácia su vértice, ó al rededor del hornillo, como se verá por las reflexiones siguientes.

177. En primer lugar: es evidente que por mas deshecha y molida que esté la escavacion  $MAZ$  por el efecto de la pólvora, las moléculas menores de tierra cerca de la cámara quedarán disueltas hasta una cierta distancia, por ejemplo hasta el círculo  $xnpmi$ ; las partículas mas distantes, tanto las que se encuentran en el cono como las que están á la parte opuesta, ó á los lados de  $mpn$ , quedarán igualmente conmovidas y quebrantadas pero mucho ménos que las precedentes, no solo porque los rayos de la fuerza de la pólvora se hallan mas distantes de su centro comun, sinó principalmente porque las partículas disueltas de la esfera  $xnpmi$  las comprimen con tal violencia que no dan lugar á mayor desunion. Ademas no deja de ser verosímil que una parte de las tierras disueltas se insinúe en los poros muy abiertos de las tierras que las rodean; y si se encuentra que el fondo de la escavacion de una mina que se acaba de volar, es de una pureza y solidez singular, se debe esto atribuir mas bien á esta circunstancia que al calor de la pólvora inflamada. Estas tierras disueltas al rededor del hornillo son arrojadas fuera con el resto de las tierras de la escavacion, por la parte de la carga que se incendia en el último momento despues que la mina ha roto por arriba; y de este

modo es como se forma en el fondo de la escavacion una cavidad esférica que llamaremos la profundidad de la escavacion bajo de la cámara; porque en general solo se trata de la profundidad *Ap*.

178. En 2.º lugar se ve claramente que si una parte de las tierras disueltas al rededor de la cámara es arrojada fuera por la abertura *ix*, no se podrá verificar esto sin que arrastre tras sí una parte considerable de *Mim*, y *Zxn*, respecto á que los radios que se aproximan mas á los de la esfera de actividad *AM*, *AZ*, que llegan los últimos á la superficie, acaban de quebrantar estas partes con la separacion del cono *AMZ*, aun mas de lo que seria posible á una mayor distancia del cono. Pero por mas fundada que parezca esta opinion, no es suficiente para resolver la cuestion sobre si los lados *mM*, *nZ* son rectos ó curvos. La opinion que sostiene esto último es la mas universal porque se funda en el dictámen de la Valliere, y está sostenida de la autoridad de otros muchos; y ademas la corrobora la congetura muy aparente de que los radios de pólvora que caen inmediatamente debajo de *Zn* en las tierras compactas, se rompen y rebotan hácia el cono *AMZ*, cuyas tierras se desprenden y tienen ménos fuerza. Sin embargo Belidor que ha hecho las pruebas con tanta atencion como el que mas, es de contraria opinion, y sostiene que los lados de la escavacion *nZ*, *mM* deben tirarse como tangentes al círculo *ipx* desde los puntos *M* y *Z*.

179. Si fuese mas esencial conocer la verdadera figura de una escavacion podria determinarse con nuevas pruebas. Para ello seria preciso tomar las dimensiones de la escavacion ántes de limpiarla mediante muchos cortes paralelos, y medir despues la

escavacion vacía, si el fondo era bastante firme para ser reconocido con distincion. Tambien seria útil escoger para esto un terreno firme, y que estuviere pendiente para que las tierras no volviesen á caer dentro. Pero como este punto segun se deja insinuado es absolutamente inútil para la teoría de las minas, no merece que se hagan pruebas directas para aclararle.

180. Mas no son igualmente indiferentes los otros dos puntos propuestos, de preveer cual será la altura y estension de los escombros de una mina: véase lo que se puede inferir sobre este particular de la teoría del modo de formarse una escavacion. De ella resulta primeramente, por lo que mira á la altura: que en un mismo terreno y con igual carga se arregla sobre la diferencia del radio de la esfera de actividad á la línea de menor resistencia; es decir, sobre la altura  $Bc$  del segmento. Luego si se conoce la altura de la elevacion de las tierras, la carga y la razon de la línea de menor resistencia al radio de la esfera de actividad, respecto de una mina que se haya volado, se podrá hallar esta altura en cualquiera otra proporcion de estos términos. Belidor nota que una mina de 10 pies de línea de menor resistencia, cargada con 1200 libras de pólvora, formó volándose un cono de proyeccion de 80 pies de altura. Y siendo en este caso la línea de menor resistencia 0,43 del radio de la esfera de actividad que produce en este terreno, se tendrá la altura del cono de proyeccion que formarán las tierras en el caso que la línea de menor resistencia sea por ejemplo = 0,6 del radio por esta proporcion:  $5,7: 4 = 80: \frac{4 \times 80}{5,7} = 56$  pies; ó la altura á que se elevarán las tierras.

181. Si las cargas de dos minas son diferentes habrá dos casos distintos, uno en que sean iguales las líneas de menor resistencia; y otro en que degen de serlo. En el 1.º la altura de las tierras se arregla por la del segmento; y como esta es proporcional al radio, las alturas á que se elevarán las tierras de las dos minas deben ser tambien como los radios de las esferas de actividad. En el 2.º caso hay una proporción mas complicada; pero sin embargo la altura de las tierras será igualmente proporcional á la del segmento, si determinando la última se tiene solo miramiento á la variedad mencionada. Belidor que no ha notado esta altura sinó en dos pruebas, dice haberla hallado (como se acaba de esponer) de 80 pies en una mina de 10 pies de línea de menor resistencia, cargada con 1200 libras de pólvora; y de 150 pies en otra de 12 pies de línea de menor resistencia cargada con 3000 libras. El radio de la esfera de actividad de la 1.ª era de 23 pies, y el de la 2.ª de 35, y las alturas de los segmentos están en razon de 13:23. Si se quiere calcular la altura observada en la 1.ª prueba por la de la 2.ª, se hallará por esta proporción  $23:13 = 150:\frac{150 \times 13}{23} = 84$  pies, que es una diferencia bien despreciable en esta materia.

182. De este modo de calcular la altura á que se elevan las tierras se infiere: que cuando las escavaciones son rectangulares, no siempre se elevarán las tierras á una altura que sea igual á la línea de menor resistencia como dice Megrigni.

183. Falta que apreciar la distancia á que se esparcirán las tierras de la escavacion de una mina: punto que sería muy importante determinar con

exactitud, para saber á que distancia se deben separar las tropas inmediatas á una mina á fin que no las maltrate. De lo que se ha espuesto tocante á la formacion de una escavacion resulta: que las tierras que se apartan de la linea de menor resistencia aproximándose á los bordes  $Z$  y  $M$ , son arrojadas á tanta menor altura cuanto las fuerzas  $NO$ ,  $PQ$ ,  $TV$  que las impelen van en disminucion; y que igualmente los ángulos  $ONP$ ,  $QPT$ , &c. bajo los cuales son arrojadas partes de las tierras disminuyen en la misma proporcion. Por otra parte se ve claramente la diferencia de las alturas en el cono de proyeccion de las tierras de una mina que vuela; porque como lo ha observado Belidor, se asemeja en cierto modo al sector de la esfera  $McZ$ : y se puede inferir en vista de los círculos concéntricos que forman las tierras que caen, que los ángulos de elevacion de la proyeccion han sido diferentes; porque las lineas de direccion que se aproximan á  $Ac$  y  $AZ$  arrojan las tierras cerca de los bordes, y que las intermedias las arrojan á proporcion mas léjos. Veáanse dos reflexiones que dan alguna luz sobre este punto, que se ha considerado hasta aora de tan poca entidad, que no se hace mencion de él en ninguna prueba.

184.  $1.^\circ$  Es evidente que los ángulos de elevacion por que son arrojadas á la redonda las diferentes partes de la escavacion, están comprendidos en  $Mc$ , ó la mitad del arco del sector de la esfera  $AMcZ$ . Luego para determinar estos ángulos de elevacion no se podrá hacer otra cosa sinó describir el arco  $cM$  en que están comprendidos todos; pero este arco se arregla siempre por la proporcion que guarda la linea de menor resistencia con el radio de la esfera de actividad, y es imposible determinarle

sin recurrir á esta proporcion: asi en la tabla siguiente se indican las magnitudes de los ángulos que forman prolongados los últimos radios de la esfera que rompen la superficie, á medida que la linea de menor resistencia contiene mas ó ménos partes del radio. De ella se puede inferir que todos los diferentes ángulos posibles en una tal situacion de la esfera de actividad están comprendidos entre el ángulo recto y el correspondiente de la tabla.

Lineas de menor resistencia.	Ángulos.
0,8-----	53 <sup>o</sup> ,7
0,7-----	44 <sup>o</sup> ,26
0,6-----	36 <sup>o</sup> ,53
0,5-----	30 <sup>o</sup> .
0,4-----	23 <sup>o</sup> ,35
0,3-----	12 <sup>o</sup> ,28

185. 2.<sup>a</sup> Para determinar la magnitud de las líneas NO, PQ, TV, &c. (*fig. 12. lám. 2.*) se debe reflexionar que todas las líneas AE, AG, AI, AL (*fig. 13. idem.*) son iguales al radio de la esfera de actividad AC, y que por consiguiente se hallarán sus partes DE, FG, HI, KL cortadas por BO, si se restan las líneas AD, AF, AH y AK del radio; pero estas líneas que se han de restar son secantes del círculo BPQ cuyo radio es la linea de menor resistencia AB, con que podrán determinarse por medio de tablas trigonométricas para cada punto del arco CO. De otro modo: se podrá dividir el diám. tro de

la escavacion en cierto número de partes iguales, y calcular cada línea AD, AF, &c., por los lados de los triángulos rectángulos ABD, ABF, &c. y despues restarlos del radio de la esfera de actividad. Por egeemplo, si respecto de la mina mencionada en el §. 180 se tiene  $AC = 23$ ,  $AB = 10$ , y se toma

$BD = 7$  pies será  $AD = \sqrt{100 + 49} = 12,2$  pies; luego  $DE = 10,8$ ; pero el esfuerzo proporcional á la línea de menor resistencia BC produjo una elevacion de 80 pies; luego la línea DE que en suponiendo BD de 7 pies hace un ángulo de 55 grados con el horizonte, debe producir una elevacion de  $66 \frac{6}{13}$ .

Por otra parte si se calcula mediante la declinacion BD la línea conocida AD, y la elevacion de las tierras arrojadas en la dirección DE que se acaba de hallar, cuanto se aparta el punto E de C en la mayor elevacion, se encontrará que en esta ocasion serán 38,5 pies, siendo el ángulo BAD de  $35^\circ$ : y con el semidiámetro de la escavacion BO se encontró ser  $= \frac{4}{2} = 22,5$  pies, se ve que aun en el caso que las tierras arrojadas en la direccion DE caigan á plomo desde su mayor elevacion se extenderán á 16 de los bordes de la escavacion.

186. Si estas reflexiones de Geuss no son concluyentes y capaces de satisfacer á la cuestion, que no deja de ser de bastante importancia en la práctica de las minas, es por ser este punto poco adecuado por su naturaleza para sujetarlo á cálculos. ¿Cómo se podrá calcular la fuerza escéntrica (si asi puede llamarse) con que las tierras exteriores del cono de proyeccion, que forma una voladura, son impelidas por la dilatacion de las interiores? Como averiguar la mayor fuerza impulsiva con que serán arrojadas

las piedras ó tierras mas fuertes y tenaces, que se hallen mezcladas con otras en una escavacion. Ademas el ser el terreno por una parte mas compacto que por otra bastará para que las tierras caigan á mayor distancia á la parte opuesta. Asimismo el menor desnivel que tenga el terreno influirá considerablemente en la estension que tomen las tierras hácia el pendiente. En un asunto tan complicado solo una larga esperiencia puede prescribir prudencialmente algunas reglas.

### Número IV.

#### *Aplicacion de la teoría de las minas.*

187. En cierto sentido es inútil dar instrucciones sobre el uso de la anterior teoría de las minas; y en otro es de extrema necesidad. Si se elige cualquiera carga de pólvora se puede por las pruebas de Belidor, ó por otras que se hagan á este efecto, calcular el radio de la esfera de actividad que producirá. Las circunstancias segun que sea menester construir las minas, decidiran si es necesario formar una escavacion estrecha y honda, ó ancha y poco profunda: asi se podrá juzgar qué parte del radio de la esfera de actividad se debe dar á la línea de menor resistencia; y solo se tratará de evitar los casos en que la escavacion se hace imposible, aunque la línea de menor resistencia no sea igual al radio ni á cero. Todo esto se puede hacer sencillamente sin mas explicacion. Pero en la construccion efectiva de las minas, en lugar de estar determinada la carga es esta lo que se busca; y queda aun que esponer como se ha de obrar en este caso. Ade-

mas, en la práctica es muy cómodo y espedito el uso de las tablas en las que de un golpe de vista se encuentra lo que se apetece.

188. Si la carga no está determinada lo estarán dos líneas que determinan la magnitud de la escavacion, que serán la de menor resistencia y el diámetro de la escavacion, que se puede determinar de antemano por las circunstancias que acompañan la práctica de las minas. Y como estas líneas son las que determinan el radio de la esfera de actividad, se percibe desde luego como por medio de una mina de prueba en cada terreno particular se puede calcular la carga necesaria para cualquier mina.

189. Por egemplo, sea  $R$  el radio de la esfera de actividad producida por la carga  $P$  en un terreno cualquiera, y se desea saber la carga  $p$  necesaria en igual terreno para una mina cuya línea de menor resistencia sea  $k$ , y el semidiámetro de la escavacion  $= r$ . Siendo el radio de la esfera de actividad

de la mina que se ha de construir  $= \sqrt{k^2 + r^2}$

(§. 133.), será por el §. 134  $R^3 : P = (k^2 + r^2) \times$

$\sqrt{k^2 + r^2} : p$ , luego la carga  $p$  que se busca será  $=$

$\frac{P}{R^3} \times (k^2 + r^2) \sqrt{k^2 + r^2}$ .

190. El primer término  $\frac{P}{R^3}$  del 2.º miembro de la ecuacion se conoce por minas de prueba hechas en diferentes terrenos con la pólvora ordinaria de guerra: luego solo se trata de multiplicar por este término las magnitudes dadas  $k$  y  $r$ , combinadas del modo que manifiesta la fórmula, para hallar la carga que se pide. Haciendo así el cálculo se tiene la

ventaja de que el valor del tercer término  $\sqrt{k^2 + r^2}$  da á conocer la longitud del radio de la esfera de actividad, y que en comparándole con  $k$  se puede ver si la escavacion es posible.

191. Vamos á hacer uso de la fórmula, sirviéndonos de las pruebas indicadas en el §. 133 que Belidor hizo en tres terrenos diferentes. En consecuen-

cia de ellas el valor de  $\frac{P}{R^3}$  es en un terreno arenisco

$\frac{100}{2828}$ ; en un terreno mediano  $\frac{170}{2828}$ , y en un terreno

fuerte  $\frac{200}{2828}$  luego si las magnitudes  $k$  y  $r$  están de-

terminadas para una mina que se haya de construir en un terreno igual á alguno de los anteriores, se podrá hallar por la fórmula la carga que se busca: sea por egemplo en una mina que se haya de construir en tierras fuertes  $k=10$  pies y  $r=18$ : será  $k^2$

$+ r^2 = 100 + 324 = 424$ , y  $\sqrt{k^2 + r^2} = \sqrt{424} = 20,59$ , que multiplicado por  $k^2 + r^2 = 424$ , se

tendrá 8730 y vuelto á multiplicar por  $\frac{200}{2828} = \frac{50}{707}$  dará 617 libras de pólvora á corta diferencia para la carga que se busca.

192. Las tablas que se hallarán al fin de este número sobre estas pruebas de Belidor, se insertan con el fin de mostrar como deben formarse las de esta especie; y con el de que se haga uso de ellas, caso que los terrenos en que se trabaje correspondan á los descritos en el §. 73. Miétras se suponía que el diámetro de la escavacion no podia exceder el doble de la línea de menor resistencia, bastaba que en diferentes especies de terreno se hiciesen minas de

prueba que tuviesen una línea de menor resistencia arbitraria, y que por la carga conocida de que se habia hecho uso se calculasen las necesarias para minas, que tuviesen otras líneas de menor resistencia. Pero unas tablas como las propuestas deben ser mas estensas, si se quieren espresar los casos en que la línea de menor resistencia tiene otra razon con el diámetro. Asi cada línea de menor resistencia de una magnitud diferente exige una tabla particular, y esta línea debe servir de título. La 1.<sup>a</sup> columna muestra los diversos diámetros de las escavaciones posibles respecto á la línea de menor resistencia; y las otras las cargas de pólvora necesarias en las tres especies de terrenos: en fin la última columna muestra el radio de la esfera de actividad producida en cada caso particular, á fin de que se pueda examinar cuanto han de distar los hornillos para no volarse á un tiempo.

193. De consiguiente para saber el número de tablas necesarias, es preciso fijar el de líneas de menor resistencia de que se quiere hacer uso. En la mayor parte de las tablas de minas se calculan las cargas hasta ser la línea de menor resistencia de 60 pies, y en algunas hasta serlo de 40. Si en consecuencia se admite que el mayor diámetro de escavacion de que se tenga necesidad en la práctica debe ser de 120 pies, bastará para las tablas nuevas que la línea de menor resistencia sea de 20 pies. Pues habiéndose demostrado que se puede formar una escavacion cuyo diámetro sea al ménos séstuplo de la línea de menor resistencia, se podrá con una tal línea de 20 pies formar una escavacion de  $20 \times 6 = 120$  pies de diámetro. Y por otra parte como la menor longitud que se puede dar á línea de menor resis-

tencia es de 5 pies para que quede suficiente terreno sobre la pólvora, singularmente midiéndose esta línea desde el centro del hornillo, resulta: que basta formar tablas para líneas de menor resistencia que tengan de 5 á 20 pies. De estas 16 tablas solo ha calculado cuatro Geuss, por parecer las suficientes para formar un gran número de escavaciones.

394. El radio de la esfera de actividad que se encuentra en la 5.<sup>a</sup> columna de cada tabla, se ha calculado por la línea de menor resistencia y el semi-diámetro de la escavacion: de modo que se puede esperar con certeza, que la carga de pólvora correspondiente causará su efecto por debajo y á los lados á una tal distancia: pues la mayor parte de las pruebas sobre el globo de compresion manifiestan, que el esfuerzo de la pólvora se estiende aun mas. La teoría de las minas necesita pruebas para arreglar cual sea este exceso, que solo puede fijarse con repetidos experimentos.

195. El uso de las tablas es muy sencillo. El objeto que se tiene en las minas es formar una escavacion de cierta magnitud, lo que determina el diámetro: la línea de menor resistencia que aun en esta ocasion puede variar, suele estar determinada por las circunstancias ó por el nivel del agua. Si para una línea de menor resistencia se busca en las tablas el diámetro de que se tiene necesidad, se hallará al lado la carga y el radio de la esfera de actividad, que es cuanto se puede necesitar en la práctica.

196. Si en el ataque y defensa de las plazas se tiene únicamente por objeto destruir las galerías enemigas, podrá ser útil muchas veces construir minas cuyo efecto no se manifestase en la superficie

superior; y que la esfera de actividad quedase enteramente bajo de tierra. Este es un caso que no se encuentra en las tablas pero no por eso mas difícil, pues sabiéndose el radio de la esfera de actividad, y haciendo la línea de menor resistencia igual ó mayor que él, está resuelta la dificultad.

197. En fin las tablas serán útiles aun en el caso que se hayan de construir minas en un terreno que no sea semejante á ninguno de los tres para que se han formado. En tal caso solo se tratará de hacer una mina de prueba, cuya línea de menor resistencia y diámetro de la escavacion se encuentren en ellas. La carga que se ha usado en la prueba, y la de las tablas en el mismo caso fijarán la razon por la que se pueden calcular las cargas para todos los otros casos comprendidos en las tablas. Por egemplo, si una mina de 10 pies de línea de menor resistencia y cargada con 150 libras de pólvora ha formado una escavacion de 20 pies de diámetro, se tendrá la razon de 100 á 150; porque este caso exige 100 libras de pólvora en la primer especie de terreno: luego si se pide una escavacion que con 15 pies de línea de menor resistencia tenga 50 de diámetro, se hará esta proporcion  $100:150=873$  (ó la carga que muestren las tablas): á 1309 libras, que será la carga que se busca. Veamos aora qué causas hacen imperfecta la esfera de actividad y distintos sus efectos.

198. La configuracion de la esfera de actividad tal como se ha propuesto hasta aqui es variable por mas de un camine. Segun la idea que se ha dado, es claro que la esfera de la pólvora inflamada debe su redondez á la figura cúbica del cajon (despreciando la diferencia con que conocidamente está favorecida la

figura esférica) y á la homogeneidad del terreno; y parece que debe haber variedad desde que cese una de estas circunstancias. La primera consiste en el que dirige la mina, y segun uso no se varía la figura cúbica del cajon. Mas la segunda depende de la calidad natural del terreno: de modo que en algunos parages no se puede ménos de sujetarse á él, sin poder colocar los hornillos á satisfaccion.

199. Es preciso convenir en que si se pudiesen determinar estas variaciones con exactitud, la teoría de las minas llegaría al mayor grado de su perfeccion; pero se ve que esta parte es justamente la mas difícil. No obstante se verá lo que se puede adelantar sobre este punto, ademas de lo que ha dicho Belidor; y principiaremos á tratar de la mas importante de las circunstancias precedentes que es la heterogeneidad del terreno.

200. La historia natural nos enseña que la superficie del globo terrestre está compuesta de lechos desiguales, que muchas veces varían de tal modo, que en una profundidad de cien pies se suelen encontrar hasta treinta especies, que se diferencian considerablemente en firmeza, coherencia y gravedad específica. Si no se atiende á la naturaleza de estos lechos no se podrá jamas conseguir el fin que se propone en la construccion de una mina. Asi solo por medio de estos lechos heterogéneos se pueden explicar ciertos fenómenos estraños é incompatibles con la teoría de las minas. En 1721 se hicieron en la Fere dos hornillos muy próximos de 20 pies de línea de menor resistencia. El 1.º cargado con 900 libras de pólvora despues de incendiado solo produjo un montecillo de 13 toesas cúbicas: se cargó despues el 2.º con 1000 libras, y esperándose que su efecto fuese

completo nada se notó en la superficie superior después de incendiado. Pasados algunos días se hundió el piso por el parage del hornillo formando un hoyo de 12 pies de hondo y 7 á 8 de diámetro; y habiéndose examinado el terreno con proligidad se halló, que el fluido elástico se habia disipado por un lecho blando de tierras que estaba debajo de uno pedregoso, habiendo hecho entrar en él las tierras disueltas al rededor de la cámara. En 1725 se sacaron dos ramales de una galería á fin de construir dos hornillos en sus estremos: el terreno era tal que se necesitaban 100 libras de pólvora para formar una escavacion rectangular; pero varió de tal suerte en la corta distancia de un hornillo al otro que el segundo aunque de una misma línea de menor resistencia fue preciso cargarle con 160 libras de pólvora para que produgese un efecto igual al del 1.º La diferencia de tenacidad y solidez del terreno fue sin duda la causa de haberse obtenido en las pruebas de Tournay una escavacion cilindrica y no cónica, por medio de un hornillo que se creia sobrecargado.

201. Aunque sean muy raros los casos en que la tenacidad del terreno produce unas anomalias tan notables en el efecto de las minas, no por eso deja de ser igualmente raro encontrar un terreno tan homogéneo, que la figura circular de la esfera de actividad de la pólvora dege de padecer variacion.

202. En cuanto á las minas ordinarias cuyo fin principal es formar una escavacion, como no se atiende á mas que al hemisferio superior de la esfera no se notan estas diferencias, con especialidad cuando la línea de menor resistencia no escede de 10 pies; pero desde que se quiera hacer servir el hemisferio inferior para aplanar las galerías enemi-

gas, ó construir minas muy profundas, será preciso tener mas cuidado con la calidad del terreno; porque está demostrado que los lechos de tierras son mas compactos cuanto mas profundos están.

203. Para formarse una idea del modo con que puede alterarse la esfera de actividad por los diferentes lechos de tierra, supongamos que la tenacidad no varía á saltos, sinó que en lechos muy delgados y sucesivos aumenta ó disminuye regularmente como los términos de una progresion aritmética. Los términos de esta progresion pueden siempre espresarse por los elementos de un triángulo isóceles ó trapecio-regular, de consiguiente se podrá representar la tenacidad de las tierras en el perfil que corta verticalmente un hornillo por el triángulo CDE (*fig. 14 lám. 2.*) si crece desde la superficie AB en donde es insensible; ó por el trapecio MOPN (*fig. 15 idem.*) si en la superficie es igual MN; ó en fin por el trapecio AIKB (*fig. 16 lám. 3.*) si por el horizonte DE es igual á AB y despues disminuye regularmente.

