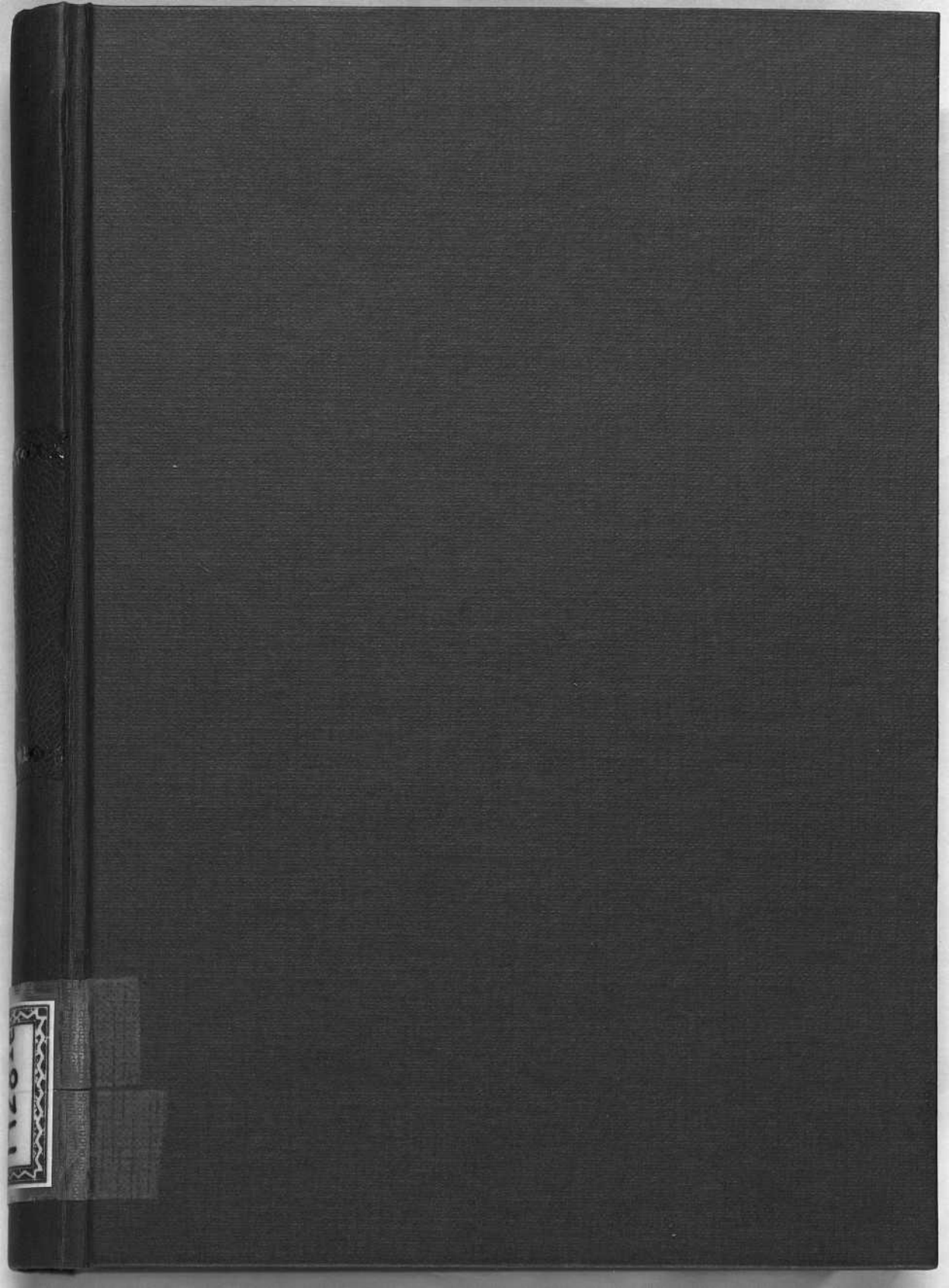

ARTILLERIA.

TRATADO

DE LA TEORIA Y FABRICACION

DE LA PÓLVORA EN GENERAL,

LAS PIEZAS DE ARTILLERIA

Y LOS PROYECTILES DE HIERRO:

POR LOS CORONELES GRADUADOS, CAPITANES DE ARTILLERIA

Don Claudio del Fraxno y Don Joaquin de Bouligny,

profesor y ayudante de la clase de ciencias naturales de la academia de su arma.

SEGUIDO

del artículo sobre fundicion de artillería de bronce, redactado de órden superior por el Coronel, 1.er Comandante del mismo cuerpo

DON PEDRO LUJAN,

fundidor mayor de Sevilla.

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

TOMO I.

SEGOVIA:

IMPRENTA DE D. EDUARDO [illegible].

1847.