204. Dado el triángulo CGH (*fig. 14 lám. 2.*) si cierta cantidad de pólvora que se inflama en F produce en los lechos superiores el radio de la esfera FC, es claro que los radios siguientes FY, FZ, FG disminuirán siempre poco á poco, y que el radio FI opuesto á FC será el menor de todos; de consiguiente el perfil de la esfera de actividad, que es un círculo en un terreno homogéneo, está aquí representado por la curva CYZGI que se determina por medio del triángulo CGH del modo siguiente.

205. 1.<sup>o</sup> Para hallar á FI se debe observar que si es producida por una fuerza igual á la que ha producido FC, es necesario que los dos planos CGH, GHED que espresan la tenacidad del terreno sean

iguales. Asi solo se trata de añadir al triángulo CGH un trapecio GHED que sea igual á él: problema que se resuelve casi del mismo modo que si se propusiese dividir el triángulo CDE en dos partes iguales por una recta GH paralela á la base. Si se añade pues, al triángulo dado CGH el trapecio GDEH de igual magnitud, resultará el triángulo CDE que será al triángulo CGH como 2:1 y por ser los dos semejantes serán como  $2CF^2:CF^2$ ; luego  $CI^2=2CF^2$ , y  $CF:CI=CI:2CF$ : y se hallará CI por la construcción siguiente. Tómense (*fig. 17 lám. 3.*) KC, CF y FL iguales á CF de la figura 14, y desde la mitad de KL describese el semicírculo KML; levántese en C la perpendicular CM y hágase  $CI=CM$ ; y se tendrá la altura FI del trapecio: porque será  $CM^2=CI^2=CK \times CL=CL \times CF=2CF^2$ .

206. 2.º Despues de determinada FI por medio de FC (*fig. 14 lám. 2.*) basta para describir la curva CYGI que la línea FC se mueva con un movimiento uniforme por el semicírculo que se puede describir desde F sobre CI, en el mismo tiempo que el punto extremo de la línea CF recorre de C á F la diferencia de la línea CF á FI. Asi dividiendo el semicírculo en un número cualquiera de partes iguales, por egemplo en 12, y  $FC-FI$  en otro igual número, la línea CF despues de haber recorrido un duodécimo de la semicircunferencia se habrá acortado un duodécimo, y despues de haber recorrido dos duodécimos se habrá disminuído de otros dos, &c: de modo que se pueden determinar otros tantos puntos de la curva cuantos sean precisos para describirla.

207. Si la tenacidad del terreno desde la superficie hasta el hornillo S (*fig. 15 idem.*) se espresa

por el trapecio MQRN, y que continúe creciendo en la misma proporcion, se podrá determinar la figura informe de la esfera de actividad de un modo semejante al anterior. La curva TQU que determina el perfil se describe como en la figura 14 por medio de las líneas ST y SV, despues de haber encontrado esta última por la siguiente construccion. Prolónguense los lados AC, BD del trapecio ACDB (*fig. 18 lám. 3.*) indefinidamente hácia abajo, y por arriba hasta que se forme el triángulo ABG: tírese la perpendicular GH sobre AB y prolónguese: levántese en G sobre GH la perpendicular  $GM = GI$ ; tírese MI y será  $MI^2 = 2GI^2$ . Hágase  $LK = MI$  despues de haber hecho  $GL = GH$ ; y tírese por K la EF paralela á CD. Y como sea  $MI^2 = LK^2 = 2GI^2 = GH^2 + GK^2$  será  $GI^2$  media proporcional aritmética entre  $GH^2$  y  $GK^2$ : es decir que los triángulos ABG, GCD, GEF son equidiferentes y de consiguiente  $ABDC = CDFE$ ; que es lo que se habia de hallar para determinar la línea IK.

208. Si la coesion de las tierras siguiese una progresion descendente desde la superficie como se representa por AGHB (*fig. 16 ibidem.*) seria necesario buscar la magnitud FL por medio de FC del mismo modo que se halló SV (*fig. 15 lám. 2.*) por medio de TS. La construccion se hace siguiendo un modo inverso al del caso anterior. Despues de haber completado el triángulo EGF prolongando los lados del trapecio dado ECCF (*fig. 19 lám. 3.*) y despues de haber hecho  $GM = GI$  y haber tirado IM, se corta la línea GM haciendo  $KL = IM$ , se hace  $GH = GL$ , y queda determinado el punto H para tirar la línea AB y tambien la línea IH. Se describe la curva (*fig. 16 ibidem.*) que por la revolucion al rededor de

su eje engendra la esfera informe de actividad, como se ha hecho en los dos casos anteriores; á escepcion que el radio FC en lugar de disminuir, en el tiempo que por su movimiento recorre por FL, crece uniformemente: de modo que despues de haber girado por la semicircunferencia viene á ser igual á FL.

209. El modo anterior de figurarse las irregularidades principales y en cierto modo regulares de la esfera de actividad en tierras heterogéneas (que con alguna variacion es tomado de Belidor) no es ciertamente aplicable directamente, porque carecemos de medidas de la tenacidad de los diferentes lechos de tierra: sin embargo puede servir para apreciar el modo con que la esfera de actividad padecerá alteracion en su figura. Se ve que en los casos supuestos en lugar de una esfera se forma un sólido producido por la revolucion de una semiespiral sobre su eje, y se estará en disposicion de poder hacer juicio de su figura en algunos casos mas complicados, como cuando crece la tenacidad desde la superficie hasta cierta profundidad y mengua despues; ó bien cuando acontece lo contrario.

210. Podrá ser muy ventajoso en la construccion de las minas que el cajon de pólvora esté situado sobre un lecho tenaz ó pedregoso. Porque como esta calidad del terreno impide á la pólvora que forme la parte inferior de la esfera de actividad; y como un lecho bastante duro hará rebotar la accion de la pólvora hácia el hemisferio superior, su volumen se estenderá casi al doble que si no ocurriese esta circunstancia. Asi supuesto que habiéndose de construir una mina de 15 pies de línea de menor resistencia se encontrase un lecho semejante á 10 pies de profundidad, seria conveniente en lugar de

profundizar mas, situar el hornillo sobre el lecho; y se podrá esperar si el hemisferio inferior no se destina á romper galerías, que en el caso supuesto se obtendrá con una cantidad poco considerable de pólvora una escavacion ensanchada, que apénas se podría obtener prodigando mucha pólvora en otras circunstancias.

211. Siguese igualmente que en todos los casos en que solo tienen que obrar las minas contra la superficie superior, seria muy útil guarnecer el fondo de la cámara con maderos gruesos ó piedras, singularmente si es muy espaciosa, á fin de aumentar su efecto hácia arriba. Se conseguiria el mismo fin si en lugar de los cajones ordinarios se empleasen petardos para esta especie de minas. Colocándolos sobre una base bien firme darian la direccion conveniente al esfuerzo de la pólvora, y se conseguiria un ahorro considerable respecto á la carga de las minas. Siendo bastantemente costoso y largo fabricar el cajon y atracar los hornillos, es estraño que no se haya pensado jamas en este espediente, que en particular tendrá su utilidad respecto á las contraminas.

212. Como variándose la figura del cajon que encierra la carga de una mina se puede variar la figura de la esfera de actividad; y como la diversidad de figuras en los efectos de la pólvora pueda ser útil en ciertas ocasiones, vamos á examinar cual de las figuras que se pueden dar á los cajones es mas apreciable generalmente en la práctica.

213. Belidor se declara á favor de los cajones chatos y cuadrados por la base: el hecho siguiente le ofreció esta idea. Habiendo construido las tres minas últimas del §. 73 para confirmar su nueva teoría, es verosímil que hubiese predicho los diá-

metros de las escavaciones que habían de resultar para hacer mas evidente la solidez de su doctrina. Pero la mina 12 ocasionó varias controversias; pues habiéndose volado en ausencia de Belidor solo se halló su diámetro de 42 pies segun unos, y de 43 segun otros, cuando se habia determinado que seria de 46 y 10 pulgadas. Esta diferencia se creyó considerable y la teoría defectuosa. Habiendo vuelto Belidor midió el diámetro, y le halló de 45 pies y 4 pulgadas, medida que se acordaba bastante con la del comandante de la escuela el caballero de Abouville; pero se alegó que una lluvia fuerte le habia dilatado: de modo que fue preciso esponer otras razones para calmar los adversarios.

214. Habiéndose construido esta mina cargada con mil libras de pólvora en un terreno de mediana consistencia, se habia hecho el cálculo sobre la 2.<sup>a</sup> experiencia fundamental, que manifiesta que 170 libras de pólvora hacen una escavacion rectangular, cuando la línea de menor resistencia es de 10 pies. En los dos casos era igual la línea de menor resistencia, con la diversidad que resulta de que si se miden estas líneas desde el centro de la pólvora, hubiera sido preciso que las dos minas de 170 y 1000 libras tuviesen un espesor desigual de tierras sobre sí, pues siendo el lado del cajon cúbico de las 170 libras de 16 pulgadas 7 líneas, y el de 1000 libras de 30 pulgadas, resulta que el espesor de tierras en la primera fue de 9 pies, 3 pulgadas 8½ líneas, mientras que en la segunda era de 8 pies y 9 pulgadas: y este espesor disminuía aun, visto que fue preciso cortar gran parte del terreno sobre el cajon á fin de poderle llenar, pues no se pudo ha-

cer entrar lleno. Y como el espesor de las tierras sobre los cajones debe hacer resistencia al esfuerzo de la pólvora hasta el instante que la esfera de actividad esté formada; se sigue que las esferas de actividad de diferentes cargas no podrán ser semejantes conforme á la suposición: y que la proporcion de una mina pequeña á otra grande no es perfectamente justa.

215. Es, pues, fundada la regla que deduce Belidor, que para comparar con exactitud dos minas es necesario medir las líneas de menor resistencia desde encima de la cámara y no desde el centro; pero de temor que no se creyese esta mutacion como un invento forjado á favor de su teoría, la abandona y propone el conservar siempre el lado del cajon empleado en la mina de prueba, y darles á los que se hubiesen de hacer para otras minas mas ó menos fuertes una base cuadrada, mayor ó menor segun lo exigiese la carga. De consiguiente habiendo sido los cajones hechos para los tres experimentos fundamentales (de 100, 170 y 200 libras de pólvora) de figura cúbica, y sus lados de 14 pulgadas, 16 pulgadas y 7 líneas, y  $17\frac{1}{2}$  pulgadas, serian estas dimensiones las alturas invariables de todos los cajones, y se calcularan las bases sobre los principios de que 100 libras de pólvora tienen por base un cuadrado de 196 pulgadas; que 170 tienen uno de 274; y finalmente 200 libras tienen otro de 306 pulgadas cuadradas.

216. Es claro que Belidor incurre aqui en un error; para conocerle basta reflexionar que en las minas de cargas considerables seria el cajon tan grande que apenas se podría construir una cámara proporcionada: por egemplo, la mina cargada con 3600 libras

§. 73 tendría un cajon de 16 pulgadas 7 líneas de alto, y de ancho y largo 6 pies y 4 pulgadas: Además siguiendo esta regla casi nunca se formaria escavacion: porque figurándose un cajon chato como compuesto de muchos cajones cúbicos colocados uno al lado del otro, será evidente que el radio de la esfera de actividad que se forma sobre las dos superficies cuadradas, no podrá jamas exceder el de la mina de prueba que era de 14, 14 pies: y como la línea de menor resistencia no puede ser á lo mas sino 0,8 del radio de la esfera de actividad, resulta: que queriendo conservar la altura del cajon no será posible apartarse mucho de la línea de menor resistencia de la mina de prueba; y que no se podrá seguir el parecer de Belidor sinó con esta restriccion.

217. Suponiendo que haya sido este el pensamiento de Belidor aunque falso, no por eso deja de ofrecer algunas ideas capaces de estender considerablemente el arte de las minas: y es sensible que de tantas pruebas hechas en la Fere no se halle ninguna destinada á aclarar este punto. No obstante en las pruebas particulares que el citado autor hizo en Lié, campo poco distante de la Fere, no perdió de vista esta circunstancia; pero lo que se conserva escrito sobre este asunto está imperfectamente circunstanciado y es lo siguiente. En una tierra dócil y homogénea construyó cuatro hornillos cargados con 30 libras de pólvora cada uno, teniendo todos 6 pies de línea de menor resistencia en tierra virgen. La 1.<sup>a</sup> mina con un cajon cúbico hizo una escavacion de 13 pies 4 pulgadas de diámetro: la 2.<sup>a</sup> con un cajon chato produjo una escavacion de 15

pies 9 pulgadas, y las 3.<sup>a</sup> y 4.<sup>a</sup> cuyos cajones tenían la figura de una pirámide cuadrilátera truncada, de la cual el cuadrado menor servia de base, formaron escavaciones cuyos diámetros solo escedian dos pulgadas al de la 2.<sup>a</sup> Como no se especifican las dimensiones de estos cajones, no se pueden inferir consecuencias exactas de estas pruebas y es necesario atenerse á lo que dice el autor de ellas: á saber, que los cajones aplanados son los mas propios para producir escavaciones anchas, porque la pirámide truncada no las forma mucho mayores.

218. Por sólida que sea esta induccion no lo será sinó en parte, pues que la cuestion no se reduce á saber si en una mina se ha de formar una escavacion ensanchada; porque ademas de esta mira, la única principal cuando se trata de hacer alojamientos espaciosos, se pueden tener otras: y entónces podrá suceder que los cajones aplanados no sean convenientes en el sentido que los toma Belidor. Si se intenta en el ataque de una plaza dirigir una mina contra un terreno ocupado por el enemigo, á fin de conmoerlo con violencia ó de destruir las galerías que se encuentren en él; si se quiere hacer volar un espaldon ó trinchera, ó si se idea removiendo las tierras vírgenes ponerse á cubierto del efecto de las minas, será necesario segun las ocurrencias no dar al cajon una figura cúbica pero tampoco aplanada con una base cuadrada. Cajones prismáticos, verticales ú horizontales, aplanados, que tengan por base un rectángulo y otras variaciones podrán ser mas útiles, como se conocerá por poco que se reflexione sobre el modo con que la pólvora encerrada en tales cajones deberá obrar en la

tierra relativamente al objeto que se propone.

219. En cuanto á la figura que por este medio tomará la esfera de actividad, es evidente que no podrá ser circular; y que á medida que la figura del cajon se aparte de la cúbica, se apartará la de la esfera de actividad de la redondez. Por lo común vendrá á ser un elipsoide; y mirándola bajo este punto de vista se podrán determinar sus dimensiones con bastante exactitud para la práctica. El cajon prismático horizontal formará un elipsoide prolongado cuyos cortes horizontales ó paralelos al ege serán elipses, y los perpendiculares círculos. En estos casos igualmente que en otros análogos á ellos, se trata de determinar el ege de la elipse mayor en cada especie diferente de cortes, á fin de hacer concepto de la magnitud de las escavaciones producidas por esta clase de esferas de actividad.

220. Si no se incurre en el abuso notado §. 216 de dar muy poca altura al cajon aplanado respecto á la profundidad á que se entierra, para que produzca un efecto igualmente combinado; se podrá esperar que los radios de una semejante esfera de actividad, que se formará sobre un lado cualquiera del cajon, serán de igual magnitud que los que habria formado un cajon cúbico de igual raiz. Pues aunque se tomen aqui los lados del cajon en lugar de la pólvora encerrada en él, no se incurrirá en error con tal que se esté prevenido del abuso expresado.

221. Supuesto que siguiendo el parecer de Belidor (§. 214) se usase un cajon aplanado para la mina mencionada en el §. 213, habria tenido 16 pulgadas y 7 líneas de alto, y su base cerca de 40 pul-

gadas de lado; pero un cajon cúbico del lado *ab* (fig. 20 lám. 3.) de 16 pulgadas 7 lineas produce una esfera de actividad, cuyo radio es 14, 14 pies: y uno de 40 pulgadas produce un radio de cerca de 34 pies: luego se tendrán los dos eges conjugados de la elipse que se cortan perpendicularmente en el foco de la pólvora: a saber el grande  $OD=68$  y el pequeño  $BE=28,28$  pies. Conocidos estos se encuentra el semidiámetro de la escavacion *d* para cada línea de menor resistencia *k*, que no esceda la mitad del ege menor mediante esta fórmula  $d=a\sqrt{\frac{1}{4}-\frac{k^2}{c^2}}$  (ecuacion de la elipse, tomando las abscisas en el ege menor y desde el centro): en la que *a* representa el ege mayor y *c* el menor. Si haciendo, pues, uso de un cajon igual se conserva la línea de menor resistencia  $AF=10$  pies, que se dió al cajon cúbico, se tendrá  $FH=68\sqrt{\frac{1}{4}-\frac{100}{799,8}}=\frac{68}{2,81}=24,12$ ; y la abertura de la escavacion seria un círculo descrito con este radio. Si al contrario se hubiese tomado  $AF=8$  pies, se encontraria  $FH=27$  pies y  $GH$  hubiera sido de 54 pies.

222. Si construyendo una mina en un terreno de poca consistencia se usa un cajon prismático, que sobre su ancho y alto de 14 pulgadas tuviese por ejemplo  $3\frac{1}{2}$  pies de largo se obtendrá una escavacion oblonga de la que la mayor dimension de la abertura por su ancho será de 20 pies, si la línea de menor resistencia es de 10. Para saber su mayor largo será necesario hallar antes los dos eges del corte elíptico que pasa por el ege del cajon; y se hallará

$a=85$ ,  $c=28$ ,  $28$ , y despues mediante la fórmula anterior y ser  $k=10$  se hallará la ordenada  $FH=30$ , y tomando el doble se tendrá que la longitud de la escavacion  $GH$  es de 60 pies: siguese de aqui que con una carga de 350 libras de pólvora se puede obtener una escavacion, cuya boca sea una elipse (fig. 21 lám. 3.) de la que el ege mayor  $AB$  sea de 60 pies, y el menor  $CD$  de 20.

223. Si el cajon se hubiera puesto verticalmente, la esfera de actividad se habia estendido á 40 pies sobre la superficie de la tierra; lo que ciertamente es superior á lo que parece se puede esperar de tan corta cantidad de pólvora. Por esto mismo y por lo que en general se ha dicho de las diversas figuras de los cajones, se ve que por esta parte se puede aun contribuir á la perfeccion de la teoria de las minas; pero este punto necesita de muchos experimentos.

224. Para formar escavaciones oblongas se han usado hasta aora dos hornillos que se hacen volar á un tiempo, en lugar de producir este efecto por medio de un cajon de distinta construccion, sirviéndose de un solo hornillo. Aunque este as. no sea importante en algunas ocasiones, no parece que ningun autor haya dado reglas para fijar la distancia de los dos hornillos, á fin de formar escavaciones perfectamente reunidas; y entre las pruebas de que se tiene noticia hay muy pocas capaces de resolver la cuestion. M. grigni hizo construir en Tournay dos hornillos distantes el uno del otro la linea de menor resistencia, los cargó con dos tercios de su carga ordinaria, y los hizo volar á un tiempo; pero apenas se obtuvo escavacion. Otra vez hizo vo-

lar á un tiempo cuatro minas convenientemente cargadas, y distantes entre sí la línea de menor resistencia ; pero entónces se formó una escavacion comun, sin que se pudiese percibir ninguna separacion en el fondo. Belidor da noticia de dos hornillos que se hicieron en el ensayo del sitio del polígono de la Fere en 1724 distantes de 28 á 30 pies el uno del otro, cuyas líneas de menor resistencia eran de 22 á 23 y que estaban algo sobrecargados : y dice, que volados á un tiempo produjeron una escavacion comun, tal que éra imposible percibir que se hubiesen hecho dos hornillos para obtenerla. Cuando en 1739 se reiteró esta prueba delante del Rey con intento de echar los cañones de las baterías de brecha dentro de la plaza, se hicieron dos hornillos que volaron á un tiempo: la carga de cada uno fue de 600 libras, la línea de menor resistencia de 10 pies y la distancia de un hornillo al otro de 15 á 16, la escavacion fue elíptica de 15 á 16 pies de hondo, 45 de largo y 27 de ancho.

225. Se debe tener presente que cuando se quiere examinar la especie de escavacion que producirán dos hornillos que se vuelan á un tiempo, no se debe tomar la medida de su distancia por la línea de menor resistencia, sinó por el radio de la esfera de actividad : y entónces es evidente que solo se tratará de determinar la línea KL (*fig. 22 lám. 3.*) ó la parte que un radio corta del otro. Porque desde que los hornillos M y N se apartan, y su distancia es igual á los dos radios de la esfera de actividad tomados juntos, los hornillos volarán como dos minas separadas, y no producirán escavacion comun. En todos los casos comprendidos entre estos dos estre-

mos, los radios de la esfera de actividad se reúnen en parte; y la figura de la escavacion depende siempre de ello.

226. De las muchas combinaciones posibles es la media cuando la distancia de los dos hornillos cargados igualmente es igual al radio de sus esferas de actividad. En este caso parece que las esferas de actividad están bastante próximas para llevarse el lomo de tierra representado por *ABG* (*fig. 23. lám. 3.*) que es justamente lo necesario para obtener una sola escavacion. Sin embargo, esta cuestion debe resolverse con pruebas hechas espresamente á este fin lo mismo que las dos que se derivan de ella, á saber si sin dañar á esta condicion se pueden separar todavia los hornillos; ó bien si es preciso reunirlos aun mas.

227. Tal es la teoría de las minas de Geuss en la que se halla muy estendida é ilustrada la que Belidor formó despues de muchas esperiencias y observaciones. Todas las varias ideas esparcidas en ella son fundadas y sólidas, y aunque no se les deben dar un firme asenso miéntras no se hallen comprobadas por repetidas esperiencias hechas con conocimiento en la parte que no están confirmadas por este sello, el único que en materias físicas debe asegurarnos de la existencia de la verdad; no por esto dejan de abrirnos un fértil y dilatado campo para hacer esperiencias que las confirmen sea modificándolas ó ampliándolas; ó tal vez mostrándonos ser algunas de ellas ilusorias. Es sensible que este ingenioso autor que ha sabido levantar un edificio tan vasto y proporcionado de los materiales que le dejó Belidor, no haya tenido medios de hacer las prue-

bas que eran necesarias, para que la solidez de todas sus partes fuese igual á la del cuerpo. Pero en la presente ocasion nos es aun mas sensible que no haya publicado el tratado práctico que promete en su obra y que nos seria de indecible utilidad: sin embargo se procurará suplir su falta en el modo posible valiéndonos, como dejamos dicho del *Ensayo de minas* de la Febure, del cual dice Geuss formará la base de su tratado práctico.

Línea de menor resistencia = 5 pies.

## TABLAS

*De las cargas de las minas de 5, 10, 15 y 20 pies de línea de menor resistencia, según los diámetros que hayan de tener sus escavaciones en los tres terrenos descritos en el §. 73.*

Línea de menor resistencia = 5 pies.

Diámetro de la escava- cion.  pies.	Cargas de pólvora.			Radios de la esfera de activi- dad.  pies.
	Para el 1.º terreno.  libras.	Para el 2.º terreno.  libras.	Para el 3.º terreno.  libras.	
8	9,3	15,8	18,5	6,4
10	12,5	21,2	25	7,07
12	16,8	28,6	33,6	7,8
14	22,5	38,2	45	8,6
16	29,6	50,4	59,2	9,43
18	38,5	65,5	67	10,3
20	49,4	83,9	98,8	11,18
22	62,3	106	124,6	12,08
24	77,6	132	155,2	13
26	95,5	163,3	191	13,9
28	116,1	192,9	232,2	14,9
30	139,7	237,5	279,4	15,8

Línea de menor resistencia = 10 pies.

Diámetros de las escava- ciones.	Carga de pólvora.			Radios de la esfera de activi- dad.
	En tierra débil.	En tierra mediana.	En tierra fuerte.	
pies.	libras.	libras.	libras.	pies.
16	74	126	148	12,8
18	86	146	172	13,4
20	100	170	200	14,1
22	116	197	232	14,8
24	134	229	269	15,6
26	155	265	312	16,4
28	180	306	360	17,2
30	207	352	414	17,8
32	237	403	474	18,8
34	271	461	542	19,7
36	308	524	617	20,5
38	349	594	699	21,5
40	395	671	790	22,4
42	444	756	889	23,3
44	498	848	975	24,2
46	557	947	1115	25
48	621	1056	1242	26
50	690	1200	1380	26,9
52	764	1299	1528	27,9
54	843	1434	1686	28,8
56	929	1543	1859	29,7
58	1020	1735	2040	50,7
60	1117	1900	2234	31,6

Línea de menor resistencia = 15 pies.

Diámetro de la escava- ción.	Cargas de pólvora.			Radios de la esfera de activi- dad.
	Para el 1.º terreno.	Para el 2.º terreno.	Para el 3.º terreno.	
pies.	libras.	libras.	libras.	pies.
22	225	383	450	18,4
24	250	425	500	19,2
26	276	469	552	19,9
28	305	519	610	20,5
30	337	573	674	21,2
32	372	633	744	21,9
34	411	700	822	22,7
36	454	772	908	23,4
38	501	852	1002	24,2
40	558	949	1116	25
42	607	1032	1214	25,8
44	667	1134	1334	26,6
46	731	1243	1462	27,5
48	801	1359	1602	28,3
50	873	1485	1746	29,2
52	955	1618	1910	30
54	1039	1770	2078	30,9
56	1132	1926	2264	31,8
58	1285	2091	2570	32,7
60	1333	2267	2666	33,5
62	1443	2454	2886	34,4
64	1560	2652	3120	35,3
66	1683	2855	3366	36,3

## Línea de menor resistencia = 15 pies.

pies.	libras.	libras.	libras.	pies.
68	1856	3089	3712	37,2
70	1951	3318	3902	38,1
72	2101	3564	4202	39
74	2249	3873	4498	39,9
76	2410	4097	4820	40,9
78	2645	4497	5290	41,8
80	2755	4685	5510	42,7
82	2941	4954	5982	43,7
84	3135	5330	6270	44,6
86	3338	5675	6676	45,5
88	3550	6035	7100	46,5
90	3772	6413	7544	47,4

## Línea de menor resistencia = 20 pies.

Diámetros de las escava- ciones.	Cargas de pólvora.			Radios de la esfera de activi- dad.
	En el 1.º terreno.	En el 2.º terreno.	En el 3.º terreno.	
pies.	libras.	libras.	libras.	pies.
30	552	938	1104	25
32	594	1010	1188	25,6
34	639	1086	1278	26,3
36	688	1160	1376	26,9
38	742	1261	1484	27,6
40	810	1357	1620	28,3
42	662	1465	1724	29

Línea de menor resistencia = 20 pies.

pies.	libras.	libras.	libras.	pies.
44	929	1579	1858	29,7
46	1000	1701	2000	30,5
48	1078	1832	2156	31,3
50	1160	1972	2320	32
52	1247	2121	2494	32,8
54	1338	2279	2676	33,6
56	1440	2448	2880	34,4
58	1544	2627	3088	35,2
60	1656	2817	3312	36
62	1774	3017	3548	36,9
64	1899	3229	3798	37,7
66	2031	3453	4062	38,6
68	2169	3688	4338	39,5
70	2314	3936	4628	40,3
72	2465	4197	4930	41,2
74	2630	4471	5260	42
76	2799	4758	5598	42,9
78	2976	5059	5952	43,8
80	3161	5376	6322	44,7
82	3365	5704	6720	45,6
84	3558	6049	7116	46,5
86	3770	6409	7540	47,4
88	3990	6784	7980	48,3
90	4221	7171	8442	49,2
92	4461	7583	8922	50,2
94	4710	8012	9420	51
96	4970	8449	9940	51,9

## Línea de menor resistencia = 20 pies.

pies.	libras.	libras.	libras.	pies.
98	5240	8908	10480	52,9
100	5520	9384	11040	53,8
102	5814	9879	11622	54,7
104	6113	10390	12226	55,6
106	6425	10920	12850	56,5
108	6749	11470	13498	57,2
110	7085	12040	14170	58,5
112	7432	12630	14864	59,5
114	7791	13220	15582	60,4
116	8162	13870	16324	61,4
118	8549	14530	17092	62,3
120	8942	15200	17884	63,2

## Número V.

*De las contraminas.*

228. Como se dijo en la introduccion de este artículo cuando se inventaron las minas fue con el objeto de arruinar los muros de las obras para abrir brecha. Era demasiado ventajosa esta especie de guerra para que no se pensase 1.º en eludir la y despues en darla toda la estension de que fuese capaz. Asi es que sirve tanto para los sitiadores como para los sitiados en el dia de hoy, en que habiéndolo llegado la artillería á tal perfeccion que se consiga con mayor ventaja por medio de los cañones el destino primero de las minas, han ampliado estas su objeto

formando un nuevo ramo del ataque y defensa de las plazas.

229. Debe pues entenderse por la palabra *mina* en general cualquier trabajo subterráneo construido con el fin de encerrar una cantidad competente de pólvora, que atacada é inflamada destruya las obras enemigas, ó abra en ellas brecha, ó en fin maltrate, consterne y desaloje á las tropas que las defienden.

230. Las minas que se hacen en el ataque de una plaza se llaman *minas de ataque* ó solamente *minas*; y las que se construyen para la defensa *minas de defensa* ó *contraminas*. Las primeras se emplean para destruir las contraminas, romper el parapeto y estacada del camino cubierto, y desalojar de él al sitiado, facilitando su toma; hacer competente brecha en alguna obra exterior ó del recinto, cuando no puede egecutarse con cañones por lo impracticable del terreno, ó por su situacion; finalmente destruir las cortaduras ó atrincheramientos que el sitiado hace en las brechas, ó en el interior de la obra. Las segundas sirven para impedir al sitiador el progreso de sus trabajos, no permitiéndole adelantar las minas, destruyéndole las baterías ó volándole con el terreno y alojamiento que haya hecho en el camino cubierto, brecha ó interior de una obra.

231. Las contraminas son obras permanentes con que se fortifican al presente las plazas importantes; y á la verdad superiores á la multitud de obras de que constan varias plazas de Europa, que siendo tan costosas en su construccion son casi imposibles de defender por exigir su guarnicion un egército.

232. El camino que se hace desde la boca ó en-

trada de la mina hasta hallarse debajo de la obra ó terreno que se quiere volar, ó á la distancia proporcionada de la contramina que se intenta destruir, se llama *galería*; como AB (*fig. 1.<sup>a</sup> hasta 8 lám. 7.*) que todas representan minas vistas de plano, excepto la 2.<sup>a</sup> que es el perfil de la 1.<sup>a</sup> Comunmente se hace la galería recta, como lo es en las figuras 1, hasta 6; pero á veces es preciso dirigirla formando retornos ó recodos como en las 7, 8 y 10 de la misma lámina.

233. Cuando la galería no se abre al pie de un muro, ó en una falda ó terreno que esté mas alto que toda la galería, es preciso penetrar en él por medio de un pozo P (*figuras 1, 2, 3, 7, 8 y 10 de dicha lám.*) Suele dársele á esta bajada el nombre de *pozo* siempre que sea subterránea, aun cuando no baje verticalmente como se representa con la letra P en la *fig. 2.<sup>a</sup>* sinó en escalera ó rampa como RA.

234. Se llama *ramal* á cualquier conducto que sale á derecha ó izquierda desde la galería principal, y que es mas estrecho y bajo, como los BC, BF, JN. Tambien se suele llamar ramal, aunque siga la misma direccion que la galería como BL (*fig. 5 y 6 idem.*) y aun á la misma galería como IK (*fig. 27 lám. 4.*) siempre que su latitud y altura sean las que se dan á los ramales, y no á las galerías.

235. Se dice que una galería ó ramal está *apuntalado*, cuando por medio de puntales ó de marcos de madera, y aun tallas puestas sobre unos ú otros en caso necesario, se sostienen las tierras de encima; *encofrado* cuando tambien se sostienen con tablas las tierras de los costados; y *revestido* cuando se sostienen las tierras con paredes y bóveda de pie-

dra ó ladril lo. Solo se revisten las contraminas por que son obras permanentes, principalmente las galerías: y como los ramales no suelen hacerse hasta hallarse la plaza sitiada ó amenazada, no hay de consiguiente ni tiempo ni necesidad de revestirlos.

236. Se da el nombre de *fogata* al hornillo ó mina cuya línea de menor resistencia no escede de 12 pies (10 de París próximamente); y por consiguiente á la cámara misma que ha de contener la pólvora, que es tanto mas pequeña, quanto lo es dicha línea y el sólido que se ha de volar.

237. *Voladura* ó *escavacion de mina* es la concavidad que deja el terreno que ha saltado por la violencia de la pólvora oprimida.

238. Cuando se trata de las escavaciones de una mina, se supone que la superficie del terreno en que se construye es horizontal, y por consiguiente vertical la línea de menor resistencia; porque quando se hace una mina para arruinar un muro, ó abrir brecha, solo resulta un monton de ruinas, ó una subida desigual que no tiene figura ni altura determinadas, aunque lo sea la cantidad de pólvora que ha de emplearse para obtener estos efectos.

239. Tambien se supone, quando solo se dice *escavacion*, que es producida por un solo hornillo, ó por una mina como las de las figuras 1.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> lámina 7 que por esta razon se llaman *simples*; porque las figuras 4, 5, &c. de la misma lámina que por tener dós, tres &c. hornillos se llaman *minas dupla, tripla*, &c. se destinan comunmente para arruinar muros ú obras, ó abrir brechas; y quando se emplea la mina (*fig. 4 idem.*) para obtener una escavacion cuya boca sea de figura elíptica,

se la distingue llamándola *escavacion oblonga*.

240. Por *guerra subterránea* se entiende la que se hace por medio de minas ó contraminas; y las acciones que ocurren dentro de ellas para defenderlas, atacarlas ó arruinarlas.

241. En las contraminas se llama *galería magistral* la construida ó abierta en el espesor de la mampostería del recinto principal de una plaza dejando libre el declivio exterior: esta galería es paralela á la línea magistral y se estiende al lado ó á una parte de los frentes. Su uso es oponerse al paso del foso, hacer volar las ruinas de las brechas, y destruir toda la obra despues que se haya apoderado de ella el sitiador. Para estos fines debe tener esta galería repetidas aberturas ó puertas de mampostería por todo su largo, para poder abrir un ramal hácia la parte que se quiera sin tener que romperla: estas puertas se llaman *lagunas*, porque efectivamente está interrumpido con ellas el muro de las galerías.

242. *Galería de primer recinto* es la que está bajo del camino cubierto y próxima al revestimiento de la contraescarpa; en ella hay abiertas aspilleras que la ventilan y sirven para defensa del foso. Tambien suele abrirse esta galería debajo de la cresta del parapeto de la esplanada, y con respiraderos ó aspilleras al camino cubierto; y á la de esta especie cuando está profunda y tiene la entrada por el foso, la llama tambien la *Febure magistral*. En fin estas galerías se suelen conocer por el nombre de *galerías de sangre*.

243. *Galería de recinto ó de segundo recinto* es la situada en el parage que se termina la esplanada, y por lo tanto la mas esencial para retardar y frus-

trar los ataque del sitiador. Entre estas tres galerías, y singularmente las dos segundas que son las principales, se constriuyen otras tantas galerías de comunicacion como sea necesario, observando que su número sea mayor entre las dos últimas.

244. En los baluartes y revellines se constriuyen galerías llamadas *capitales*, porque están en la direccion de las líneas de este nombre. A estas las atraviesan perpéndiceamente otras nombradas *transversales*. Pero ninguna debe llegar á la magistral para que de la pérdida de esta no se siga la de ellas.

245. De la galería de recinto salen las de *escucha* hácia la campaña y se terminan en pozos, á fin de poder alargarlas mas en caso de sitio con ramales que estén á distintas profundidades. De las escuchas y de las demas galerías se abren en caso de sitio hácia las partes que conviene varios ramales, á cuyos extremos se sitúan los hornillos necesarios.

246. Cuando se encuentran muchas escuchas ó galerías de modo que circunden entre todas un espacio, en él que se pueda atacar al enemigo por todas partes, se nombra este espacio *bonete*. Cuando tres ó mas galerías se terminan en un punto se hace en él una obra pequeña de mampostería, en forma de polígono de tantas cargas como galerías haya, y con aspilleras para defender las galerías: esta obra se nombra *garita* ó *reducto*. En fin se llaman *dados* unos repuestos pequeños que se hacen en las escuchas al encuentro de las galerías.

247. Para que introducido el sitiador en una galería no se apodere de todas se ponen varios rastriillos ó puertas de encina fuertes, con muchos aguge-

ros por los que puedan entrar las bocas de pistolas ó fusiles, y que se pueden llamar *retiradas*.  
 248. No se piense que segun las definiciones anteriores tienen todas las plazas contraminadas un semejante cúmulo de obras subterráneas. Por lo comun ninguna tiene la galería de recinto aunque es la mas principal: en muchas no hay galería magistral, ó se da este nombre á la de primer recinto, ó de sangre que es la única de las tres principales que se suele encontrar. Tambien hay muchas plazas contraminadas que no tienen galerías capitales ni de consiguiente transversales; y á la verdad ninguna de ellas es esencial respecto á que el único fin de todas es poder volar hornillos bajo cualquier punto de la esplanada donde se aloje el sitiador: lo que se puede conseguir con una multitud de combinaciones de galerías, de las cuales las mas ventajosas son las ménos complicadas, costosas y conocidas. Esta última circunstancia es muy importante como despues se dirá: demos ahora noticia mas individual de los sistemas de contraminas.

249. El mas acreditado y estendido de todos es el del célebre la Valliere, que publicó primero el caballero Folard en el tomo III. de sus Comentarios de Polibio, y se reduce á situar bajo de la esplanada de una plaza tres órdenes de hornillos unos mas profundos que otros, y todos distantes entre sí sus respectivas líneas de menor resistencia. Supóngase para su construccion que á 4 ó mas pies del parapeto del camino cubierto corta un plano la esplanada por un ángulo de 45 grados; y que si la línea de menor resistencia de los hornillos del primer orden ha de tener 10 pies, corta verticalmente otro

plano la esplanada á esta distancia del primero: se tendrá en la interseccion de estos planos una línea que marcará la situacion del primer orden de hornillos, abiertos á 10 pies unos de otros. En el primer plano tirese á esta línea una paralela distante de ella un espacio igual á la línea de menor resistencia del primer orden; y en ésta paralela se situarán los hornillos del segundo orden, distantes entre sí un espacio igual á la línea de menor resistencia común á todos ellos. Finalmente tirese en el primer plano otra paralela á las dos primeras, que diste de la segunda un espacio igual á la línea de menor resistencia de los segundos hornillos; y en ella se marcarán los del tercer orden distantes entre sí un espacio igual á su respectiva línea de menor resistencia.

250. En el artículo IV. del tratado de la defensa de las plazas de la Valliere se halla otro sistema de contraminas atribuido á su hijo; que se diferencia del anterior en estar los tres órdenes de hornillos situados al rededor de una pirámide dodecágona, recta y rectángula, cuyo vértice esté en la superficie del terreno; y en los ángulos alternados de ella se abren 18 hornillos, 6 en cada orden, y ademas otros dos en el ege, uno en el plano de los 6 superiores y otro en el de los inferiores. Es evidente que siendo rectángula la pirámide pueden tener estos 20 hornillos la misma proporcion entre sus distancias que los del sistema anterior. Así los del segundo orden distan de los del primero un espacio igual á la línea de menor resistencia de estos, y de los del tercero sus líneas de menor resistencia: y los de cada orden entre sí sus respectivas líneas de me-

nor resistencia. Situando estos hornillos en las aristas de la esplanada de los ángulos salientes, pretende su autor volar hasta veinte veces un mismo terreno por el cual ha de pasar regularmente la zapa.

251. Estos dos sistemas de minas (que no hemos circunstanciado por hallarse en muchas obras) parecen á primera vista los mas adecuados para hacer inespugnables las plazas. ¿Qué sitiador por intrépido que sea renovará sus ataques despues de habérselos volado 6, 8 y hasta 20 veces? Pero si se examinan con reflexion se hallarán casi imposibles en la práctica por varias razones. 1.<sup>a</sup> Ningun sitiador europeo será capaz de adelantar sus ataques sobre la esplanada de una plaza que sabe está contraminada, sin que ántes abra el camino el minador; y aun cuando ignorase que la plaza estaba contraminada se lo advertiria el primer hornillo. 2.<sup>a</sup> Segun la teoría que precede de las minas, al volarse un hornillo del primer orden destruiria los ramales de los inmediatos de su orden y de los del segundo; y tal vez segun el terreno llegaria la estension de la esfera de actividad hasta los terceros. Si para remediar este inconveniente se cargaban desde luego todos, ademas de un consumo inútil de pólvora, se arriesgaba que esta se deteriorase estando mucho tiempo bajo de tierra, y el que no se pudiese proporcionar la situacion de los hornillos en los parages mas oportunos para ofender al sitiador, que tal vez se apoderaria de ellos. 3.<sup>a</sup> Que cuando las tierras están removidas por el efecto de una voladura las siguientes no hacen efecto, como se notó en el sitio de Schweidnitz y en la prueba de Postdam.

4.<sup>a</sup> Que no es fácil hallar terrenos en donde se pueda profundizar lo necesario para la colocacion del tercer orden de hornillos sin encontrar agua. 5.<sup>a</sup> Que es de un coste inmenso la egecucion de las galerías y ramales necesarios para este sistema, aun cuando las circunstancias de la plaza los permitiesen.

252. Espuestos los defectos de los dos sistemas de minas de la Valliere, daremos noticia del sistema de la Febure, para cuya inteligencia véanse las figuras 24, 25 y 26 de la lámina 4: la 24 representa un baluarte M y dos rebellines NN con atrincheramientos en sus golas, como los del frente atacado en la lámina 14 de la segunda parte; y la disposicion y el número de los hornillos del primero y segundo orden, contruidos á dos diferentes alturas en la esplanada correspondiente á dichas obras: *n*, *r* casamatas ó cofres contruidos perpendicularmente á las prolongaciones de las capitales del baluarte y rebellines: *s*, *s* galerías que salen de sus extremos: asi estas, como las anteriores tienen aspilleras para la defensa del foso, y ventilacion de los subterráneos: *v*, *v* otras galerías por donde se comunican las anteriores: *x*, *x* otras idem, ó grandes ramales dirigidos hácia la campaña; de los cuales salen á derecha izquierda y al frente los ramales ó retornos para los hornillos unos horizontalmente y otros con inclinacion, como se comprenderá por la esplicacion de la figura 26: *z*, *z* ramales dispuestos para volar algunos hornillos ó fogatas delante del paso del atrincheramiento; como se dirá en la esplicacion de la figura 27, respecto de los señalados en ella con la misma letra.

253. La figura 25 representa el modo con que se han de disponer los ramales, hornillos y fogatas, para hacer uso de dichas contraminas. Se manifies-

ta la casamata  $r$ , y las galerías  $s$ ,  $x$  pertenecientes al baluarte como en la figura anterior; y las aspilleras para la defensa del foso. No se ha representado la entrada para la casamata desde el foso, como en la figura 24, tal vez con el fin de manifestar en la 27 el perfil de una aspillera. B hornillos del primer orden: C los del segundo: D los pozos para los del tercero, ó fogatas. Las zanjas  $Dc$ , ó  $Db$  para colocar la canal y salchicha de estas van á parar á los mas inmediatos respiraderos de los practicados para la ventilacion de dichos subterráneos, en los puntos  $c$ , y á derecha é izquierda de  $b$  semejantes á los que se representan en plano por los círculos A, B, C, D de la figura 27 y de perfil sobre los puntos  $a$  y  $d$  de la 28.

254. La disposicion de dichos pozos, hornillos ó cajones y salchichas puede comprenderse por la parte  $lk$  de la figura 29 de la misma lámina.

255. Los espacios estrechos comprendidos entre dos paralelas, y que siguen por derecha é izquierda del cofre, galerías y ramales, representan sus respectivos revestimientos de mampostería.

256. La figura 26 representa el perfil cortado por la línea  $AbcD$  de la figura anterior; el cual representa la profundidad y longitud de los ramales; la altura recíproca de los hornillos del primero, segundo y tercer orden, cuyos centros se consideran en los puntos  $b$ ,  $c$ ,  $d$ , correspondientes á los B, C, D de dicha figura; y las escavaciones de ellos  $m$ ,  $n$ ,  $o$ : las letras  $a$ ,  $r$ ,  $s$ ,  $x$  representan lo mismo que las A,  $r$ ,  $s$ ,  $x$  de la figura 25:  $t$  es una de las aspilleras para la defensa del foso y para ventilacion.

257. Se supone que la esplanada tiene un declivio de 4 grados: los hornillos del primer orden que

son los más bajos están á 30 pies de la cresta de la esplanada, y su línea de menor resistencia es de 24 pies contados desde el piso de la galería. Los de segundo orden están á 57 pies de la cresta, y su línea de menor resistencia es de 15. Los del tercero están á 72 pies de la cresta, y su línea de menor resistencia es de 9 á 10 pies. El plano de los tres órdenes forma hácia la plaza un declivio de cerca de 10 grados, y con la esplanada un ángulo *b<sub>1</sub>c<sub>1</sub>v* de cerca de 17°. Véase la ejecución de este sistema de contraminas.

258. En el ángulo saliente del foso (*fig. 25. idem.*) se construye una casamata, ó cofre perpendicular á la capital de un baluarte de 60 pies de largo, 16 de ancho y 10 ú 11 de alto; y á sus extremos dos galerías con aspilleras para defensa del foso y respiraderos de los subterráneos. También se ve en la figura como por medio de galerías y ramales se puede ir desde la casamata á los hornillos de primero y segundo orden.

259. Igualmente se puede construir una obra semejante frente del revellin, y unir las galerías continuándolas por debajo de la plaza de armas, como lo manifiesta la figura 24, y por este medio se podría ir desde las casamatas á las minas pertenecientes á la esplanada de las plazas de armas.

260. Para construir los hornillos B que han de estar de nivel con el terraplen de la casamata A (*fig. 25.*) se hacen horizontales las galerías *Ab* (ó *ab* en el perfil) y también los ramales ó retornos *bB*: las primeras tendran de luz de  $5\frac{1}{2}$  pies de alto y  $3\frac{1}{2}$  de ancho; y los segundos 3 pies de alto y  $2\frac{1}{2}$  de ancho. La parte *bc* será un ramal ordinario de 4 pies de alto y 3 de ancho; y los ramales

cC lo mismo que bB. Para llegar á estos ramales del segundo orden se empezará á subir desde b ó tambien desde c; pero entónces será mas fuerte la cascada. A fin de ventilar estos ramales se harán respiraderos de 8, ó 9 pulgadas de cuadratura en los puntos c, y á derecha é izquierda de las puntos b: estos respiraderos se revestirán de mampostería hasta dos pies de la esplanada.

261. Cuando llegue el caso de haberse de usar las minas se abrirán pozos de 9 á 10 pies de profundidad y tres de diámetro en los puntos D, D: en sus fondos se escavarán hácia la parte de los respiraderos por donde se deba darles fuego, huecos de 16 ó 18 pulgadas de cuadratura y otras tantas de alto, para poner el cajon de la pólvora: colocado este y lleno se acomoda la salchicha, y la canal que la ha de cubrir se fija al cajon por el extremo inferior de ella, y el superior irá á terminarse á 2 pies de la boca del pozo, desde donde se hará una zanja estrecha de dos pies de hondo hasta el respiradero mas próximo, por donde se descolgará la salchicha y canal á los ramales. Dispuestos así los pozos se terraplenarán y apisonarán; y no habrá mas que hacer hasta el tiempo preciso de darles fuego.

262. Es evidente que estas fogatas se pueden poner á la distancia que se quiera del camino cubierto; pues solo se tratará de hacer mas largas las salchichas y las zanjas por donde han de dirigirse á los respiraderos. Tambien se podrian tener hechos los pozos de antemano y sus comunicaciones con los respiraderos, en los que estuviesen enterradas las canales con una cuerda dentro para hacer pasar, tirando por un extremo, la salchicha atada al otro, en caso de haberse de cargar los pozos que se ha-

brian tenido cubiertos hasta entónces. En fin al tiempo de cargar los pozos seria conveniente poner en cada uno dos ó tres bombas, que se incendiasen al mismo tiempo.

263. En cuanto á los ostáculos que podrian hallarse en la egecucion de este sistema de minas véase como piensa su autor. Si se encuentra un manantial que amenace inundar las galerías, se abrirán pozos bastantemente profundos para recibir las aguas y filtrarlas en las tierras. Si este expediente no fuese practicable, ó si se previese que no serviria de nada, se imaginará otro como seria variar la direccion de las galerías, que es lo mejor: pues aunque entónces fuese preciso mudar algo el proyecto, egecutándolo con prudencia se dejaria este ostáculo al enemigo. Si se fuese siempre subiendo desde el foso no se presentaria ninguna dificultad en dar salida á las aguas por mas cuantiosas que fuesen. Asi en caso de temerse por las circunstancias del terreno encontrar aguas abundantes, se deben principiari las galerías algunos pies mas abajo que el nivel de los puntos á que se quiera llegar.

264. Si se encontrase alguná roca, vena de piedra ú otros semejantes ostáculos, se veria sondándolos si habia medio de pasar por debajo ó por algun lado; sinó se estaria en la precision de romperlos en la direccion de las galerías, lo que no será muy difícil ni costoso respecto á la guarnicion porque tendria todo el tiempo necesario para ello. Pero si ántes de empezar á trabajar para vencer el ostáculo se previese que su continuacion seria imposible ó muy difícil, será lo mas oportuno dejárselo al enemigo, y mudar absolutamente de proyecto en esta parte. Por lo demas cuando acontecen semejantes cosas se pre-

sentan á la imaginacion los medios de remediarlas sobre el mismo lugar, mucho mejor que en una amplia disertacion en la que seria imposible representarlas bajo todos los aspectos con que deben ser vistas.

265. Desde luego se ve que este proyecto de minas carece de las mayores dificultades que tienen contra si los de la Valliere, y que al mismo tiempo es mucho mas sencillo y practicable; pues no exige ni con mucho la multitud de galerías y ramales que cualquiera de los otros. Asi solo puede atribuírsele el defecto de que estando los ramales y galerías construidas de antemano, le seria fácil al minador, obrando con conocimiento, destruir por medio de los globos de compresion todos estos órdenes de minas. Efectivamente todo sistema de contraminas por mas combinado y proporcionado que esté respecto á los ataques enemigos, siempre será defectuoso si es público y se sabe que se ha seguido en todo ó en parte en las obras de una Plaza; porque el sitiador procederá con conocimiento y de consiguiente con ventaja.

266. La disposicion particular de las contraminas en una plaza, que por su importancia merezca que se haga en cierto modo inespugnable con este arbitrio, debe, pues, ser produccion de uno ó mas oficiales de reputacion consultados para ello, y que procedan con conocimiento de una multitud de circunstancias particulares de que es difícil ó imposible dar noticia en un tratado en que solo se deben esponer principios generales. Ademas debemos prevenir, que como se infiere de quanto dejamos espresado, sea la que se quiera la disposicion de las contraminas, siempre será esencial que no sea conocida

más que de los sujetos precisos y de confianza. Pasemos á tratar del método de contraminar las demás obras.

267. La figura 27 lám. 4. representa un rebellin contraminado, como debieran estar segun el autor todos los baluartes, si en sus golas tuviesen atrincheramientos como el M de la figura 24: NE galería abierta debajo del atrincheramiento; á la cual se da entrada por T, F, y pasando por debajo de los traveses de este atrincheramiento. Esta galería y las de debajo de los traveses, que principian en T, F, sirven para arruinar dicho atrincheramiento y traveses, despues de perdido el rebellin; por lo cual se atracan porciones de ellas por sus extremos, y en lo restante se ponen algunos cajones de pólvora. De los extremos N, E se baja para pasar por debajo del pequeño foso D á la galería RCS, que coje todo el frente del rebellin. A, B, C puntos en que se abren los ramales y sus rêtornos; debiéndose advertir, que el objeto de los hornillos que se construyen á sus extremos no es demoler el muro ni parapeto, sinó defender la brecha. Los círculos que se notan en dichos puntos, y en D, representan respiraderos, cuyo perfil se manifiesta en la fig. 28, sobre *a* y *d*. Han de ser bastante grandes para estraer no solo las tierras del ramal, sinó las de la galería á medida que se abanza. Las galerías se deben revestir de mampostería y si se quiere economizar no se abrirán los ramales hasta el caso preciso: *m* traves ó parapeto para defender la entrada del paso *n*: *z, z* ramales dispuestos para volar algunos hornillos ó fogatas delante de dicho paso, á fin de favorecer la retirada de los defensores de la brecha, conteniendo el ímpetu del sitiador. L pozos para fogatas que pue-

dan volarse en la esplanada, dándoles fuego por las galerías, ó especie de ramales IK, contruidos debajo de los traveses; los cuales sirven tambien, perdido el camino, para arruinar estos traveses, como se ha dicho de los del atrincheramiento (véase la figura 29 de esta misma lámina.)

268. La figura 28 es el perfil cortado por la línea VJESAX de la figura 27: *or* parte superior del traves del atrincheramiento: *rt* declivio superior del parapeto de este. Los puntos *f, e, d, a, g, h*, corresponden á los F, E, D, A, G, H del plano: *fe* paso por debajo del traves: *e* perfil de la galería de debajo del atrincheramiento: *cd* paso por debajo del foso: *d* respiradero: *a* perfil de la galería de debajo del terraplen: *ag* longitud del ramal: *g* perfil del retorno: *h* un hornillo.

269. La figura 29 es el perfil cortado por la línea IKL de la figura 27. En él se representa el pozo y fogata *l*, ó *L* de dicha figura; y la disposición de la canal y salchicha que termina en el extremo *k* del ramal *ik*, ó *IK* de la citada figura.

270. Para contraminar de este modo un revellin se necesitarian á lo mas 110 toesas de galerías, y cerca de otro tanto para un baluarte, no haciendo debajo de su atrincheramiento mas que dos pasos sencillos para pasar por debajo de su foso hasta la galería magistral: desde esta se romperian como en el revellin algunos ramales con sus retornos, los que no deberian abrirse, como se ha dicho, hasta la ocasion. ¿Y en este caso con cuánta facilidad se minarían las brechas? El perfil denota á que profundidad deben estar los hornillos bajo del parapeto para que hagan el mayor efecto. No se trata de abrir

el parapeto, ni el muro, sinó solo de dominar las brechas. Los respiraderos facilitarían mucho los medios de cargar y atracar las minas.

271. Para favorecer la retirada de los defensores de las brechas sea en un baluarte ó revellin sería oportuno tener algunas fogatas delante del paso del atrincheramiento al terraplen, para contener el ímpetu del sitiador. A estas fogatas se les puede dar comunicacion por debajo del atrincheramiento y su foso hasta la galería, á fin de poderles dar fuego como al cebo de un cañon.

272. El atrincheramiento se construye para la seguridad interior del revellin, cubrir mejor su guardia, resguardar de los rebotes las piezas de los flancos, y en fin asegurar la retirada de los que se viesen obligados á abandonar el terreno de su frente. Dueño el enemigo de toda la obra, sea que se le haya abandonado ó de otro modo, el atrincheramiento sería perjudicial al sitiado; y por esta razon se estiende por todo él una galería con el fin de poderle arruinar enteramente cuando se quiera. Para ello se principia atracando 18 ó 20 pies de los extremos de esta galería por las partes en que se baja al foso pequeño: despues quedarán 19 toesas vacías por cada parte, en las que se acomodan seis ó siete cajones de pólvora de modo que se pueda darles fuego por debajo del traves, que tambien quedará vacío hasta 14 ó 15 pies de la puerta de comunicacion, para que tenga la misma suerte que el atrincheramiento y todo quede arrasado. Se atracarán bien los 15 pies últimos, y se conducirá la salchicha en su canal hasta el revestimiento de la gola para poderla incendiar desde el foso.

273. Los traveses del camino cubierto están

en el mismo caso que los del atrincheramiento. Se hace uso de ellos mientras se puede, y despues conviene volarlos á fin que el enemigo no se sirva de ellos para cubrirse hasta el borde de la contraescarpa. A este efecto, habiéndose hecho bajo el traves una especie de ramal como se ve en el camino cubierto del revellin de la fig. 27 lám. 4, y en el perfil del camino cubierto (fig. 29 *idem.*) se ponen en este ramal algunos cajones ó barriles de pólvora: despues se cierra la entrada de modo que por esta parte se les presente igual ó mayor resistencia que por las demas; y dándoles fuego por el foso, como á una mina ordinaria, quedará arrasado el traves segun las experiencias de Belidor. Con este mismo arbitrio se puede volar cualquiera otra obra, como muros, flechas, espaldones, &c. En las mismas figuras se representa el modo de volar algunas fogatas en la esplanada valiéndose de los traveses.

## Número VI.

*Disposicion de las minas respecto á las contraminas, y defensa de unas y otras.*

274. Si se cree á los escritores que han tratado de la defensa de las plazas por medio de contraminas, se tendrá por inespugnable una plaza contraminada, y por frivolos todos los medios que se propongan de atacarla. Pero todas las cosas y singularmente las militares se pintan de muy distinto modo que suceden. Nada cuesta proyectar ramales sin número, hornillos que se vuelen en los parages y tiempos precisos, defensas insuperables en las galerías, y que cuatro granaderos armados de armas

defensivas y de espadas, pistolas y granadas sean irresistibles. Pero el mayor defecto en que se incurre esponiendo un sistema es querer cegar al contrario. Es cierto que una plaza abundantemente provista de expertos y prácticos minadores seria muy difícil ó imposible de conquistar por un ejército en que no los hubiese, ó estos fuesen visosos é ignorantes; mas no sucederá así si el sitiador como es regular supera ó iguala á los sitiados en minadores, por su número, práctica y aun inteligencia. Así se han visto rendirse Tournay, Bergopzoom y Schweidnitz aunque defendidas con excelentes contraminas. Esto supuesto, vamos á esponer los medios de que se debe valer un sitiador para continuar sus ataques en una plaza contraminada.

275. Para inteligencia de cuanto se va á esponer véanse las figuras 30 y 31 de la lámina 5: la primera representa una esplanada con galerías y ramales de contraminas, esparcidas por toda ella y que se estenden hasta 30 toesas de la estacada. La segunda manifiesta una galería de recinto con aspilleras en la contraescarpa, de la que salen varios ramales sin ninguna simetría. Estas dos figuras juntamente con lo que se deja espuesto en el número anterior, hacen ver que las contraminas se pueden hacer de mil modos diferentes. Però como siempre se reducen á hornillos hechos bajo la esplanada, y que se comunican con la plaza por ramales y galerías, siempre se tratará del modo de vencer este aparato yendo á su encuentro con minas.

276. Supóngase que la tercer paralela del sitiador sea AB al pie de la esplanada, y que saliendo de la paralela con el ramal *a* de zapa para adelantarse por la capital se haga volar el hornillo C: has-

ta este parage es donde naturalmente se puede entender el efecto de las contraminas. En este caso se aloja el sitiador en la escavacion, ó se retira á la paralela hasta nueva resolucion tomada por los gefes de artillería é ingenieros.

277. Siendo muy fácil congeturar que el hornillo C pertenecia á alguno de los ramales de la capital; será necesario apartarse de debajo de él, ó atacarle con armas semejantes á las que presenta el enemigo. Apartándose á derecha ó izquierda se irá á dar indubitablemente en otra contramina: de lo que se debe inferir que el mejor partido será atacar á viva fuerza con minas todas las capitales del frente acometido.

278. La voladura C puede ser efecto de una mina, ó de una simple fogata bajo de la cual habrá una mina: en este caso los que se hubiesen alojado en ella tendrian muy mala suerte. Pero supóngase que conociéndose la fortificacion de la plaza y sus contraminas dege la voladura un alojamiento seguro delante de la paralela; y que nada se arriesgue en marchar por debajo de él hasta D; ó por lo ménos á tal profundidad que no haya que temer las bombas. Por este medio volándose un hornillo se tendrá la escavacion D, en donde se alojará el sitiador, de modo que no sea visto de las obras colaterales: lo que debe ser una de las principales atenciones que se han de tener. Para construir dicho hornillo podrá pasarse á D abriendo un ramal subterráneo desde C en caso de estar seguros de que esta escavacion no es efecto de una fogata que tenga debajo otro hornillo: de lo contrario se pasará á D minando desde la paralela, como manifiesta el perfil.

279. Sea la profundidad de la escavacion D de

12 pies y 24 de diámetro, se tendrá un alojamiento seguro del cual se podrá hacer uso para abrir al mismo tiempo dos ramales, el uno hacia E á fin de ganar la capital, y el otro hácia F en caso de temerse alguna contramina por esta parte. Habiéndose hecho volar E se alojará el sitiador en la escavacion, y sería útil hacer volar al mismo tiempo F para tener un buen alojamiento desde E hasta F. Supóngase E tan próxima del ramal de la capital ó de alguno de sus retornos como lo denota la figura: en este caso una carga algo fuerte romperá uno y otro. Entónces encontrando el ramal de la capital se entraria en él, se echaria al enemigo hasta donde se pudiese, y se trocaria el ramal en una escelente trinchera como se dirá despues. ¿Que ventaja seria si se consiguiese abrir este ramal hasta el ángulo saliente del camino cubierto? Pero como se debe presumir que el sitiado se atrincherará de modo que no pueda penetrar el sitiador, se contentará este con abrir el ramal desde E hasta H, para tener una buena plaza de armas á la izquierda de la capital.

280. Se continuará minando desde E á I lo mas cerca de la capital que sea posible; y sucesivamente desde I hasta K y de K á L, haciendo saltar estos puntos á medida que se llegue á ellos para hacer las escavaciones I, K, L. Si hay alguna galería principal tal como la MY, la romperá sin duda el hornillo L; sinó se abrirá un ramal desde L á M ó á Y para hacer un buen alojamiento; y se hacen algunos caballeros de trinchera sobre la esplanada, que se cubrirán con algunos pozos y ramales de escucha para guardarlos de toda sorpresa.

281. Se puede calcular próximamente el tiempo

necesario para llegar con minas desde el pie de la esplanada hasta el ángulo saliente del camino cubierto con las comunicaciones mas fáciles y seguras que es posible. Supóngase en este ejemplo la distancia de una mina á otra de 8 toesas, y que el minador adelante 12 pies en 24 horas, tardará 20 dias en llegar al punto L, ó 24 respecto de los accidentes que pueden retardar sus obras.

282. Habiendo llegado el minador á L, no será difícil ampararse del resto del ramal de la plaza hasta el foso: en este caso se dejará tal como esté, para que sirva de bajada al foso si es bastantemente ancho para ello; de lo contrario se volarán sucesivamente los hornillos N, O, P lo mas próximo del ramal de la derecha que sea posible á fin de romperle por su nacimiento, y apoderarse de este modo de toda esta parte de la derecha estiéndanse como se quiera las contraminas: entónces se construirá con seguridad la batería de brecha X sobre la esplanada; y se hará si se quiere desde ella un paso subterráneo para ganar el fondo del foso, aprovechándose del ramal desde X hasta P.

283. Supónganse necesarios 12 dias para hacer las tres minas N, O, P y la batería de brecha, ascenderán á 36 los precisos para llegar desde el pie de la esplanada al paso del foso: añádanse 12 para llegar con las trincheras á la esplanada, y otros 12 para lo que falta que hacer hasta el cuerpo de la plaza: se necesitarán de consiguiente dos meses bien contados para el sitio de una plaza fortificada con contraminas; suponiendo que se hace un igual ataque al mismo tiempo por las tres capitales del frente atacado. Desde luego se percibirá que semejantes em-

presas exigen sugetos capaces de ejecutarlas, y que para ellas son precisos muchos minadores en quienes se pueda confiar.

RSTU son las contraminas de la izquierda; de las cuales se puede hacer dueño el sitiador, como de las PZ y construir la batería que ha de proteger á la de brecha X.

284. Supóngase que en la figura 31 (que representa las contraminas de una esplanada, cuyos ramales todos nacen de una galería  $r, r, r$  al rededor de la contraescarpa con aspilleras al foso y con *traveses*, *retiradas*, ó *cortaduras* para defender la galería, en caso de entrar en ella el sitiador) están todas las galerías mucho mas profundas que en el ejemplo anterior: de consiguiente se deberán abrir á mayor profundidad las minas del sitiador. Este no sabe nada de la distribucion de las contraminas, sinó es que hay una galería de recinto al rededor de la contraescarpa, desde la cual se avanzan varios ramales. En este caso el partido mas seguro será no apartarse de la capital, sinó tomar esta línea por directriz del ataque, haya ó no debajo algun ramal.

285. Sea AB una de las cabezas de la trinchera al pie de la esplanada, y C una mina pequeña que el enemigo haya volado algo á la izquierda de la capital: esta mina denota que hay que recelar debajo. Así para ir el sitiador con mas seguridad desde A á D, hará un paso ó bien una bajada por debajo del parapeto de la trinchera, para llegar á D lo mas profundamente que pueda: supóngase que esté á 16 ó 18 pies de profundidad, se podrá hacer de ella un escelente alojamiento. Para llegar á él ó se hará un ramal de trinchera, ó bien se dejará vacía una parte del ramal AD para abrirle al mis-

mo tiempo que la mina, lo que proporcionaria una comunicacion muy profunda, que se deberia coronar hácia la plaza al ménos. Por coronar una comunicacion de esta especie ó una escavacion no se entiende levantar sus bordes con cestones; sinó hacer una ó dos banquetas para la guardia quedando libre el fondo para paso, en cuyas porciones *directas*, está es dirigidas hácia la plaza y por consiguiente enfiladas se construirán traveses.

286. Desde la escavacion D se hará un ramal hasta E; y estando este punto á 21 pies de profundidad producirá una escavacion de 42 de diámetro, por consiguiente el ramal de la capital quedará roto. Caminando del mismo modo desde E á F y desde F á G tendrá esta última escavacion 56 pies de diámetro, lo que proporcionará un magnífico alojamiento en el ángulo saliente de la cresta del parapeto. Las profundidades de las cuatro minas D, E, F, G están en progresion de tres pies en los sesenta que se han de andar bajo de la esplanada: así estando el primer hornillo D á 18 pies de profundidad estará el cuarto G á 27. Para tener buenas comunicaciones de una escavacion á otra, es preciso hacer volar los ramales en cuanto se pueda al mismo tiempo que las minas.

287. Todas estas minas y sus ramales podrán hacerse en 24 ó 25 dias, á ménos de no dar en roca, lecho de piedra ó manantial abundante: en estos casos seria preciso variar el proyecto en todo ó en parte. Si se encuentran algunas galerías ó ramales del enemigo se procurará tomar la parte que se pueda, y hacer alojamientos de ellos como se dijo en el ejemplo anterior. Cuéntense 5 dias para llegar desde G hasta H, lo mas próximo que se pueda de

la galería de recinto: entónces una carga escedente de pólvora romperá precisamente la galería, en cuyo caso se entrará en ella y se ocupará la parte que se pueda; ó tambien se hará una abertura para introducir bombas y carcasas fetidas, cuyo humo no se pueda percibir sin atosigarse.

288. Pero como los de la plaza se habrán atrincherado en el punto I de la galería de recinto para cubrir el ramal colateral, por cuyo medio se comunicarán con el ángulo entrante de la contraescarpa; será de la mayor importancia al sitiador apoderarse desde luego de toda la parte que pueda de la galería de recinto para aproximarse al punto I, que en esta ocasion no sería difícil de hacer volar ni tampoco la entrada del ramal IK, con el fin de poseer todo el espacio comprendido entre G y K para construir con seguridad una batería de brecha. Es fácil conocer que estando en posesion de este ramal no habria que tener recelo de las contraminas mas remotas. Si no fuese posible ocupar la galería de recinto desde H hasta I, sería necesario abrir paso con minas á lo largo del camino cubierto, como en el ejemplo anterior: y en este caso se situarian los hornillos en disposicion que rompiesen la galería.

289. Si la batería de brecha debe estar mas hácia la plaza de armas, se estará entónces precisado á continuar las minas hasta el punto en que deba situarse.

290. Estos dos modos de atacar una plaza contraminada no son tan sencillos como á primera vista parecen. Todo sistema de contraminas debe tener avanzados algunos ramales y pozos de escucha para imponerse del parage por donde ataca el minador para cuyo objeto se usarán las *catas*. Se entiende ba-

jo este nombre una barra de hierro cónica de 5 á 6½ pies de largo, hecha de tres pedazos con roscas y tornillos en sus extremos, para unirlos uno á otro. Sirve para formar un profundo agujero en los costados de los ramales y galerías; y aplicando el oído, conocer si se acerca el minador enemigo, y por qué lado. Para introducirla en el terreno se dan golpes con una maza de hierro en su cabeza, ó extremo mas ancho; y para extraerla tiene un agujero hacia este extremo, por el cual se pasa una cuerda, formando con ella una lazada á fin de poder tirar, ya sea á brazo ó por medio de una palanca. Si apenas se siente el golpe de zapa, será señal de hallarse el minador enemigo de 20 á 25 pasos, y que trabaja en tierra floja.

291. Esto se conoce tambien por medio de un tambor bien templado: se sienta en tierra por el extremo que tiene los bordones; y poniendo sobre el plano opuesto dos ó tres sonajas muy pequeñas, cascabeles ó dados, darán saltos sobre el tambor siempre que el enemigo trabaje á distancia de unos 40 pies.

292. El medio mejor y mas seguro de atajar los progresos del minador son las voladuras que corten sus ramales y le degen enterrado. Mas como estas voladuras forman otros tantos alojamientos al sitiador en caso de cargarse los hornillos regularmente, se procurará siempre que se pueda cargar los hornillos de modo que el radio de la esfera de actividad sea menor, igual ó poco mayor que la linea de menor resistencia tomada desde la superficie del terreno. Se ha dicho siempre que se pueda, porque no todas veces se podrá situar el hornillo que se destine á este fin mas cerca del ramal que abre el sitiador que de la superficie del terreno, de temor

que el enemigo vuele ántes algun hornillo suyo.

293. Es evidente que debiendo consistir la principal defensa de las contraminas en los hornillos con que se procuren atajar y cortar los trabajos subterráneos del sitiador será lo mas conveniente, conocido el camino que toma su minador ó por las escuchas ó por alguna voladura suya, avanzar dos ramales que le cojan en medio, y desde los cuales se pueda salir á su encuentro y aun cogerle por la espalda.

294. Por esta razon, sin embargo de que en los dos egemplos que se acaban de proponer solo se previene que el minador marche de un punto á otro avanzando siempre, será muy conveniente en la práctica que en cada punto se hagan dos ramales para que el uno sirva de escucha al otro; y tambien con el fin de que si el uno se frustrase sirva el otro. Luego que el minador note por sus escuchas que se apróxima al contraminador procurará cargar su mina, si está en disposicion de ello, ganando instantes para anticiparse á su enemigo. En esta parte igualmente que en todas las de la guerra la pericia, práctica, valor y número adquirirán la superioridad.

295. Seria muy fácil añadir una amplia y prolija narracion de los muchos ramales, voladuras y contravoladuras que pudieran hacerse por una y otra parte; pero esto solo serviria de complicar mas este asunto y hacerle confuso. Un minador diestro desde luego proyectará arbitrios mas sencillos, espeditos y eficaces en vista de las circunstancias actuales en que se halle, que no los que se podrian prescribir suponiendo circunstancias vagas, y que tal vez nunca subsistirán; y la falta de una de ellas hará titubear á quien no sepa ni esté acostumbrado

á inferir consecuencias de principios generales.

296. Por mas sagaz que sea un minador nunca debe esperar que si el contraminador no es lerdo dege de volarle algunos ramales y enterrarle algunos trabajadores; pero estos ostáculos que son en cierto modo precisos no le desanimarán; sinó que los remediará del mejor modo que pueda, y continuará su trabajo aun con mayores precauciones.

297. Es claro que el ataque que se ha propuesto en los egemplos anteriores, debe multiplicarse al mismo tiempo por todos los ángulos salientes de la esplanada del frente atacado; esto es, por todos los parages en donde se hayan de establecer baterias de brecha ó segundas con el fin de asegurarlas. Se dirá que para estos trabajos es necesario un crecidísimo número de buenos minadores. Efectivamente es así; pero hay otro medio de establecerse sobre la cresta de la esplanada de una plaza fuerte por sus contraminas, sin esponerse á ser volados una multitud de veces y á perder toda la artilleria de batir?

298. El objeto principal del minador debe ser apoderarse de los ramales y galerías de la plaza. A este fin procurará tener preparados algunos granaderos de conocido valor para cuando se efectúe alguna voladura, á fin que si se descubre algun ramal se introduzcan por él y continúen hasta donde encuentren una oposicion vigorosa: en cuyo caso se atrincherarán con sacos de lana que son de un gran uso para impedir que se estienda el humo de los hornillos y demas fuegos fétidos, y despues con sacos terreros y cuarterones, dejando algun hueco por donde se puedan introducir balas de iluminacion fétidas que aparten al enemigo si este no lo hubiese hecho ántes; y con la posible brevedad se hará sal-

far ó volar el ramal ó galería que se acabe de ocupar. Es de advertir que todos los fuegos en que entran azufre y pólvora aturden cuando arden en lugares que no tienen gran ventilacion. 7819. 1130311

299. Por parte de la plaza se tomarán todas las precauciones necesarias y oportunas para evitar que el minador enemigo se apodere de sus ramales y galerías. A este efecto se abrirán en ellos repetidos pozos ó zanjas de una toesa de largo y dos ó mas de hondo, que se cubrirán con tablones: se construirán muchas retiradas, que son unos muros que cortan las galerías, con una puerta enmedio: aunque es mejor no construir el muro sino solo oponer un rastrillo ó puerta doble de encina con una ó dos ventanas para introducir fuegos fétidos. Tambien se podrá enterrar delante de cada retirada una bomba y darle fuego detras de la puerta por una salchicha enterrada. En fin despues de recomendar la construccion de muchas retiradas, y sobre todo la mayor vigilancia y custodia en los ramales y galerías terminaremos este punto esponiendo otros medios para impedir al enemigo que penetre en ellos, y aun obligarle á abandonar por algun tiempo sus trabajos. 28009. 2011111. 11017

300. 1.º La *barrena terrera* es una grande barrena que sirve para hacer respiraderos, y para abrir agujeros en los costados de los ramales y galerías cuando está muy cerca el minador enemigo, á fin de dispararle con trabucos y pistolas, ú obligarle á suspender sus trabajos con trómpas fétidas. La pieza que taladra es una barra de hierro que á un extremo tiene su correspondiente cuchilla ó boca de acero (que las hay diferentes para los diversos terrenos) y en el otro una espiga para introducirla en una mortaja hecha al extremo de la pieza llamada el *pie de*

*barrena*, que es de madera fuerte y sin nudos. Esta pieza ó pie tiene en el extremo opuesto dos palancas, como el mango de una barrena ordinaria, para hacerla girar y al mismo tiempo obligar á entrar la barrena. Cuando la cuchilla ha penetrado dos pies y medio, se coloca otra pieza de madera entre uno y otro; y sucesivamente se van aumentando estas piezas intermedias hasta concluir el taladro. En las espigas y mortajas hay agujeros pasantes que se corresponden, y por ellos se introducen chavetas que se doblan ó remachan para asegurar unas piezas á otras. Hay otra especie de pie de barrena mucho mejor, compuesto de dos piezas: una de estas, que es el verdadero pie, y se asegura con piquetes para que no pueda girar, tiene un tornillo ó husillo como el de una prensa; y la otra en la cual está la mortaja para recibir la espiga de la barrena ó de las piezas intermedias, tiene su correspondiente rosca ó hembra, y dos palancas para que haciéndola girar suba ó baje por dicho husillo.

301. 2.º *Trompa fétida* es un cañon cónico de hoja de lata, que se llena de un misto compuesto de pólvora, azufre, gomas asafétida y de enforbio, y esccremento de gato, ú otros ingredientes que den un humo fétido y mortifero: el extremo mas delgado se introduce en el agujero hecho con la barrena terrera; y por el ancho se le introduce á la trompa un globo de alambre lleno de ascuas: inmediatamente se cierra con un tapon que tiene un pequeño agujero; y por este se sopla con un fuelle, se tapan con trapos todos los resquicios, para librarse del humo; y quando ha pasado el tiempo que por esperiencias hechas anteriormente se sepa que tarda en consumirse el misto, se retira la trompa, y se tapa el agujero de

la galería ó ramal con un tapon de madera. En uno ó dos dias no puede el enemigo volver á entrar en su galería.

302. 3.<sup>o</sup> *Humazo* se llama al mismo misto de las trompas fétidas, que dentro de un cajon con competente cantidad de pólvora se entierra en las galerías ó ramales que se quieran defender, comunicándole el fuego por medio de una salchicha, como á las fogatas.

303. Tambien se llaman *humazos* las minas que hacen su efecto en las minas del enemigo y no se manifiestan en la superficie del terreno.

304. 4.<sup>o</sup> *Cajon de pólvora* es un cajon lleno de pólvora que se entierra en las galerías ó ramales comunicándole el fuego por medio de salchichas cuando el minador enemigo se ha apoderado de ellos; ademas de hacer el efecto de una fogata, los llena de humo para algun tiempo.

305. Estos dos últimos medios se usan cuando el minador enemigo ha penetrado ya los ramales y galerías concluyéndose su defensa arrojando en ellas bombas y granadas cargadas, granadas sin cargar pero con espoletas para intimidar al enemigo, y arrojarse á él con mas seguridad de rechazarle á beneficio de pistolas, trabucos, chuzos y espadas manejados por los defensores que suelen tambien vestirse de *cotas de malla*.

306. Hasta aqui hemos hablado del modo de atacar una plaza contraminada por medio de minas ordinarias, de las que los diámetros de sus escavaciones sean dobles de las líneas de menor resistencia. Veamos agora con cuanta mayor prontitud, seguridad y sencillez se harán estos ataques por medio de minas cuyas líneas de menor resistencia sean 0,35,

ó 0,4 del radio de la esfera de actividad. (número III.º) Las minas de esta especie empleadas contra una plaza se llaman *globos de compresion*: y bajo este nombre puesto por su inventor Belidor las distinguiremos.

307. Supóngase (fig. 34. lám. 5.) que en un ángulo saliente de la esplanada hayan volado los sitiados contra una cabeza de la zapa el hornillo C: lo que hará conocer que las contraminas se estienden hasta 20 toesas del camino cubierto: ó supóngase que esto se sabe de antemano y ninguna otra cosa en cuanto al orden y sistema de las contraminas. En estas circunstancias hágase en A bajo del parapeto de la trinchera una entrada para un ramal hasta B á 15 ó 16 pies de profundidad bajo la esplanada. Si la escavacion C fuese bastante capaz para alojarse en ella, el camino para llegar hasta B sería mas corto. Tambien para no retardar el trabajo, si se encontrase algun ostáculo se podrían abrir dos ó mas ramales; pues siendo preciso al ménos un recodo, se podría llegar al mismo punto por distintos caminos. En B se hará una cámara proporcionada á la cantidad de pólvora precisa para un globo de compresion, y se cargará y atracará el ramal.

308. Antes de dar fuego al globo se harán retirar todos los que guarnezcan las trincheras y baterías inmediatas á 300 pasos de la mina, con la advertencia que luego que óse vuelen vuelvan á ocupar sus puestos con la mayor celeridad. Si la mina está construída á 15 pies de profundidad, y cargada de modo que el radio de la esfera ó globo de compresion sea á la línea de menor resistencia como 3,5 á 10, será de consiguiente el radio de la esfera 45 pies próximamente: y segun lo espuesto en el núm. II.º se

podrá asegurar que en este caso toda galería ó ramal que esté 10 toesas al rededor quedará roto. Si esta mina se hace en un terreno de poca consistencia y se carga con 3772 libras de pólvora, segun la tabla 3.<sup>a</sup> de Geuss será el radio de la esfera de actividad de 47,4 pies y el diámetro de la escavacion de 90.

309. Si á 35 ó 40 pies del hornillo hay alguna contramina cargada y atacada, podrá volar despues segun la prueba de Postdam y las esperiencias de Schweidnitz; pero solo quemará á algunos infelices que encuentre la llama y de ningun modo conmo verá el terreno.

310. Toda galería ó mina que se encuentre á 25 ó 30 pies del centro del globo y al mismo nivel á corta diferencia, quedará descubierta y es muy probable que volada la mina. Si hubiese alguna boca ó bocas de ramal ó galería en la escavacion, se introducirán granaderos por ellas para apoderarse del todo ó de la parte que se pueda; á fin de convertix en trincheras las galerías de la plaza.

311. Sino se hallase en la escavacion B ningun vestigio de contraminas, despues de haber hecho los alojamientos y banquetas que sean menester en ella se abrirá un nuevo ramal lo mas avanzado que se pueda al camino cubierto, á fin de volar un segundo globo de compresion D, cuyos efectos se estiendan á las obras situadas en el camino cubierto, como flechas, atrincheramientos, reductos y traveses de la luneta E de la figura. Si el camino cubierto fuese estrecho de modo que el radio del globo se pudiese estender hasta la contraescarpa, la trastornaria sin duda en el foso. De lo que se puede inferir que los ataques de esta especie escusarian las acciones sangrientas, que son indispensables de otro modo

hasta conseguir tener hechas las bajadas al foso.

312. Puede ser que no sea posible colocar el globo en el parage propio para el efecto á que se destina; pero es indiferente que sea algo mas á la derecha ó á la izquierda de la capital con tal que no se principie de muy léjos porque en consecuencia se variarían los ataques.

313. Despues de haberse volado como manifiesta el perfil (*fig. 35 lám. 5.*) la luneta E, si es necesario se hará otra mina para romper la contraescarpa si no se ha arruinado. Y aun en este caso se puede proseguir valiéndose de globos de compresion para destruir y apoderarse de las obras de la plaza. Supóngase que se encuentra una contraguardia N que cubre á un baluarte ó revellin S (*fig. 36 idem.*) Prescíndase del paso del foso GF, que se supone hecho, sea de agua ó seco, y que uná batería H haya abierto brecha. En este caso se aplicará el minador al pie de la brecha y penetrará en el muro á proporcion de su espesor.

314. Teniendo poco fondo la contraguardia que representa la figura bastará internarse 24 pies en ella con un ramal FE, hacer á su extremo un retorno, y en este un hornillo E capaz de volar toda la obra de parte á parte por su ancho. Si se quisiere que la parte volada tenga mas estension, se hará el hornillo longitudinal á lo largo de la obra en lugar de cúbico; pero cuidando de que su altura sea siempre la proporcionada para levantar todo el ancho de la contraguardia; esto es, que el radio de la esfera de actividad que produzca, suponiéndole cúbico segun su altura y latitud, sea superior á cualquier punto de la obra que esté en esta misma direccion. Con este arbitrio se conseguirá que la ba-

tería de brecha sirva tambien para abrirla en la cara del revellin ó baluarte. El paso DC desde la brecha de la contraguardia al baluarte se hará con el método ordinario.

315. Supóngase el caso de que en un baluarte haya un caballero A del que fuese peligroso apoderarse aun despues de ocupada la brecha: se conseguirá fácilmente destruirle por medio de un globo de compresion B, para el que bastará hacer un ramal CB de 40 pies de largo.

316. Están ademas señaladas en la figura 36 las obras siguientes: I comunicacion de la trinchera con la bajada al foso por detras de la batería de brecha. L, K, M ramales con sus retornos, á cuyos extremos se construyen hornillos para arruinar un muro ordinario con terraplen. Estos ramales se suponen abiertos al pie del muro ó nivel del foso. El primero L atraviesa la mampostería por un estribo ó contrafuerte, y á los extremos de sus dos retornos se supone haber hornillos en el terraplen. El segundo K está abierto entre dos estribos en los cuales terminan sus dos retornos, para hacer los hornillos en la raiz de dichos estribos. El tercero M penetra hasta la raiz de un estribo, donde se supone hecho un hornillo, y que ademas puede hacerse un retorno, y á su extremo otro hornillo en el terraplen. En la figura 37, que es el perfil de la anterior, las letras minúsculas señalan las mismas obras que las mayúsculas en la 36, y ademas las líneas *or*, *zx* las crestas de los parapetos ó espaldones de los pasos de los fosos.

317. Es fácil inferir de estos egemplos otros muchos de la aplicacion que se puede dar al globo de compresion respecto á las obras y circunstancias

de una plaza. Tambien se inferirá que los sistemas de contraminas de la Valliere serian facilmente destruidos sin hacer el menor daño á los sitiadores; porque no apartándose sus ramales ni hornillos mas de treinta pies de la cresta de la esplanada, un solo globo de compresion de 20 ó 26 pies de línea de menor resistencia que fuese 0,35 del radio de la esfera de actividad, destruiria no solo los hornillos sinó tambien todas las galerías y ramales por muchas toesas de longitud.

318. Al uso del globo de compresion pueden oponerse varias objeciones que estiende la Febure en boca de los no adictos á él en los términos siguientes. Se objetará la cantidad de pólvora que exigen tales minas, la dificultad de transportarla por toda la trinchera hasta el fondo de los ramales, y los accidentes que pueden sobrevenirles, y que si volado un globo hay minas cargadas y atacadas, podrán volarse despues como lo manifiesta la prueba de Postdam. Por otra parte siendo un tal globo una obra capital y decisiva, no se puede cargar sin estar muy avanzado bajo de tierra; porque no se debe pensar en volar tantos globos como minas ordinarias. ¿Y si el hornillo está á la misma altura que una galería de las contraminas, y si esta galería no le presenta sinó el extremo de alguno de sus ramales tal vez ya cargado, no teniendo entónces objeto la compresion cual será su efecto? El radio que solo toca oblicuamente á un subterráneo, no puede perjudicarle lo que el directo. En fin las contraminas harán su efecto por todos lados contra el minador; por mas que este haga no puede impedir que se le oiga, ni que un enemigo vigilante le atage

volando frente de él ó á uno de sus lados un hornillo, que destruirá la obra que haya principiado y aun le enterrará en su ramal.

319. Supóngase (añadirán los contrarios del globo de compresion) que el sitiador llegue á hacer una gran escavacion, y á destruir los subterráneos inmediatos; ¿creerá por esto poderse alojar en ella con seguridad cuando puede haber algunos hornillos capaces de hacer volar su alojamiento, y de arruinar las obras que hubiese principiado para avanzarse? En las minas ordinarias de un sitio desde que se ha penetrado algunos pies en las tierras y que se oye de cerca al contraminador, se hace volar cuanto ántes la mina para anticiparse al enemigo. Pero no puede verificarse esto respecto al globo de compresion á causa del tiempo que exige para cargarse y atracarse, y de que es necesario que el ramal esté muy adelantado para su uso.

320. En consecuencia de estas objeciones se concluirá verosimilmente: que el globo de compresion puede ser bueno para pruebas en paz; pero que seria necesaria mucha audacia para ponerle en egecucion en la guerra. La Febure responde á estas objeciones que él se ha puesto del modo siguiente.

321. Es cierto que hay riesgo y dificultad en usar por primera vez el globo de compresion en la guerra; pero despues de haberle empleado cuatro veces en un mismo sitio creo me sea permitido poder sentenciar. El ramal se hace como en las minas ordinarias: por poco que se ensanche á su extremo ó que se aumente haciendo á un costado un corto retorno se tiene hecha la cámara; pues nada importa que sea oblonga ó cuadrada: un pie mas ó ménos de ancho ó largo no puede alterar considerablemente el

efecto prodigioso de una cantidad de pólvora tan crecida. Si el terreno está seco no se necesitará de cajon, bastará acumular al extremo del ramal ó en su retorno sacos terreros llenos de pólvora como cuando se ponen tepes unos sobre otros para atracar las minas. De los cuatro globos de compresion empleados en el sitio de Schweidnitz dos se cargaron así, y sus efectos fueron los mas completos que se podian esperar: de este modo se gana mucho tiempo y se trabaja con mas libertad. En fin si en la construccion de estas minas hay trabajo y peligro esta es la suerte de la guerra y de los sitios. Pero se debe estar en la persuasion que cuando se trata de egecutar las cosas hay mucho mas que temer cuando estas son nuevas que cuando comunes. Y si para estas hay ocasiones y parages donde se debe temblar, es necesario ser estremamente osado para emprender las otras: respecto á ser la suerte del artista la de ser juzgado segun el éxito por gentes que comunmente no tienen instruccion en el arte; y que no obstante son las mas fuertes porque su número es el mayor.

322. Despues de haberse dado noticia de los arbitrios con que se pueden contrastar las contraminas de una plaza por medio de minas, y cual debe ser la disposicion de estas en semejantes circunstancias, se sigue manifestar la disposicion de las minas para arruinar los muros de una plaza ó cualquiera otra obra, bien que las fortalezas que pueden ser perjudiciales á un estado, apoderado de ellas el enemigo, suelen construirse desde luego con subterráneos que puedan demolerlas por medio de pólvora encerrada en ellos; en cuyo caso se dicen *estár construidas bajo un sistema de demolicion.*

323. 1.º Cuando se quiere volar una porcion del parapeto del camino cubierto para facilitar su ataque, se hará debajo de la esplanada una galería AB (fig. 4 lám. 7.) hasta cerca del parapeto, y en B se sacarán dos ramales de 14 pies de longitud, á cuyos extremos se harán dos hornillos H.

324. 2.º Si se quiere destruir al mismo tiempo la contraescarpa para facilitar la bajada al foso, se hará dicha galería bajando desde su entrada hasta el nivel del foso: continuada hasta el medio del revestimiento de la contraescarpa, se harán dos ramales como los BC de dicha figura, y 14 pies mas atras, esto es, en las tierras del camino cubierto otros dos; de suerte que los cuatro quedarán como los BF, JN de la figura 6; y á los extremos de dichos ramales se construirán hornillos, desde el piso de ellos hácia abajo, y por consiguiente en el mismo cimiento del revestimiento los dos mas avanzados. El fuego se arreglará de suerte que los de las tierras vuelen un breve tiempo despues de los del revestimiento, para que cayendo aquellas sobre las ruinas de este formen una rampa ménos incómoda.

325. 3.º Si se quiere abrir brecha, es lo mas conveniente hacer la bocamina B (fig. 19 *idem.*) en el mismo muro, al nivel del foso en el vacío, y á flor de agua en él lleno; penetrar todo el revestimiento AC con el ramal BD; hacer dos retornos DF abiertos en el terrapien, atravesando estribos, ó rodeándolos, que será mas fácil sinó lo impiden bóvedas ó contraminas; y al extremo de ellos hacer hornillos H, dentro del mismo revestimiento. Al mismo tiempo se continúa el ramal para construir á su extremo M otro hornillo mayor T en el terrapien, que se hace

volar un breve tiempo despues que los H, H con el mismo fin que se dijo en el caso segundo. Estos dos últimos deben distar entre sí 28 pies; y el T hallarse á 12 pies dentro de las tierras.

326. Si por haber algunos subterráneos ó contra-minas muy próximas, ó por estar poco unidos el terraplen y revestimiento, se temiese que mucha parte de pólvora se aviente, se sacarán de DF otros retornos FJ para no situar los hornillos en H, sinó en L, á un tercio FL del grueso FZ del revestimiento. Esta es la situacion que prescriben para todos los casos algunos autores; pero se ha experimentado que hacen mas efecto del otro modo, y aun mayor si se construyen mitad en el revestimiento y mitad en las tierras.

327. Para que al principiarse los minadores el ramal BD no padezcan por los fuegos de la plaza, aunque protegidos por la artillería, y cubiertos con espaldon y con blindages forrados en hoja de lata que los preserve de los artificios incendiarios, se hará ántes de todo con la artillería un hueco ó pequeña cueva en B, que solo tendrán los minadores que limpiar de los escombros.

328. Cuando no es posible abrir la mina en el mismo muro, se abre una galería en la última paralela; y pasando por debajo del camino cubierto y foso, se sitúan los hornillos en la misma disposicion, con la diferencia de quedar mas profundos, y necesitar mas pólvora.

329. 4.º Si se quiere abrir brecha en un muro AB (*fig. 20 idem.*) sin terraplen, se hace la bocamina C al nivel del terreno, y se sacan dos ramales D, E á cuyos extremos se construyen horni-

llos. La figura 21 es el perfil de la 20 y se han puesto las mismas letras en las partes que significan lo mismo en una y otra.

330. Pero es un medio mas seguro abrir un pozo P (fig. 22. *idem*); sacar de él los ramales AB, y de estos los retornos C, D, construyendo en sus extremos los hornillos S, S, en el cimiento si el muro es de 7 á 8 pies de grueso, y debajo de él si es de ménos de 7 pies. La figura 23 es el perfil de la 22.

331. 5.º Por medio de hornillos dispuestos como manifiestan las figuras 19, 20 y 22 se abren brechas de unos 56 pies de ancho.

332. Si se intenta arruinar todo un muro, se abren de distancia en distancia bocaminas B ó C (figuras 19 y 20) ya sea en el mismo muro, ó en una galería como la AB de la figura 22; y haciendo ramales, retornos y hornillos como en la figura 19 ó la 22, segun sea el muro con terraplen ó sin él, se les da fuego á todos á un tiempo, como se explicará en el párrafo 386 y siguientes. Los hornillos H, L ó S han de distar uno de otro 28 pies, como ya se ha dicho (325) de suerte que para abrir en la cara de un baluarte una brecha de 112 pies, se abrirán dos bocaminas que disten una de otra 56, y en cada una se harán tres ramales y hornillos como los de la figura 19.

333. Ya que hemos hablado del uso de estas minas en estos casos daremos alguna idea de la cantidad de pólvora necesaria para las figuras 19, 20 y 22. Los hornillos H, H de la mina figura 19 se pueden cargar con solo 200 libras de pólvora cada uno, y con 450 á 500 el M, si están abiertos á la altura de la plaza; con 300 libras los primeros, y 500 á 700 el último, si estuvieren al nivel del foso; y se au-



mentará á proporcion la carga, si estubiesen en los cimientos ó debajo de ellos.

334. Los hornillos H, H de la mina figura 20, con 45 á 50 libras cada uno, si el muro es de 8 pies de grueso; y con 40 libras si fuere de 7 pies.

335. Los hornillos S, S de la mina figura 22 con 60 á 66 libras, si el muro es de 8 pies de grueso, y con 50 á 56 libras si fuere de 7 pies.

336. Finalmente, cuando el grueso del muro sea de ménos de 7 pies, se podrán cargar, construyéndolos como ya se ha dicho, debajo del ciniento con 40 á 50 libras cada uno.

337. Los inconvenientes que envuelve el emplear las minas en abrir brechas hacen esta especie de ataque pocas veces útil, y muchas perjudicial; y esta es la razon porque se ha dejado de emplear casi de todo punto. Ciertamente que habiéndose aumentado tanto la artillería y perfeccionándose su manejo y servicio de modo que por su medio se abren brechas cómodas en dos dias, no se debe pensar en abrirlas con minas. Si estas se empiezan desde léjos se errará en muchas su direccion, y se situarán mal los hornillos como sucedia antiguamente. Si se abre la boca de la mina en el muro con el cañon y se hace entrar al minador, ademas de lo espuesto de este hay la contra de perder un tiempo preciso esperando las resultas de su trabajo, que puede frustrarse por varias causas, como son: estar contraminada la obra de modo que no se le permita adelantar sus ramales: aventarse los hornillos por haber bóvedas inmediatas ú otras casualidades: ó en fin que aun cuando vuela el muro quede la brecha impracticable, y sea preciso valerse del cañon como regularmente ha sucedido.



338. Es cierto que puede haber algun caso en que no se pueda abrir brecha con el cañon y sea preciso valerse de minas; como cuando el foso es tan profundo y poco ancho á proporcion que no se puede batir el pie de las murallas. Pero entónces y en otras muchas ocasiones (que solo puede apreciar la prudencia en vista de las circunstancias particulares que ocurran) no créemos útil usar de minas ordinarias y tales como hasta aqui se han aconsejado, sino de globos de compresion: la situacion de estos no exige exactitud ni lugar fijo: sus efectos se estienden á muchas toejas: uno solo abrirá una brecha cómoda y espaciosa destruyendo ademas todas las defensas inmediatas. Schweidnitz se rindió la mañana siguiente á la noche en que se voló el cuarto globo empleado contra ella, cuyo efecto fue tal que aunque su cámara estaba distante del muro, formó con su voladura una subida de tierras que equivalia á la mejor brecha.

339. De las noticias dadas hasta aqui tocante al globo de compresion, y de las que se darán en el número siguiente sobre el modo de convertir las galerias y ramales en escelentes trincheras, se inferirá: que no solo se deben emplear estos dos ataques como es preciso contra las plazas contraminadas; sino que segun las circunstancias será muy útil emplearlos en las demas, así para apoderarse del camino cubierto y romper la contraescarpa, como para abrir brechas que se puedan asaltar inmediatamente sin que tengan defensas ni aun defensores.

340. Las minas pueden tambien tener un uso importante en campaña, particularmente para contribuir á la defensa de los puestos atrincherados en los parages mas débiles, como son todos los ángulos

salientes ó semireductos á las cuales se las llama *minas pasageras*; pero es muy difícil dar reglas particulares de los casos en que conviene usarlas y en qué disposicion, porque uno y otro dependen de circunstancias locales y relativas á los egércitos. Asi solo podemos dar noticia del propio lugar de estas minas y de su construccion. En quanto á lo primero: generalmente se deben construir 20, 40 ó mas pies, segun las cargas que se les destinasen, frente de los atrincheramientos ó defensas, y en aquellos puestos por donde se recele que ataque el enemigo. En quanto á lo segundo: se abrirán (en una línea paralela al frente, ó perpendicular á su capital si fuese un semireducto) otros tantos pozos de 10 ó mas pies de hondo cuantas minas se quisiesen construir, y distantes entre sí un espacio proporcionado á la carga de cada mina: en los fondos de los pozos se abrirán retornos muy cortos que sirvan de cámaras, y se cargarán con uno, dos ó mas quintales de pólvora segun la abundancia de esta municion; y acomodando una salchicha en su canal se hará subir esta hasta dos pies de la boca del foso, deêde donde se conducirá al atrincheramiento por una zanja de dos pies de profundidad: es evidente que tanto las zanjas como los pozos se deben terraplenar. A estas minas ó fogatas se les dará fuego luego que las cabezas de las colunas estén sobre ellas; en mas ó ménos número segun el frente de la columna que ataque; y alternadas si están sobrecargadas y no muy distantes entre sí.

## Número VII.

*Del modo de construir las minas y cargarlas.*

341. Siendo uno mismo el método de construir y cargar las minas que las contraminas, se tratará de uno y otro en el presente número, esponiendo solo como particular de estas el modo de construir sus principales galerías, respecto á que debiendo ser estables convienen que se hagan de mampostería.

342. Las galerías sean magistrales, de recinto, capitales, ú otras, deben tener de luz esto es, sin contar con lo que han de coger por razon de su grueso los marcos ó maderas con que están encofradas,  $5\frac{1}{2}$  pies de alto y 3 ó  $3\frac{1}{2}$  de ancho, á fin de que puedan pasar dos carretoncillos de mano, advirtiéndose que cuando se haya de hacer el hornillo al extremo de una galería, se hace esta mina mas estrecha cuando se llega á cierta distancia de dicho punto, para que sea mas fácil construirla y atacarla, y mas difícil el que la pólvora se aviente por ella, arrojando las tierras con que se atraca ó ataca; que es la razon porque se hacen mas estrechos y bajos los ramales. A los grandes ramales, como los que se hacen en las contraminas (*fig. 24 y 25 lám. 4.*) se dan de luz  $4\frac{1}{2}$  pies de alto y 3 de ancho debiendo ser de mampostería: sus paredes ó costados se han de levantar sobre cimientos de dos pies y nueve pulgadas de grueso: las paredes han de tener cerca de 4 pies de alto y  $1\frac{1}{2}$  de espesor, y sobre ellas se fa-

brica una bóveda semicircular de 12 ó 15 pulgadas de grueso. Se cuida de no emplear en esta especie de obras sinó buenos materiales, y que todo se haga con la mayor exactitud. La figura 38 lámina 6. representa el perfil de unas semejantes galerías construidas del primer modo. Mas para construir las es necesario examinar si será mas conveniente ejecutarlo formando zanjas profundas, y al descubierto; ó abriendo el terreno como en las minas ordinarias.

343. Para esto se debe calcular quanto costará escavar el terreno, separar las tierras, y volverlas á transportar y apisonar: si la obra es mas espedita de un modo que de otro: de qué manera sale mejor: y en fin, si todo bien evaluado y compensado se aventaja mas en escavar que en penetrar la tierra. Es claro que este problema depende de las circunstancias: si la galería no es muy profunda; si sus dimensiones han de ser las espuestas ántes, de modo que penetrado el terreno se hayan de sacar muchas tierras; y si estas no tienen consistencia, de suerte que sea preciso encofrar las galerías ántes de revestirlas, es evidente que será mucho ménos costoso, y mas espedito construir las escavando el terreno, que no habiendo de penetrarle una distancia considerable, y debiéndose transportar por ellas no solo las tierras que se estraigan, sinó gran cantidad de madera necesaria para encofrarlas, y los materiales para la mampostería, que en este caso se fabrica con suma lentitud: añádese á esto la diferencia de artesanos que se necesitan en uno y otro caso.

344. Se pregunta aora, ¿si convendrá también escavar el terreno para fabricar los ramales? Este arbitrio exigiria una remocion de tierras demasiadamente general y grande. Por otra parte, como el ra-

mál no debe tener de luz mas que cuatro pies de alto, y tres de ancho, bastaria abrir en las tierras un camino subterráneo de 5 pies de alto, y  $5\frac{1}{2}$  de ancho y de la figura *abcdefg* que ha de tener la parte exterior del revestimiento, y despues revestirle de mampostería para que quedase con las dimensiones prescritas, como representa la figura 39 idem; y si el terreno necesita encofrarse se le dará de mas al ramal un pie de ancho, y medio de alto, para revestirle despues de encofrado como representa la figura 40. La razon de prescribirse un método para las galerías, y otro para los ramales consiste en que las primeras son mas largas y capaces, aunque menores en número, y que de ellas nacen los ramales: asi, abriendo zanjas para ellas se pueden construir desde su fondo los ramales, sin dificultades para ventilarlos, sin tener que sacar las tierras por tan largos subterráneos ni introducir por ellos los materiales para encofrarlos y revestirlos.

345. La mayor dificultad que ocurre en la construcción de los ramales y retornos de las contraminas, es la de saber si se han de hacer al mismo tiempo que las galerías, ó si conviene no abrirlos hasta el caso de un sitio: ambas opiniones tienen sus ventajas y defectos, que conviene tener presentes para adoptar la mas oportuna á las circunstancias.

346. Los que no quieren que las contraminas estén del todo abiertas bajo de la esplanada dicen: que en caso de un sitio es muy difícil que los defensores no se timenten á cargar ó situar los hornillos en los parages prefijados; y mas en vista de ser los últimos retornos de los ramales tan bajos, estrechos y avanzados, que es estremadamente difícil continuarlos. Añádese á esto la dificultad de sacar las tierras por

Un largo subterráneo, sin tener donde echarlas sino en el foso, que estará muy distante. Asimismo si las contraminas están hechas de antemano podrá el enemigo instruirse de su disposicion; y sabrá de un modo ú otro, si son regulares, y cual es la especie de regularidad que siguen. Si no llega á saber con exactitud hasta donde se estienden, la voladura de uno ó dos hornillos bastará para mostrarle su efectiva distancia respecto al camino cubierto, é instruirle de cuanto quiera saber concerniente á su disposicion. Pero si solo se tuviesen construidas galerías y los ramales principales, desde cuyos extremos se pudiesen abrir retornos hácia todas partes, el enemigo no podrá saber su disposicion ni percibirlos hasta sentir sus efectos. Las tierras de un retorno nuevo servirán para atracar otros ya hechos, ó bien cada uno se atracará con sus propias tierras.

347. Al contrario, se alega á favor de la opinion opuesta: que independientemente de los ramales abiertos, se pueden continuar ó abrir otros hácia donde se quiera, con lo que se obtiene la doble ventaja de tener puntos fijos de que se puede disponer segun convenga, y de hacer cuanto se quiera bajo de tierra, proporcionándose los medios conductentes á este fin. Para esto seria conveniente hacer los retornos, á cuyos extremos se construyen las cámaras, de doble largo que altura tengan las líneas de menor resistencia; á fin que baste para atracar los hornillos llenar los retornos, sin necesidad de continuar mas los ataques; con este arbitrio se podrá desde cualquier parte de un ramal abrir un nuevo retorno.

358. Mas lo cierto es, que todas las contraminas serán buenas con tal que se vuelen á propósito, y

que sus efectos correspondan á lo que se promete en su construccion, cuidando de que sus escavaciones sean solo de la estension y profundidad precisas, y determinadas, á fin de que no sirvan de buenos alojamientos al sitiador; que no destruyan el parapeto del camino cubierto &c. Para el mejor uso de de ellas, conviene que el plano de la plaza, del cual representa una parte la figura H, sea con *cuadrícula*; esto es, dividido en cuadrados de 20 ó 24 pies de lado, que en todos sus ángulos tengan escrito el número de pies que estén mas bajos que el nivel del punto mas alto de todos los comprendidos en el plano ó de alguno determinado, en el cual se pondrá *cero*. Supondrémos que este es alguno de la plaza, la cual domina á toda la campaña; y que habiendo construido el sitiador una batería ú obra en L, se intente volarla, sacando para ello el ramal HL, desde el extremo H de la galería ya construida en BH. Si dicha obra L no estuviere en algun punto marcado en el plano, se determinará su posicion por el método que se explicará en el §. 366 y tirada la recta HL, se tendrá el ángulo BHL, y la distancia HL. También se tendrá por el mismo plano la linea de menor resistencia; porque en el supuesto de que la bocamina B esté al nivel del foso, y que á la mina BHL se le hayan dado 2 pies de subida ó declivio para desagüe, será la distancia desde el suelo de ella en L hasta la superficie del terreno en aquel parage de  $40 - 24 - 2 = 14$  pies próximamente; á los que añadiendo ó restando la mitad de la altura del hornillo, segun se hiciere este desde dicho piso abajo ó arriba, se tendrá la linea de menor resistencia. Si desde luego se determinare que esta linea sea de un número dado de pies, se hará el ramal HL con

la inclinacion necesaria, ya sea subiendo ó bien bajando. Podrá suceder que para esto último se haya de construir un pozo en que se recoja el agua del ramal; que si es mucha se sacará con cubos, y se echará en la cuneta de la galería para que salga al foso.

349. Los retornos de las minas y contraminas hechos al fin de las galerías ó grandes ramales para construir los hornillos, como los BC (*figuras 3, 4 y 7*) y BF (*figuras 5 y 6 de la lam. 7.*) deben tener de luz 3 pies de alto, y de 24 á 27 pulgadas de ancho, por la dificultad que habria en abrirlos y atracarlos si fueran mayores. Si los de las contraminas se abren enteramente será necesario revestirlos de mampostería; pero por lo comun convendrá dejarlos principia- dos, para continuarlos hasta donde convenga; singularmente en las plazas en que se puede esperar que no faltarán minadores para su defensa.

350. Las galerías, ramales, y retornos que se abren en piedra arenisca muy blanda, en arcilla, greda y tierra fuerte, no necesitan encofrarse; pero si cuando se abren en tierra comun, movediza, y en toda especie de arena; aunque de distinto modo en unas tierras que en otras, segun su consistencia. En unas bastará apuntalarlos con algunos marcos de distancia en distancia; en otras es necesario cubrir enteramente el techo con tablas sobre los marcos; y en otras, en fin cubrir tambien los costados. No es fácil dar reglas exactas para conocer los terrenos que exigen sostenerse de uno ú otro modo, asi nos referimos en esta parte á la práctica, y á las observaciones que se puedan hacer del terreno en que se mina.

351. Los marcos se componen de tres piezas de madera de cinco pulgadas de cuadratura para las

galerías, y  $4\frac{1}{2}$ , y 4 pulgadas para los ramales y retornos: dos de ellas tales como *p, p* fig. 40 lám. 6 llamadas pies derechos, deben tener de 6 á 9 pulgadas mas de largo, que altura tenga la galería ó ramal, á fin de enterrarlas dicha dimension por sus pies, para que queden firmes: la otra tercera pieza *c*, que será la telera ó cumbrera, tendrá por sus espigas el mismo ancho que la galería, y se ensamblará con los pies derechos segun lo manifiesta esta figura. Tambien podrá ensamblarse sin tener que hacer cortes haciendo subir la telera *c* fig. 41 de la misma lámina á fuerza de mazo, y clavando dos clavos debajo de cada estremo de ella en los pies derechos *pp*, para que con sus cabezas impidan que se bage. En esta figura están cubiertos ó forrados el techo y costados con tablas *t*, por suponerse el terreno de muy poca ó ninguna consistencia. Los marcos se hacen tambien de cuatro piezas: la inferior que es igual á la cumbrera se llama solera, la cual se entierra, quedando su cara superior rasando con el piso de la mina; pero son preferibles los marcos de tres piezas principalmente cuando se ha de hacer cuneta para desagüe, en caso de haber filtraciones ó manantial.

352. Al principiarse toda galería ó ramal se escava lo suficiente para acomodar uno de estos marcos, y despues se continúa la escavacion hasta dos, tres ó mas pies, en donde se coloca otro marco. Si las tierras tienen alguna consistencia y los marcos son robustos bastará colocarlos á  $3\frac{1}{2}$  pies de distancia unos de otros. Los marcos para los ramales no necesitan ser tan robustos como los de las galerías, ni estar tan unidos: lo mismo se debe entender á proporcion de los de los retornos. Todos los marcos se deben poner exactamente alineados, y han de te-

ner unas mismas dimensiones, con cuyo arbitrio no se dejará de caminar en la direccion que se haya marcado. Si fuese necesario un cielo para sostener las tierras se formará con tablas cortadas a propósito, que se sostengan sobre las teleras.

353. En arena suelta, ú otra tierra tan poco consistente que no sea posible hacer la escavacion de un marco al otro sin apuntalarla, y aun sin encofrarla, es preciso despues de puesto el primer marco, introducir por un extremo las tablas que le han de encofrar hasta un pie en las tierras, golpeando sobre el otro extremo: escavado este pie se procurarán introducir 6 pulgadas mas, y á pie y medio se pone un marco postizo: se vuelven á introducir las tablas otro pie y medio, y se coloca el marco que debe permanecer, cuidando de quitar el otro: con este método se continuará la obra hasta llegar al término prefijado. Las tablas del cielo han de ser mucho mas fuertes que las de los costados.

354. Segun las maderas que se tengan para las minas podrá ser conveniente apuntalarlas y encofrarlas sin marcos: lo que se egecutará con tablones de  $1\frac{1}{2}$ , á dos pulgadas de grueso, de los cuales dos sirvan de pies derechos, y uno de telera. Este medio es muy a propósito para las galerías y ramales que se hayan de revestir, porque los marcos embarazan para llenar los vacíos que deja la bóveda, é igualar las paredes. Las reglas espuestas para encofrar ó apuntalar son comunes á las contraminas y á las minas.

355. No se principian á revestir las galerías y ramales hasta estar apuntalados ó encofrados los retornos: entónces se empieza á trabajar por el fondo de estos; basta que tengan sus paredes un pie de grueso, y 8 pulgadas las bóvedas, y se vendrá con-

tinuando hácia atras hasta el foso. Las paredes dejarán un vacío de cuatro pulgadas á causa de los marcos, que se rellenará igualmente que el de la bóveda de materiales tan sólidos como las tierras contiguas con que se deben trabar. Algunas veces se reviste por igual entre los marcos: lo que siendo poco mas costoso, es para la obra una ventaja real.

356. En varias ocasiones hay necesidad de subir ó bajar algunos pies. Por egemplo, la figura 42 lám. 6 representa una distancia AB de 18 pies, en la que se han de descender 5. A este efecto hállese el ángulo que forma con la hipotenusa de un triángulo rectángulo un lado de 5 pies, siendo el otro de 18, y se hallará ser  $80^{\circ}, 32'$  ó de  $80\frac{1}{2}$  grados, siendo despreciables dos minutos; y se señala este ángulo en un semicírculo, fijo á una regla de 6 pies de largo, á fin que por medio de un hilo que pase por dicho ángulo, dirija la regla el declivio que ha de haber de un marco á otro.

357. En la práctica se suele usar otro medio mas espedito, y no ménos cierto, que se reduce á qué si, por egemplo, se manda que en 60 pies de longitud se bagen 5, se dice: para 60 pies de galería se necesitan 20 marcos, entre quienes debe estar por igual el declivio de 5 pies, ó 60 pulgadas; así ha de haber de marco á marco 3 pulgadas de declivio: de consiguiente, este se guardará poniendo cada marco de los 20 tres pulgadas mas bajo ó mas alto, por medio de una regla y un nivel de albañil.

358. Cuando fuere grande el declivio es necesario que el piso se corte en escalones, en cada uno de los cuales se suele poner por delante una tabla sostenida por dos estacas, una en cada extremo.

359. Para poder dirigir la mina al objeto que se

ha de volar y hacerla de la longitud precisa, es indispensable medir la distancia horizontal, y el desnivel entre dicho objeto y el punto en que se ha de principiar la mina, por medio de las operaciones enseñadas en la gemoetría práctica.

360. Para marcar la direccion de las galerías pueden ofrecerse dos casos. Cuando no se ha de abrir pozo, basta poner al principio ó entrada de la mina dos piquetes alineados con el objeto que se ha de volar; y aplicando á ellos un cordel, dirigirse por él para abrir la galería, de suerte que dicho cordel quede en medio de esta: á cierta distancia se coloca otro piquete debajo del cordel, y se prolonga la línea aplicando este á los dos últimos piquetes; y así se continúa en toda la galería. Cuando se entra por un pozo P (*fig. 2 lám. 7.*) se ponen en su misma boca sobre un madero, regla ó bastidor de madera dos piquetes ó pinulas, alineadas con dicho objeto X; y desde ellas con largas plomadas se determinan dos puntos en el fondo del pozo; en los cuales se ponen los piquetes que determinan la direccion de la galería AB, por hallarse en el mismo plano vertical en que están las pinulas y el objeto. También se pueden poner dos piquetes en v, z, de suerte que el centro de la boca del pozo quede en la recta que los une, y ellos alineados con el espresado objeto X; y despues de la cabeza del uno á la del otro un cordel, que atravesará por medio la boca del pozo, ajustando á él las plomadas.

361. Como en muchas ocasiones sea indispensable hacer las galerías con retornos nos detendremos en decir algo sobre este punto, y sobre el modo de dirigir aquellos. Si al llegar al punto F de la galería AF (*fig. 7 lám. 7.*) se encuentra un ostáculo fuer-

te, como por egemplo, un grande peñasco R, y se considera ser mas ventajoso minar por fuera de él, que penetrarle, se formará á escuadra un retorno FG, dándole la longitud precisa para que ni se vea dicho peñasco, ni se encuentre sondeando con la sonda ó barrena: á su extremo se formará otro ángulo recto hácia la parte opuesta, para seguir la direccion GI paralela á la AF; y despues se hará otro retorno IO, igual á FG, para hallarse en la prolongacion de AF, y continuar la galeria haciendo OB de tal longitud que la suma de  $AF + GI + OB$  sea igual á la distancia medida desde A al objeto.

362. Tambien se pueden formar los retornos FG, GI, IL &c. (*fig. 8 idem.*) siguiendo la configuracion del peñasco ú ostáculo T, y no á escuadra; pero en este caso es necesario servirse de plancheta ó grafómetro que para las minas se hacen de solo  $2\frac{1}{2}$  pies de altura: advirtiendole, que para señalar los ángulos de los retornos, ó los puntos que se han de observar, se emplean luces en las minas, así como en el terreno se usan piquetes. Lo mas cómodo para dicho efecto es una vela colocada en medio de una tabla triangular, la cual se asegura por tres alambres gruesos á otra igual formando como un farol sin cristales; que por medio de un cordel se cuelga en un clavo ó barrena puesta en el techo ó pared de la mina.

363. Supóngase que se emplée la plancheta XZ. Se tirará en ella la recta *ab* de tantos pies de la escala como pies haya de tener la distancia en línea recta AB. Se cortará *af* de tantos pies de dicha escala como pies tiene AF. Se colocará la plancheta en el punto F; y trasladado á ella el ángulo AFG, se cortará *fg* de tantos pies como tiene FG. Del mismo

modo se irá formando el plano *afgi* &c. de la galería *AFGI* &c. á medida que esta se vaya construyendo. Cuando la galería haya pasado del ostáculo *T*, se trazará con la plancheta el último retorno *no*, que termine en la direccion principal *ab* de la galería. Se pondrá la plancheta en *N*, alineando la *nm* con *NM*; y ajustada la alidada á *no*, se hará poner un piquete ó luz en su prolongacion, en la cual se continuará la galería hasta que el retorno *NO* sea de la longitud que corresponde á *no*; finalmente practicando lo mismo en el punto *O*, se determinará la direccion *OB*, prolongacion de la *AF*, y la longitud que se le ha de dar á dicha parte de galería *OB* correspondiente á la *ob* del plano.

364. Si habiendo construido una galería *AB* (*fig. 9 idem.*), se necesita sacar desde su extremo *B* un ramal hasta el punto *C*; se medirá el ángulo *BAC* que forma la direccion de la galería con la visual *AC* tirada al objeto, y se medirá esta distancia *AC*, con cuyos datos y la distancia *AB*, se determinará el ángulo *ABC*, que se ha de formar en dicho extremo *B* de la galería, y la longitud que se ha de dar al ramal *BC*.

365. Si por cualquiera causa no se pudiere seguir la direccion *BC*, se considerará completo el triángulo rectángulo *ADC*, en el cual, conocidos los ángulos *A*, *D* y la hipotenusa *AC*, se determinarán *AD* y *DC*, y por consiguiente  $BD = AD - AB$ , y entonces se podrá sacar el ramal en retornos *BEFGC*, haciendo  $BE + FG = DC$ , y  $EF + GC = BD$ .

366. Tanto para abrir los retornos como los ramales principales cuando no hubiese construido mas que las galerías debe tenerse el plano de la plaza y

sus contornos con todas las contraminas, que supon-  
drémos representa la figura 9. lám. 7. Situado el  
grafómetro ó plancheta por ejemplo, en los ángulos  
flanqueados H, J, se medirán los ángulos JHC, HJC;  
que trasladados al plano, darán la posición del pun-  
to C; y tirada la recta BC, se tendrá en el mismo  
plano el ángulo ABC, y la distancia BC.

367. Aunque no se presente ostáculo ninguno, se  
hacen con retornos las galerías, como AEGIMNOB  
(fig. 10. *idem.*) cuando la distancia del hornillo ú  
hornillos á la bocamina no escede lo suficiente al  
radio de la esfera de actividad, y se teme que la  
pólvora se aviente por la galería, arrojando las tier-  
ras con que se ataca. En este caso, basta alargar la  
galería, por medio de retornos formados á escua-  
dra; como se ha explicado (361) y de suerte que  
sean  $ON + MI = EG$ , y  $GI + MN = EO$ .

368. Como en siendo un ranal algo largo, y  
particularmente si forma algunos retornos falta la  
respiracion á los trabajadores, y se apagan las lu-  
ces; es necesario buscar algunos medios para venti-  
lar las minas, y purificarlas del gas ó vapores ma-  
lignos que exalen; ó se formen en ellas: lo que se  
hace mas preciso en las contraminas por ser mas es-  
tendidas y estables. En estas el mejor arbitrio que se  
puede tomar es abrir respiraderos en la esplanada  
con barrénas terreras, y cubrirlos con tejas. Pero  
cuando no sea practicable este medio, y en las minas,  
se usará uno de los tres siguientes: 1.º se introducirá  
en la mina desde su boca hasta el parage que se  
quiera ventilar un tubo de piel, ó lienzo encerado,  
sostenido con círculos de alambres y ajustando al es-  
tremo que esté en la boca de la mina el cañon de  
un fuelle de frágua, se introducirá por este medio

el aire preciso andando el fuelle. 2.º Se pondrá á la boca de la mina una especie de vela, que recoja el aire, y le introduzca en un saco terminado en un tubo por quien se interne en la mina. 3.º Se construirá en la boca de la mina una especie de reverbero para hacer circular el aire. A este fin se hará una hornilla al lado de la mina, y su cenicero tendrá comunicacion con la mina por medio de un tubo de hierro, que despues se ajuste con otro de pieles que vaya á terminarse en lo interior de la mina. Es claro que encendiendo un fuego fuerte en la hornilla se establecerá una circulacion de aire que entrando por la boca de la mina irá á buscar el fin del tubo para llegar al cenicero (*artículo II.*) De todos estos métodos de ventilar las minas el mas eficaz es este último. Pero á fin de no tener que recurrir tan prontamente á ninguno de ellos, y que se trabaje con mas libertad, no se permitirá entrar en las galerias ni ramales mas que á los trabajadores muy precisos: y para cercenar su número se estraerán las tierras en carretoncillos, que se rodarán con cuerdas de un ángulo á otro: con este medio bastarán dos hombres en lo mas profundo de un ramal (el uno para continuarle y el otro para poner las tierras en los carretoncillos) y despues uno en cada ángulo.

369. Para construir las minas es necesario abrigar pozos tan profundos al ménos, como lo debe estar el piso de los ramales, particularmente si se sospecha encontrar agua. Estos pozos se abren en las trincheras, y se encofran, ó no, segun el terreno: regularmente se hacen cuadrados de cuatro pies de luz, figura que es necesaria cuando se han de encofrar, lo que se ejecuta con marcos de madera y tablas. Pero si el terreno fuese muy consistente como el ar-

giloso de modo que no se necesite apuntalarlo, se abrirá el pozo circular, porque así será menor su escavacion. Si abierto el ramal se encontrase agua, se escavará una fosa en el fondo del pozo, para que se recoja, y se pueda estraer con cubos. A este fin y para subir las tierras, se situará sobre el pozo un molinete. La boca de él se debe resguardar de los fuegos de la plaza con maderos robustos.

370. En la fig. 2. lám. 7. la parte S es la fosa á continuacion del pozo P; mas abajo de la galería AB, donde se recoge el agua de las filtraciones ó manantiales que pueda haber en la mina, para cuyo fin se le da á la galería algo de pendiente como manifiesta la figura, de suerte que la profundidad del pozo, ó la bajada RA de la entrada cuando no se haga pozo (§. 233) ha de ser la necesaria para que resulte competente línea de menor resistencia ó distancia desde el centro del hornillo H á la superficie X del terreno (§. 193).

371. Para que el agua no incomode á los trabajadores, se hace correr hasta S por una cuneta hecha contra una de las paredes de la galería ó ramal. La concavidad S puede cubrirse con tablones, cuando no se tenga que estraer agua.

372. Pero si no hubiese récelo de encontrar considerable cantidad de agua, será mas espedito y oportuno abrir la mina desde bajo del parapeto de la trinchera, haciendo descender el ramal y su retorno lo necesario, para que el hornillo venga á estar á la profundidad que se determine.

373. El sitiador debe tener siempre la precaucion de abrir ramales y pozos de escucha al rededor de las segundas baterías, de los caballeros de trin-

chera, y de algunos alojamientos muy avanzados en la esplanada: estos ramales y pozos sirven para conocer si el enemigo viene contraminando con el fin de arruinar estas obras y frustrar sus designios por medio de algunos hornillos.

374. Tambien es necesario abrir estos pozos y ramales al mismo tiempo y á los lados de un ramal, á cuyo extremo se quiera situar un globo de compression; pues su importancia exige que no se omita diligencia que pueda asegurar su éxito.

375. Las cámaras de las minas son los parages donde se pone la pólvora: dichas cavidades llamadas comunmente *hornillos* tienen en general la figura de un cubo ó dado, como los H (*fig. 1. hasta 8. lám. 7.*): las de las contraminas, cuando se hacen al tiempo que ellas y en terreno húmedo y poco consistente, se deben revestir de mampostería: las que están en arena ó tierra movediza se deben encofrar; las que en tierra regular solo han de ser unos huecos capaces de contener el cajon donde se ha de poner la pólvora; las que en argilla ú otro terreno sólido y seco no necesitan de cajon, y basta poner simplemente la pólvora en ellas, y cuando mas cubrirla con sacos terreros. Para aumentar la línea de menor resistencia y facilitar el atraque de una mina, se procura situar la cámara á derecha ó izquierda del extremo del retorno, y que esté mas baja que su piso. Sobre la figura de las cámaras es necesario examinar el objeto de las minas, y tener presente cuanto sobre este punto se dijo en el número IV. mas en el supuesto de ser un cubo se determinará como en todos su magnitud por las libras de pólvora que ha de contener, á razon de un pie cúbico para cada 46 li-

bras. Si la carga es, por ejemplo de 300 libras, se hará el hornillo de  $\frac{300}{46} = 6,522$  pies cúbicos; y por consiguiente de  $\sqrt[3]{6,522} = 187$  pies, 6 1, pie y  $10\frac{1}{2}$  pulgadas de lado.

376. Para arreglar las cargas de los hornillos se debe reflexionar sobre cuánto se deja espuesto en los cuatro primeros números, y el objeto de ellos. Pero lo que mas luz dará, será la propia esperiencia con reflexion á la teoría dada en los números citados. Aun no se pueden fijar con exactitud los limites de la esfera de actividad. Se ignora cuales serán, segun esperiencias, los efectos de la pólvora encerrada bajo de tierra en un mortero inútil, ó petardo, en una cámara guarnecida de losas fuertes por algunos costados, &c. ¿Quien sabe si la práctica y pruebas enseñarán á dirigir precisamente hácia una parte los efectos de la pólvora bajo de tierra, y á destruir las galerías y ramales sin percibirse en la superficie?

377. Determinada la cantidad de pólvora con que se debe cargar una mina, se acomoda en un cajon que la contenga exactamente, y taladrado por el centro de la tapa para que pueda caber un tubo de madera por donde se introducè el extremo de la salchicha, y despues se le pasa á esta una clavija de madera á fin que no pueda salirse del cajon. Se ha dicho que la abertura de este para recibir la salchicha ha de estar enmedio de su tapa, en la suposicion de que esté enterrado á un lado del retorno; pero si está sobre el piso de este, deberá estar la abertura enmedio del costado que mire al ramal. En este caso podrá escusarse el tubo de madera, y hacer que la cana cubra la salchicha hasta entrar en

el cajon. Si por ser el terreno seco y sólido, y haberse de volar la mina inmediatamente despues de cargada, no se usase cajon; se pondrá la salchicha en medio de la pólvora asegurando su extremo con una clavija al saco ó sacos que estén á la parte opuesta, y se clavará á la solera.

378. Por *salchicha* se entiende, pues, un tubo de lienzo fuerte y tupido de 8 á 12 líneas de diámetro, lleno de pólvora; se procura que el lienzo sea muy igual; y que esté bien cosido: la pólvora se debe oprimir para que despues no resulte algun vacío y se corte el fuego. Puesto un extremo de la salchicha entre la pólvora de un hornillo, debe llegar el otro hasta el parage de donde se haya de dar fuego á la mina. Si no fuese suficientemente larga se añadirá, haciendo al extremo de la salchicha un corte de 6 pulgadas de largo, que divida al tubo por medio, y otro igual á un extremo de la salchicha con que se ha de prolongar (cuidando de recoger en un saco la pólvora que se caiga en esta operacion) y despues se enlazan las dos salchichas atando con bramante sobre cada una de ellas los dos pedazos que resultan del corte de la otra. Si se hubiese de dar fuego á un tiempo á dos hornillos, situados en dos recodos de un ramal con quien formen una T, se pondrá una salchicha que vaya de uno á otro y en medio de ella se empalmará otra haciendo á su extremo un corte de 8 pulgadas de largo, ligando los dos pedazos que resulten á la salchicha con que se empalma, y atando fuertemente la ligadura con bramante.

379. Para precaver la salchicha de la humedad, asegurarla, y evitar que se rompa al atracar la mina, se encierra por toda su longitud en una canal de madera, que puede ser de dos especies á saber,

cuadrangular, ó triangular: cada una se compone de varios trozos, que despues se unen en la mina, y cada trozo de dos piezas: las de la cuadrangular son una canal, y su cubierta, que se asegura despues de introducida la salchicha con tarugos de madera, ó clavos que se golpean con martillos de cobre; los de la triangular se componen de una solera ó tabla de 4 á  $4\frac{1}{2}$  pulgadas de ancho, y de una cumbreira hecha de dos tablas iguales que forman con la solera un triángulo equilátero á corta diferencia. Esta canal es mas cómoda que la otra, porque se puede clayar con mas facilidad la salchicha á la solera, para que no se corte el fuego rompiéndose con la conmocion que experimenta cuando se incendia. Debe cuidarse 1.º que el área de la seccion transversal de la canal tenga á lo ménos  $5\frac{1}{2}$  pulgadas cuadradas, para que nó se sofoque el fuego de la salchicha, y á lo mas 12 pulgadas cuadradas, para que no se exale mucha parte del fluido elástico que produce la pólvora del hornillo: 2.º que en lugar de formar ángulos rectos la canal en los retornos, como ABC (*fig. 24. lám. 7.*) convendrá hacerla como EFD, para que esté ménos doblada la salchicha ST, y no haya tanto riesgo de que se corte el fuego. 3.º Determinada la longitud y disposicion de la salchicha, se coloca la canal; se quita la cubierta de esta, se introduce dicha salchicha y se clava la espresada cubierta.

380. Si la cantidad de pólvora con que se ha de cargar una mina fuese considerable, se acomodará y aun formará el cajon en la cámara y despues se llenará trayendo la pólvora de medio en medio quintal.

381. Por poco húmedo que esté el terreno se

embreará el cajon por dentro y fuera, é igualmente la canal, y ademas se cubrirán sus junturas con lienzo embreado. Aun quando la cámara de una mina estuviere con agua se podrá cargar sin riesgo de que se humedezca la pólvora, si esta no se deja encerrada mucho tiempo. A este fin se labrará una caja proporcionada, y cuyas piezas se ensamblen exactamente: se armará en la cámara, se extraerá el agua, y calafatearán todas las uniones de las piezas: se embreará y forrará por dentro con lienzo embreado: despues se introducirá en ella una, dos, ó quatro cajas bien embreadas, en las que se pondrá la pólvora, que se cubrirá con estopas, lienzo embreado, y las tapas correspondientes, que se calafetearán. En semejante caso se debe elevar la canal y no sentarla sobre el terreno.

382. Para atracar las minas se usaban antiguamente varios atraques de maderos fuertes, piedras, y aun mampostería, que la esperiencia ha hecho conocer que no son precisos, y si muy prolijos. Aunque es verdad, que quando se minan muros y no se quieren estender demasiado los atraques, es preciso valerse de semejantes arbitrios.

383. El atraque de una mina debe, pues, ser proporcionado á su línea de menor resistencia, ó por mejor decir al radio de su esfera de actividad, suponiéndola formada en un terreno de la consistencia del atraque: asi las minas hechas en tierra y que tienen un retorno, bastaría atracarlas un espacio algunos pies mayor que el radio de su esfera de actividad; y esto con tepes, con tierra apisonada, ó sacos terreros, llenando sus intermedios con piedras, cuñas ó tierra. Quando haya tepes en abundancia se usará de ellos con preferencia, porque se ajustan mejor.

384. Si se quisiese atracar aun mas una mina, se pondrán uno, dos, ó mas atraques, hechos en la forma siguiente que es la mas espedita. En los muros ó paredes del ramal ó recodo se abrirán de antemano en cada uno un hueco de medio pie de ancho, y lo mismo de profundo, ó mucho mas si fuese débil el terreno, en los cuales se pondrá una especie de compuerta hecha de pedazos de viguetas del largo correspondiente, llamados tambien *atraques*, y que estén sueltos, pues basta colocar uno sobre otro.

385. Atracada la mina (que nunca se debe volar sin orden del general del ejército, ó gobernador de la plaza), se preparará para volarla: á este fin se introducirá en el extremo de su salchicha el de una espoleta bien reforzada, y cargada con mas ó ménos tiempos, segun el que se crea necesario para retirarse el que dé fuego: se atará el lienzo de la salchicha fuertemente contra la espoleta, que tendrá una ranura para asegurar mejor la ligadura: se barrerá, y aun humedecerá el terreno inmediato, no sea que haya pólvora sembrada, y se cubrirá el extremo de la salchicha ú el de la canal con un encerado, y mejor con greda; ó se tomarán otras precauciones que se crean conducentes, para que no se incendie la salchicha hasta acabarse la espoleta. Tambien se puede dar fuego á la mina por medio de una pajuela larga de yesca, de lodillo de pólvora húmedo; ó mejor y mas seguro, á mano por medio de un reguero de pólvora suelta. Las circunstancias deben prescribir el método que se ha de seguir.

386. A la distribucion ó reparto que se hace de la salchicha para que comunique el fuego á varios

hornillos en igual tiempo ó con una determinada retardación se llama *compasamiento de fuegos*.

387. 1.º Si se han de volar á un tiempo los tres hornillos A, B, F (*fig. 25 lám. 7.*), siendo iguales entre sí las distancias  $mA$ ,  $mB$ , y menor que ellas la  $mF$ ; se trazará con un cordel la línea  $mnr$  que ha de formar la salchicha de cada uno de los ramales de los hornillos A, B; y tomando otro cordel igual, se pondrá un extremo en  $m$ , y el otro en  $v$ ; se acomodará dicho cordel en el ramal formando el ziczac  $msrv$ ; se arreglarán las canales por dichos tres cordeles, y se pondrán en ellas porciones de salchicha iguales á ellos.

388. El punto  $m$  en que concurren las salchichas de todos los hornillos que han de volar á un tiempo se llama *centro de los fuegos* de dichos hornillos; y desde él se pone otra porción de salchicha  $mf$  que llega al punto  $f$  de donde se ha de dar fuego.

389. 2.º Supóngase que de la galería XZ (*fig. 26 ídem.*) salen ramales GB perpendiculares á ella, é iguales entre sí, como también los retornos BA, y que todos los hornillos A se han de volar á un tiempo. Solo hay que compasar los fuegos de suerte que lleguen al mismo tiempo á todos los puntos C. Para esto se prolongan los eges de dichos ramales, en los cuales se supone aplicarse la salchicha, haciendo  $CD=CE=CF=&c.$  se tirarán las rectas DE, FG, HI; se dividirán por medio en J, K, L, y en estos puntos se levantarán las JM, KN, LO perpendiculares á ellas, é iguales entre sí; se tirará la MN, y la OQ perpendicular á OL é igual á MP, mitad de NM se levantarán las PR, QS perpendiculares á MN y QO, é iguales entre sí; se tí-

rá la RS, y dividida por medio en T, será este punto el centro de los fuegos por ser  $TR + RP + PM + MJ = TR + RP + PN + NK = TS + SQ + QO + OL$ .

390. Adviértase que para que puedan acomodarse en la latitud de la galería las porciones de canal DE, MN, RS, &c; es necesario que DE, FG, HI estén muy cerca de la pared YZ; y que JM, PR, QS, &c, sean á lo mas de 14 pulgadas de largo. Tampoco se harán estas de ménos de 7 pulgadas, para que el fuego no se comuniqué de RS á MN, ó de MP á JE ántes de llegar á P ó J.

391. 3.º Háyanse de volar á un mismo tiempo desde la galería XZ (*fig. 27 idem.*) los cinco hornillos A, B, H, I, R, dispuestos de suerte que sean iguales las distancias DE, FG, como en el caso anterior, y tambien los ramales HC, IC; pero  $HC < AC$ . Los puntos J, K se determinarán como ántes dividiendo por medio las DE, FG. Para determinar el punto P, hágase  $AD + DL = HF + FK$ ; tirese LO paralela á JM, continuándola hasta que encuentre en O á la NM prolongada; y dividase por medio en P la ON; porque por construcción se tendrá  $AD + DL + LO + OP = HF + FK + KN + NP$ ; y como es  $LJ = OM$  y  $LO = JM$ , tambien será  $AD + DJ + JM + MP = HF + FK + KN + NP$ . En cuanto al hornillo R, despues de levantar la perpendicular PQ se tirará desde Q la QS paralela á MN, hasta encontrar en S á la RC prolongada; y tomando  $RS + ST = AD + DJ + JM + MP + PQ$ , y dividiendo por medio en V la distancia QT, se tendrá el centro V de los fuegos de dichos cinco hornillos.

392. En lugar de colocar la salchicha siguiendo las VS, SR, se la hará formar los retornos *lm, mn, no,*

or cualquiera que sea la longitud de estos; á fin de que haya el mismo número de ángulos en la salchicha desde V al hornillo R, que desde V á cada uno de los hornillos A, B, H, I, y sean por consiguiente en igual número los retardos que la comunicacion del fuego experimenta en los ángulos; lo cual no hará variar la longitud de la salchicha, por ser  $S = mn + or$ , y  $Sr = lm + no$ .

393. 4.º Supóngase que para abrir brecha en un muro con terraplen se hayan construido tres hornillos A, B, F (*fig. 25 idem.*); pero que por la razon espuesta en el párrafo 324, se quiera que el hornillo F vuele un breve tiempo despues que los AB. En este caso se hará la porcion de salchicha *msxv* dos pies más larga que las *mnr*. Formando ziczac la salchicha, son oblicuos los ángulos, y no padece tanto retardo el fuego; pero si se quiere que el compasamiento sea mas fácil, se colocará como manifiesta la figura 28 de la lámina 7.

394. La regla que se ha dado para compasar los fuegos, supone que los hornillos están á un mismo nivel. Cuando no lo están, ni por consiguiente horizontal la salchicha, se ha de considerar que la comunicacion del fuego en ella se hace con mas rapidez de abajo arriba que de arriba abajo; y que la diferencia es tanto mas considerable cuanto mas se acerca la direccion de la salchicha á la vertical.

395. Si á una porcion de salchicha AB (*fig. 29. idem.*) en situacion horizontal se le da fuego por su medio C, llegará la inflamacion á un mismo tiempo á los extremos A, B; pero si la salchicha está en situacion vertical, como F, H, llegará la inflamacion mas pronto á H que á E.

396. Como una salchicha puesta con inclinacion

al horizonte participa de las posiciones horizontal y vertical, parece poderse concluir que las velocidades del fuego siguiendo, por ejemplo, las proporciones CK y CJ dirigidas por 45 grados de elevacion y depression respecto de la horizontal AB, serán respectivamente medias proporcionales aritméticas entre las velocidades del fuego siguiendo las partes correspondientes de dicha direccion horizontal AB y la vertical EH; de suerte, que si el fuego puede correr CB ó CA, en 40 segundos, CH en 36, y CE en 44; correrá CK en  $\frac{40+36}{2} = 38$  segundos, y CJ en  $\frac{40+44}{2} = 42$  segundos; por consiguiente si se quiere hallar el centro P de los fuegos de dos hornillos situados en J, K, se dividirá JK en dos partes JP, PK recíprocamente proporcionales con los tiempos 42 y 38, esto es, se dividirá de suerte que sean JP:PK::38:42::19:21, y por tanto JK:PK::40:21, y  $PK = \frac{JK \times 21}{40}$ . Igualmente, si la salchicha LM está con inclinacion de  $22\frac{1}{2}$  grados, para correr el fuego la distancia CM necesitará  $\frac{40+38}{2} = 39$  segundos, y para correr la CL necesitará  $\frac{40+42}{2} = 41$  segundos: luego el centro S de los fuegos de los hornillos situados en L y M, se tendrá tomando la parte  $MS = \frac{LM \times 39}{80}$ . Pero no sabemos que se hayan hecho esperiencias exactas sobre este punto, que es de la mayor importancia.

397. Hemos ofrecido dar noticia del método de hacer excelentes trincheras de las galerias y ramales: descubrimiento que se debe á Belidor, que lo ha

confirmado con las esperiencias mas incontestables, que es necesario esponer con individualidad para enterarse de él.

398. En una plaza de armas D del camino cubierto (*fig. 43 lám. 6.*) se abrieron á 12, 13, 14, y 15 pies de profundidad, una galería magistral, 1, 2, 3; á la cual se bajaba por las rampas *mr, ms*, otra de recinto 4,7 al pie de la esplanada; dos transversales 1,4 y 3,7; y dos de escucha 5,8 y 6,9: todas de 5 pies de alto, y 3 de ancho.

399. Para hacer volar en el mismo instante, y con un solo fuego la galería de escucha 6,9 de 20 toesas; la de recinto de 24; y 12 toesas de la transversal 7,3, se principió poniendo delante un atraque de sacos terreros, que les sirviesen de atrinchamiento, despues se pusieron canales con sus salchichas, y 10 barriles de pólvora de á quintal, en dos montones en el extremo de la galería transversal; 16 barriles en cuatro montones en la de recinto; y otros tantos en la de escucha, cuya entrada se cerró: y habiendo dado fuego á la salchicha se vieron elevarse súbitamente los cielos de la galería de escucha 6,9; de la de recinto, y parte de la transversal 7,3: las que quedaron convertidas en trincheras de 56 toesas de largo, cerca de 24 pies de ancho, y de 7 á 8 de hondo. Despues se hizo volar á un mismo tiempo, y con un solo fuego el resto de la transversal, y la mitad de la magistral, con 20 barriles de pólvora en 6 montones: así la galería de escucha 6,9, la de recinto 7,4, la transversal 7,3, y la parte de la magistral 3,2 formaron una trinchera continua. En fin se hizo volar la galería de escucha 5,8, y la otra mitad de la magistral, la primera con 20 barriles en cuatro montones; y la segunda con 12 en tres. Se

penetró en las galerías de escucha por las escavaciones de los hornillos A y C, que se habian volado como también el hornillo B para destruir el alojamiento BC hecho en la cabeza de la zapa *xz*. Los hornillos 1.º y 3.º se volaron á un tiempo; y al dia siguiente se destruyó con el hornillo C, lo que no habian volado los otros. Estas esperiencias se hicieron á presencia del Conde de Argenson, del Mariscal de Belle-Isle, de la Valliere, y otros muchos oficiales de artillería de superior grado.

400. De resultas infiere Belidor: que para convertir las galerías de minas en trincheras, será necesario despues de haberlas cerrado por un extremo con sacos terreros ó maderas, poner los montones de pólvora á distancias iguales, y que del uno al otro haya doble distancia que la que tenga la galería de profundidad, lo que determinará el número de montones. Para arreglar la cantidad de pólvora de cada uno se atenderá á la profundidad de la galería, y á la calidad del terreno: si este fuese franco, se arreglará la pólvora de cada monton, considerando un quintal por cada cuatro pies: de modo que si una galería tuviese 16 pies de profundidad, será cada monton de 4 quintales de pólvora. Finalmente los montones últimos estarán distantes de los extremos de las galerías igual dimension, que estas tengan de profundidad.

401. Proponiendo la Febure un método semejante de convertir las galerías en ramales, se pone la objecion: que inflamándose los montones sucesivamente, no se podrá conseguir el efecto que se desea, porque los primeros montones romperán la galería y formarán una abertura por donde saldrá el fluido producido por los otros. A lo que satisface

diciendo: qué respecto á la velocidad con que el fuego irá de un monton al otro y al tiempo que es necesario para desprender las tierras y elevarlas, es presumible que el fuego se haya estendido hasta el 5.º ó 6.º monton ántes de estar formada la escavacion primera; y que ademas, el aire de la galería comprimido por toda la pólvora inflamada casi á un tiempo, vencerá precisamente los obstáculos que se opongan á su dilatacion.

402. A fin de acelerar cuanto sea posible la inflamacion de todos los montones, será conveniente que la salchicha que los ha de incendiar sea de  $1\frac{1}{2}$  ó 2 pulgadas de grueso, y esté bien cerrada en su canal.

403. Se debe tener presente que, segun refiere Belidor, los escombros de las galerías asi voladas para convertirlas en trincheras, suelen estenderse á mas de doscientas toesas, pero como es regular que se alarguen mucho mas por las prolongaciones de las galerías que por los lados, se cuidará de apartar á mayores distancias la tropa que esté en las direcciones de las galerías, para evitar las desgracias que podrian ocurrir.

404. Comunmente se cree que mientras mas atacada y reunida esté la pólvora, con tal que no esté desecha, tanto mayor es su efecto. Por lo que pertenece á las armas de fuego se encuentra este principio desmentido en la práctica; esta enseña, que cargado un cañon sin ningun taco entre la pólvora encerrada en un cartucho, y su bala correspondiente, sale esta con mayor velocidad que interponiendo un taco fuerte ó débil. Es de presumir que la opinion contraria solo se funde en el mayor reculo del arma, lo que se debe atribuir á otro principio

muy diverso, cual es la resistencia que opone el taco á la dilatacion del fluido por aquella parte. Tal vez ha habido una semejante preocupacion acerca de las minas, dándose por regla general que quanto mas atacada y reunida esté la pólvora, tanto mayor efecto se debe esperar de la mina. Pero la Febure es de parecer, que cuando se quiera aumentar el efecto de las minas se debe dejar al rededor de la pólvora un espacio vacío, proporcionado á la cantidad de pólvora; y añade que para usar con acierto este medio, seria necesario hacer un crecido número de esperimentos egecutados por sujetos capaces de sacar de ellos todo el fruto posible. Y en otro lugar dice: pero en los trabajos de un sitio, en donde jamas podrán producir las minas escavaciones escesivas, no puede ménos de ser útil dejar en la cámara el vacío que naturalmente resulta despues de haber situado el cajon de pólvora. He sido testigo de algunas pruebas hechas con dos hornillos de igual profundidad en una misma tierra, y cargados con iguales cantidades de pólvora; el uno atracado, y cerrado exacta y fuertemente, y el otro con un pie de hueco al rededor del cajon; y volados casi á un mismo tiempo se encontró, que la escavacion del hornillo en que habia quedado un hueco era mucho mayor. En fin tratando el mismo autor de los globos de compresion y modo de atracar las galerías necesarias para situarlos, dice: querria que se esperimentase el no atracar una galería de 60 pies sinó 20, y esto de modo que el atraque se terminase en su boca, para que quedasen 40 pies vacíos hasta el gran hornillo. Presumo que ademas de la compresion se seguiria la voladura de las tierras, al ménos de toda la parte va-

cia de la galería ó ramal, lo que produciria una excelente comunicacion.

405. A la verdad no parece hay razon para dudar que dejando un hueco proporcionado al rededor de la pólvora de un hornillo sea mayor su efecto; pues este hueco por una parte disminuirá el volumen de tierras que ha de penetrar la pólvora; y por otra aumentará la cantidad del fluido elástico por la rarefacion del aire que contenga.

406. Por este mismo principio se puede conjeturar que cuando la pólvora de un hornillo está algo húmeda pero no tanto que impida la humedad su total inflamacion y destruccion; no será menor su efecto que estando seca, ó será mayor; respecto á que segun los fisicos, la elasticidad de los vapores ácuos es diez veces mayor que la del aire; y que incendiada la pólvora en un hornillo podrá convertir la humedad en vapores. Se objetará á esta conjetura: que la pólvora húmeda tiene ménos potencia en las armas de fuego que la seca y esto á porporcion de su grado de humedad; pero no hay paridad de un caso al otro: cuando la pólvora está húmeda, es su inflamacion mas lenta como advierte Antoni, y esta circunstancia se opone al mayor impulso del móvil; en lugar de que en un hornillo, singularmente sino está sobrecargado, no será perjudicial al efecto de la pólvora el que su inflamacion no se pueda tomar por instantánea. Sin embargo, debemos prevenir que asi esta conjetura como la anterior, y todas las ideas meramente especulativas solo pueden servir para hacer experimentos que las determinen y decidan.

407. Antes de terminar este artículo daremos

noticia del método que propone Belidor, y que experimentó en la escuela de la Fere para arrojar los cañones de las baterías de brecha al foso de la plaza lo que nunca se habia conseguido sinó por casualidad, porque la mayor resistencía que hacían el espaldon de la batería, y el declivio de la esplanada se oponía á ello: así para conseguirlo imaginó el citado autor, que sería conveniente commover las tierras de delante de un cañon con hornillos poco cargados, y despues volar detras hornillos sobrecargados. En consecuencia se construyó una batería de dos cañones de á 24, en la disposicion que debería tener para batir brecha, y se situaron dos hornillos debajo de los eges de las cureñas, cargados con 20 libras de pólvora cada uno, no obstante ser de 7 pies la línea de menor resistencía. El objeto de estos hornillos era commover las tierras sin que su efecto se manifestase en la superficie, para dejar ménos resistencía á otros dos distantes 10 pies de los primeros y en la misma direccíon que ellos, cuya línea de menor resistencía era de otros 10 pies: cada uno de estos hornillos se cargó con 6 quintales de pólvora.

408. Toda la mina hacia la figura de una doble T: así los cuatro hornillos se incendiaron con un solo fuego; pero se alargó la salchicha de los dos mayores lo suficiente para que no volasen hasta haberlo egecutado los primeros, cuyo efecto no llegó á la superficie; pero cuando llegaron á volarse los segundos, como el terreno ofrecía ménos resistencía hácia las ruedas de la cureña, elevaron las piezas á 40 toesas de altura, y cayeron á la parte de la plaza, á 35 toesas de la batería.

409. En este artículo hemos prescindido del modo de romper las piedras con barrenos, del de trabajar las minas, de los instrumentos necesarios para ello, y de otros puntos aun de ménos entidad: lo uno por encontrarse en varios tratados de minas, y singularmente en el de don Raimundo Sanz; y lo otro por ser puramente mecánicos: se aprenden inmediatamente con la práctica, y son muy difíciles de comprender sin ella. Además que por instrucción que se tenga en estas materias, nunca creemos que sin experiencia se podran practicar con acierto.

410. De cuanto dejamos espuesto se inferirá que la ciencia de las minas estaba reducida á unas miserables y falibles prácticas hasta que Belidor la ilustró, ó formó por mejor decir, valiéndose de experimentos; pero éstos no se han podido estender y repetir lo necesario para fijar y determinar todos los puntos precisos, á fin de poder hacer uso y emplear las minas en la guerra con todo el acierto y perfeccion que deja entrever la teoria. Si algun dia se consiguiese, se podrá escribir sobre este importante asunto con ménos proligidad, y mayor acierto.



# TABLA

*De las materias contenidas en este segundo tomo.*

<u>Pág.</u>	<u>Párrafos.</u>
1.	ARTICULO VII. De los reconocimientos é inventarios de artillería.
8.	Número I. <i>Del modo de valuar los efectos de un almacen</i> ----- 8— 9.
9.	<i>Reconocimiento de los cañones de hierro</i> ----- 10.
9.	<i>De los cañones de bronce</i> ----- 11— 20.
19.	<i>De los morteros, pedreros y obuses</i> --- 21— 22.
ib.	<i>De las municiones</i> ----- 23— 27.
22.	<i>De las cureñas, y demas efectos</i> ---- 28— 35.
26.	Número II. <i>Del método de formar el inventario de los efectos de una plaza.</i>
ib.	<i>Especies de inventarios, clases de efectos, método de espresar los de cada clase</i> ----- 36— 43.
32.	Número III. <i>Reflexiones sobre el buen orden, limpieza, y conservacion de los géneros.</i>
ib.	<i>Distribucion de los efectos de artillería, su colocacion en los almacenes, con las advertencias conducentes para su conservacion</i> ----- 44— 73.
44.	<i>Real instruccion sobre el aseo y res-</i>

Pág.		Párrafos.
	<i>guardo de los almacenes</i> -----	74— 87.
53.	ARTICULO VIII. De las armas de fuego, punta y corte.	
54.	Número I. <i>De las armas de fuego.</i>	
ib.	<i>Del arcabuz, mosquete y fusil</i> -----	6— 9.
56.	<i>Del cañon del fusil, su fábrica y dimensiones</i> -----	10— 30.
69.	<i>De la llave</i> -----	31— 40.
76.	<i>De la caja</i> -----	41— 51.
79.	<i>De la bayoneta</i> -----	52— 53.
80.	<i>De las piedras</i> -----	54.
82.	<i>Tabla del peso de las diferentes piezas de un fusil.</i>	
83.	<i>Reflexiones generales acerca del fusil, con la descripcion de todas las piezas que le componen, y á la carabina y pistola</i> -----	56— 73.
92.	<i>Reconocimiento del fusil</i> -----	74— 115.
104.	<i>De la longitud del fusil: noticias de varias invenciones para perfeccionarle</i> -----	116— 126.
108.	<i>De las carabinas</i> -----	127— 130.
109.	<i>De las pistolas</i> -----	131— 133.
110.	Número II. <i>De las armas de punta y corte</i> -----	
111.	<i>De las armas arrojadizas</i> -----	135— 137.
113.	<i>De las armas de asta</i> -----	138— 144.
116.	<i>De las armas de puño</i> -----	145— 148.
121.	<i>Fábrica de nuestras espadas</i> -----	149— 160.
126.	<i>Prueba y reconocimiento de las espadas</i> -----	161— 170.

Pág.	Párrafos.
127.	<i>Defectos de una espada</i> ----- 171—184.
132.	<i>De las dimensiones y peso de las espadas</i> ----- 185—186.
133.	<i>Reflexiones generales sobre las espadas</i> ----- 187—196.
139.	ARTICULO IX. De los fuegos artificiales.
141.	Número I. <i>De los artificios usados para el mejor servicio de la artillería.</i>
ib.	<i>De los estopines</i> ----- 8— 22.
147.	<i>Espoletas</i> ----- 23— 42.
160.	<i>Lanzafuegos</i> ----- 43— 57.
167.	Número II. <i>Del modo de preparar las municiones.</i>
ib.	<i>De los cartuchos en general</i> ----- 60.
168.	<i>Cartuchos para pólvora</i> ----- 61— 66.
172.	<i>Cartuchos de campaña</i> ----- 67— 74.
176.	<i>Cartuchos de metralla</i> ----- 75— 90.
185.	<i>Balas rojas</i> ----- 91— 96.
189.	<i>Bombas y granadas</i> ----- 97—118.
199.	<i>Estopines incendiarios</i> ----- 119—121.
201.	<i>Petardos</i> ----- 122—125.
203.	<i>Cartuchos de fusil</i> ----- 126—128.
205.	Número III. <i>De los artificios mas comunes para incendiar, é iluminar los trabajos enemigos, y para defensa de los puestos fortificados.</i>
ib.	<i>Carcasas</i> ----- 130—144.
212.	<i>Balas de iluminacion</i> ----- 145—147.
214.	<i>Sacos y barriles de pólvora</i> ----- 148—151.
216.	<i>Camisas y faginas embreadas, y ha-</i>

Pág.	Párrafos.
	<i>chas de contraviento</i> ----- 152—156.
219.	Número IV. <i>De los cohetes.</i>
220.	<i>De los moldes</i> ----- 160—165.
223.	<i>De los cartuchos</i> ----- 166—172.
225.	<i>Composiciones para cargarlos</i> ----- 173—176.
227.	<i>Modo de cargarlos</i> ----- 177—183.
230.	<i>De la cabeza del cohete</i> ----- 184—189.
232.	<i>De las varas y del caballete</i> ----- 190—195.
235.	<i>De los cohetes errantes, lluvia de fue- go &amp;c</i> ----- 196—204.
238.	<i>Reflexiones sobre los cohetes</i> ----- 205—213.
242.	Número V. <i>De los ingredientes, mate- riales é instrumentos de un laboratorio.</i>
243.	<i>Del salitre</i> ----- 215.
ib.	<i>Del azufre</i> ----- 216.
244.	<i>Del carbon</i> ----- 217—218.
245.	<i>De la pólvora</i> ----- 219.
ib.	<i>Del alquitran, pez y resina</i> ----- 220—225.
247.	<i>De la goma</i> ----- 226.
248.	<i>Del alcanfor</i> ----- 227.
249.	<i>De los aceites</i> ----- 228—229.
250.	<i>De los espíritus</i> ----- 230—234.
251.	<i>Del antimonio, limaduras de hierro y demas ingredientes</i> ----- 235—238.
252.	<i>De los géneros para hacer los mistos.</i> 239—249.
255.	<i>De los útiles, é instrumentos necesa- rios en un laboratorio</i> ----- 250—263.
263.	<i>Observaciones acerca de un labora- torio</i> ----- 264—274.
267.	ARTICULO X. <i>De las escuelas prác- ticas de artilleria.</i>

Pág.	Párrafos.
269. Número I. De los ejercicios facultativos.	
270. Del ejercicio del cañon de batir, su puntería, y modo de remediar los defectos de los tiros-----	9—20.
275. De la alza su utilidad y defectos----	21—45.
286. Del modo de cargar las cañones de batir-----	46—54.
289. Del ejercicio del mortero, y su puntería-----	55—62.
292. De la curva que describen las bombas: la aplicacion de la teoría en esta parte es imposible en la guerra; y las tablas antiguas son erróneas-----	63—68.
295. Del modo mas conveniente de cargar los morteros-----	69—74.
298. De las causas que alteran los alcances-----	75—76.
300. Elevaciones porque se deben arrojar las bombas-----	77—82.
302. Del uso del pedrero-----	83—89.
305. Del servicio del cañon de campaña----	90—94.
308. Del ejercicio violento del cañon de batallones-----	95—101.
311. Del uso de las máquinas-----	102—103.
315. Número II. De las prácticas que ademas de los ejercicios, deben ejecutarse en las escuelas prácticas por ordenanza.	
ib. Como se reconoce un cañon ó mortero	

- | <i>completamente</i> -----   | 105.     |
|--|----------|
| 316. <i>Como se ha de sacar el viento á las<br/>balas y demás armas</i> -----  | 106—108. |
| 317. <i>Como se cortan y reconocen las cu-<br/>charas</i> -----  | 109—110. |
| 318. <i>Los nombres de todas las partes de<br/>la cureña</i> -----   | 111.     |
| 319. <i>De la potencia de la pólvora, y al-<br/>cances de las piezas</i> -----                                       | 112.     |
| ib. <i>Como se buscan las distancias</i> -----   | 113.     |
| ib. <i>Como se observan los puntos de mira,<br/>y se saca el vivo de metales</i> -----                               | 114—115. |
| 320. <i>Cargas de las piezas, y como se han<br/>de variar</i> -----  | 116.     |
| ib. <i>De la diferencia que hay de tiros</i> ---   | 117.     |
| ib. <i>Como se cortan los cartuchos, ataca-<br/>dores y lanadas</i> -----  | 118—120. |
| 321. <i>Del uso de las máquinas</i> -----  | 121.     |
| ib. <i>Como se construyen gaviones, salchi-<br/>chones, &amp;c</i> -----   | 122—124. |
| 323. <i>Construcción de baterías</i> -----   | 125.     |
| ib. <i>Modos de desclavar la artillería, des-<br/>cargar las piezas, y tirar con ca-<br/>ñones irregulares</i> ----- | 126—133. |
| 329. <i>Número III. De varias prácticas<br/>que no están prevenidas por la or-<br/>denanza.</i>                      |          |
| 330. <i>De la construcción de un polígono de<br/>fortificación: su ataque y defensa</i> ---                          | 137—145. |
| 333. <i>Cual deba ser la instrucción práctica<br/>de minas</i> -----   | 146—150. |

336. *Del golpe de vista militar conraido á la artillería*----- 151—153.

337. *De las prácticas sobre la disposición de un parque: movimientos y marchas de los trenes: puentes militares: y abrir caminos*----- 154—157.

338. *De la disposición, cargas y puntería de las piezas de campaña*----- 158—171.

344. *Del uso del obús*----- 172—173.

345. *Del modo de tirar granadas con cañones; y otros puntos que necesitan de práctica*----- 174—177.

349. **ARTICULO XI. De los alcances y cargas de las armas de fuego.**

352. **Número I. De los alcances de las armas de fuego relativamente á sus cargas.**-----

ib. *De varios medios para hallar la velocidad inicial de los móviles*----- 7— 13.

358. *De la resistencia de los fluidos, y singularmente de la del aire á los cuerpos que se mueven en él*----- 15— 23.

364. *Consecuencias de la resistencia del aire*----- 24— 47.

376. *De los alcances efectivos de nuestras piezas actuales*----- 48— 64.

386. *De los alcances de la metralla*----- 65— 85.

392. *Del ángulo de mayor alcance*----- 86— 91.

398. *De los alcances efectivos de nuestros morteros y obuses*----- 92—108.

404. **Número II. De las cargas mas com-**

- petentes para las piezas de artillería.
404. Exposición de varios principios concernientes al modo de obrar la pólvora inflamada en las piezas----- 110—122.
412. Exposición de las máximas de Róbins, relativas á las cargas de las piezas----- 123—182.
436. Número III. Influxo de las dimensiones de las piezas en sus alcances.
437. De los alcances de las piezas cortas y largas----- 184—196.
447. De la certeza de los tiros de unas y otras----- 197—200.
450. De los rebotes----- 201—202.
451. De la fuerza del choque----- 203—208.
454. Del retroceso----- 209—210.
455. De la solidez y duración de unas y otras----- 211—223.
463. ARTICULO XII. De las minas.
473. Número I. De varias teorías antiguas de minas.
- ib. De las esperiencias de Tournay----- 25—39.
480. De los sistemas de minas del mariscal de Vauban----- 40—45.
485. Tabla de las cargas de las minas segun la Febure.
486. Sistema de la Valliere----- 47—50.
489. Comparacion y examen de diversas teorías sobre la figura y solidez de las escavaciones: razon en que están

- sus volúmenes, el peso de las tierras  
 y las cargas que las produzcan*----- 51— 65.
498. *Principios de la nueva teoría de Be-  
 lidor*----- 66— 74.
502. *Teoría que deduce Müller de los an-  
 teriores principios*----- 75— 90.
511. *Número II. Del verdadero efecto  
 de la pólvora en las minas.*
- ib. *La pólvora inflamada bajo de tier-  
 ra, supuestas algunas restricciones,  
 obra igualmente todo al rededor, y  
 forma una esfera de actividad ó  
 globo de compresion*----- 92—103.
516. *Esperiencia hecha en la Fere, que  
 prueba dicho efecto*----- 104—107.
519. *Esperiencia de Bis y hecha con el mis-  
 mo objeto*----- 108—115.
522. *Esperiencia de Postdam al mismo fin.* 116—123.
525. *Esperiencias de Maestricht, y Bruns-  
 vick*----- 124—125.
526. *Esplicacion del efecto de la pólvora  
 así considerado*----- 126—128.
528. *Del modo de hallar el radio de una  
 esfera de actividad*----- 129—133.
532. *Del modo de calcular la razon que  
 hay entre las cargas de las minas,  
 y el radio de la esfera de activi-  
 dad*----- 134—138.
536. *Número III. De la situacion de la  
 esfera de actividad respecto á la  
 superficie del terreno: distribucion*

- de la fuerza de la pólvora: voladura de las minas; y figura de su escavacion.
536. Comparacion del radio de una esfera de actividad con la linea de menor resistencia----- 139—142.
537. Teoría sobre la parte de la carga que se emplea en formar la escavacion de una mina, y sobre la que eleva las tierras----- 143—161.
549. Exámen de las escavaciones posibles respecto á una carga----- 162—172.
555. De la figura de las escavaciones----- 173—179.
559. De la altura á que se elevan las tierras, y distancia á que se estienden cuando se vuela una mina. 180—186.
564. Número IV. Aplicacion de la teoría de las minas.
565. Modo de hallar la carga de una mina, conocida la linea de menor resistencia, y dado el diámetro de la escavacion----- 188—191.
566. Del modo de formar tablas para hallar desde luego las cargas de las minas en diferentes terrenos: y uso de estas tablas----- 192—197.
569. Exámen de las causas que hacen imperfecta la esfera de actividad de una mina----- 198—199.
570. Influxo de la heterogeneidad del terreno----- 200—202.

572. Modo de hallar la figura de la esfera de actividad cuando los terrenos siguen una ley uniforme en su consistencia..... 203—209.
575. El fondo de los hornillos conviene que sea muy sólido en algunas ocasiones..... 210—211.
576. De las figuras que se pueden dar á los hornillos y sus efectos..... 212—213.
583. De las distancias de los hornillos para formar escavaciones oblongas... 224—226.
587. Tablas de Geuss para las cargas de las minas..... 227—230.
592. Número V. De las contraminas.
600. Noticia de las principales obras de las minas y contraminas..... 229—248.
598. Extracto de los sistemas de la Valliere, y sus defectos..... 249—251.
601. Exposicion del sistema de la Febure... 252—266.
607. Del modo de contraminar las obras de una plaza..... 267—273.
610. Número VI. Disposicion de las minas respecto á las contraminas: defensa de unas y otras..... 274—283.
611. Modo primero de atacar con minas una plaza contraminada..... 275—283.
615. Modo segundo de atacar con minas las contraminas..... 284—289.
617. Del modo de defender las contraminas. 290—305.
623. Modo tercero de atacar una plaza contraminada por medio de globos..... 306—311.

- de compresion-----306—312.
626. Los globos de compresion pueden emplearse para destruir las obras de las plazas-----313—317.
628. Objeciones que se pueden hacer al uso de los globos de compresion, y su solucion de ellas-----318—321.
630. Disposicion de las minas para arruinar los muros de una plaza ó cualquier obra fortificada-----322—332.
633. Cargas necesarias para el objeto expresado ántes-----333—336.
634. Ventajas é inconvenientes que se siguen de emplear las minas en abrir brechas-----337—339.
635. Uso de las minas en campaña-----340.
637. Número VII. Del modo de construir las minas, y cargarlas.
- ib. Dimensiones de las galerias y ramales de las contraminas, y de sus revestimientos: si para construir las es conveniente abrir zánjas, ó penetrar en el terreno-----342—344.
639. Sobre si los ramales y retornos se han de construir cuando las galerias, ó en caso de sitio y modo de hacerlo.-----345—348.
642. Dimensiones de los retornos: cuando se han de apuntalar, y encofrar las minas: diversos modos de encofrar-----349—358.
645. Regla para dirigir la mina á un punto: modo de marcar la direccion

<u>Pág.</u>	<u>Párrafos.</u>
	<i>de las galerías, sus retornos y ramales</i> -----
649.	<i>Modos de ventilar las minas</i> ----- 359—367.
650.	<i>Del modo de abrir las minas de ataque</i> ----- 368.
652.	<i>De las cámaras, cargas, cajones, salchichas, canales, y atraques de las minas</i> ----- 369—374.
657.	<i>Del modo de dar fuego á las minas</i> --- 375—384.
ib.	<i>Compasamiento de fuegos</i> ----- 385.
662.	<i>Del modo de convertir las galerías y ramales en trincheras</i> ----- 386—396.
664.	<i>Sobre si conviene atacar la pólvora de una mina, ó dejar un hueco al rededor</i> ----- 398—403.
666.	<i>Del modo de arrojar los cañones de una batería de brecha dentro de la plaza con contraminas</i> ----- 404—406.
	<i>plaza con contraminas</i> ----- 407—408.

- 643. De las galeras, sus remeros y velas.
- 644. Sobre si conviene armar la potencia de un reino, ó de qualquiera de ellos.
- 645. Del modo de armar la potencia de un reino.
- 646. Del modo de armar la potencia de un reino.
- 647. Del modo de armar la potencia de un reino.
- 648. Del modo de armar la potencia de un reino.
- 649. Del modo de armar la potencia de un reino.
- 650. Del modo de armar la potencia de un reino.
- 651. Del modo de armar la potencia de un reino.
- 652. De las embarcaciones, sus remeros, sus velas, sus cables, sus anclas, y sus otros utensilios.
- 653. De las embarcaciones, sus remeros, sus velas, sus cables, sus anclas, y sus otros utensilios.
- 654. De las embarcaciones, sus remeros, sus velas, sus cables, sus anclas, y sus otros utensilios.
- 655. De las embarcaciones, sus remeros, sus velas, sus cables, sus anclas, y sus otros utensilios.
- 656. De las embarcaciones, sus remeros, sus velas, sus cables, sus anclas, y sus otros utensilios.
- 657. Del modo de dar fuego a las minas.
- 658. Del modo de dar fuego a las minas.
- 659. Del modo de dar fuego a las minas.
- 660. Del modo de dar fuego a las minas.
- 661. Del modo de dar fuego a las minas.
- 662. Del modo de dar fuego a las minas.
- 663. Del modo de dar fuego a las minas.
- 664. Del modo de dar fuego a las minas.
- 665. Del modo de dar fuego a las minas.
- 666. Del modo de dar fuego a las minas.
- 667. Del modo de dar fuego a las minas.
- 668. Del modo de dar fuego a las minas.
- 669. Del modo de dar fuego a las minas.
- 670. Del modo de dar fuego a las minas.
- 671. Del modo de dar fuego a las minas.
- 672. Del modo de dar fuego a las minas.
- 673. Del modo de dar fuego a las minas.
- 674. Del modo de dar fuego a las minas.
- 675. Del modo de dar fuego a las minas.
- 676. Del modo de dar fuego a las minas.
- 677. Del modo de dar fuego a las minas.
- 678. Del modo de dar fuego a las minas.
- 679. Del modo de dar fuego a las minas.
- 680. Del modo de dar fuego a las minas.
- 681. Del modo de dar fuego a las minas.
- 682. Del modo de dar fuego a las minas.
- 683. Del modo de dar fuego a las minas.
- 684. Del modo de dar fuego a las minas.
- 685. Del modo de dar fuego a las minas.
- 686. Del modo de dar fuego a las minas.
- 687. Del modo de dar fuego a las minas.
- 688. Del modo de dar fuego a las minas.
- 689. Del modo de dar fuego a las minas.
- 690. Del modo de dar fuego a las minas.
- 691. Del modo de dar fuego a las minas.
- 692. Del modo de dar fuego a las minas.
- 693. Del modo de dar fuego a las minas.
- 694. Del modo de dar fuego a las minas.
- 695. Del modo de dar fuego a las minas.
- 696. Del modo de dar fuego a las minas.
- 697. Del modo de dar fuego a las minas.
- 698. Del modo de dar fuego a las minas.
- 699. Del modo de dar fuego a las minas.
- 700. Del modo de dar fuego a las minas.



## ERRATAS.

<u>Pág.</u>	<u>Lín.</u>	<u>Errata.</u>	<u>Correccion.</u>
34---	23---	se pueden -----	no se pueden.
38---	13---	embarrirlar-----	embarrilar.
78---	18---	pera-----	para.
88---	8---	cunpesarian-----	compensarian.
179---	12---	atacar-----	atar.
266---	1---	las muchas-----	muchas las.
269---	3---	practique que..	practique.
315---	14---	esculas-----	escuelas.
347---	20---	medio-----	mediano.
354---	-----	velocidade-----	velocidades.
370---	<i>última.</i>	globo-----	globo.
408---	12---	describir-----	descubrir.
425---	27---	cercidas-----	crecidas.
444---	8---	arroiados-----	arrojados.
451---	17---	al-----	el.
528---	32---	menester-----	menester.
530---	7---	26-----	36.
564---	2---	,-----	?
597---	26---	cargas-----	caras.
617---	<i>primera.</i>	rencinto-----	recinto.
640---	<i>penúlt.</i>	358-----	348.
651---	<i>primera.</i>	giloso-----	ciloso.
ib.	21---	argilla-----	arcilla.

ERRATA

883

Correcion.	Errata.	Lin.	Pág.
no se pueden	se pueden	23	34
empañar.	empañar.	13	38
para.	para.	18	78
compañar.	compañar.	8	88
atar.	atacar.	12	170
muchas las.	las muchas.	1	266
practico.	practico que.	3	269
escuelas.	escuelas.	14	315
mediano.	medio.	20	347
velocidades.	velocidade.		354
globo.	globo.	última.	370
describir.	describir.	12	408
ceridas.	ceridas.	27	422
arrojados.	arrojados.	8	444
el.	el.	17	451
menester.	menester.	32	528
30.	20.	7	530
?	?	2	564
cartas.	cargas.	26	597
tecinio.	tecinio.	primera.	617
348.	358.	segunda.	640
cilloso.	gilloso.	primera.	651
arilla.	arilla.	21	ib.

A

9 d at 85, 87 at 117

— 117, 196