Al excmo. señor don Francisco Javier Azpiroz y Jalon, Garroverea, Bañuelos, etc., Gentil-hombre de cámara de S. M. con ejercicio; Caballero cruzado de la órden de Alcántara; Gran cruz de la Real y distinguida órden española de Cárlos III; de la militar de San Fernando; de la americana de Isabel la católica; y de la Real y militar de San Hermenegildo; Caballero de la de San Fernando de segunda y tercera clase; condecorado con varias cruces de distincion por acciones de guerra; Benemérito de la patria; Socio de mérito de la económica de Oviedo; Senador del reino; Teniente general de los ejércitos nacionales, Director, Inspector y Coronel general del cuerpo de artillería de España é Indias, etc. etc.

Excmo. Señor:

Desde que las ciencias naturales y las artes dependientes de ellas han hecho tan rápidos adelantos, y sobre todo desde que la química ha variado su nomenclatura reemplazándola por otra mas filosófica y ecsacta; se está palpando en el cuerpo la necesidad de acomodar á los nuevos conocimientos toda aquella parte del tratado de artillería del E. S. D. Tomas de Morla, *que se roza directamente con la química y la metalúrgia en general. Las circunstancias de la época turbulenta que atravesamos, y la veneracion y respeto con que todos los artilleros miramos la grande obra de nuestro ilustre maestro, han retraido á muchos aventajados ofi-*

ciales de emprender un trabajo que debe ser producto de los esfuerzos combinados de muchos, porque solo á capacidades tan privilegiadas como la del general MORLA *las es dado abrazar todos los ramos que comprende en nuestro pais el cuerpo de enseñanza para un oficial de artillería. Nosotros, por estar desempeñando algunos años hace la clase de ciencias naturales en esta academia, hemos podido tocar mas de cerca la necesidad de que los alumnos, al pasar desde esta clase á la de artillería, no tropiecen con ciertas contradicciones, hijas solamente de que la ciencia anatematiza hoy como falsos, principios tenidos por verdaderos hace medio siglo.*

Ademas, como la metalúrgia del hierro y su aplicacion á las artes y á la guerra han crecido tanto en importancia en estos últimos tiempos, y como en la obra del general MORLA *se toca muy someramente cuanto concierne á la fabricacion de la artillería de hierro, resulta un vacío en la enseñanza tanto mas notable, cuanto que el restablecimiento de la fábrica de Trubia, reclama de los nuevos oficiales aptitud para el desempeño de sus plazas.*

Estas consideraciones, y sobre todo la indulgencia y bondad con que V. E. se ha dignado acoger otros de nuestros trabajos, nos han alentado á escribir este TRATADO, *que comprende lo concerniente á la teoría y fabricacion de la pólvora y las piezas de artillería de hierro, con un* apéndice *sobre las municiones; cuyo trabajo, asociado al artículo de fundicion de artillería de bronce redactado por el Coronel,* 1.er *Comandante del cuerpo Don Pedro Lujan, viene á constituir la refundicion de los artículos* 1.º, 2.º *y* 3.º *del tomo* I *de la obra del general* MORLA, *arreglado to-*

do á los últimos conocimientos y prácticas admitidas; pues en este trabajo no aspiramos al título de autores, sino al de meros recopiladores de lo que sobre el particular han dicho escritores autorizados de nuestros dias.

La eleccion podrá no haber sido acertada y el desempeño menos que mediano, pero hasta cierto punto nos servirá de escusa el deseo que nos ha guiado de ser útiles al cuerpo que tan dignamente manda V. E.

Tal vez algunos al mirar autorizado este escrito con nombres tan obscuros como los nuestros, no podrán reprimir un sentimiento de hilaridad; pero si otros al vernos penetrar en senda tan escabrosa se deciden á seguirnos y publican trabajos mas importantes, nuestros esfuerzos quedarán sobradamente recompensados, especialmente si V. E. acogiéndolos benigno los considera como una muestra, siquier mezquina, de nuestro respeto y gratitud.

Dios guarde á V. E. muchos años. Segovia 16 *de Abril de* 1847.=*Excmo. Sr.*=Claudio del Fraxno y Palacio.=Joaquin d Bouligny y Fonseca.

de [illegible] buenos consejeros y perfectos adivinadores; pues en es-
te trabajo no exigimos de ellos de autores, sino el de nuestros re-
copiladores de lo que sobre el particular son dichos escritores au-
torizados de nuestros días.

La elección pueda no [illegible] acertada y el desempeño me-
nos [illegible], pero hasta cierto punto nos servirá de escusa
el deseo que nos ha guiado de ser útiles al cuerpo que tan dignam-
mente ocupa V. E.

Tal vez algunos al mirar cuanto hemos escrito con nombres
tan obscuros como los nuestros, no podrán reprimir un sonri-
sueño de [illegible]; pero si otros al versos penetrar en sendas
que conducen al adelanto de algunos y publican tendejos mas en-
potrados, nuestros esfuerzos quedarán sobradamente recompensa-
dos, especialmente si V. E. [illegible] los consideran co-
mo una mas, siquier mezquina de nuestro respeto y gratitud.

Dios guarde a V. E. muchos años. Madrid 16 de Abril de
1[illegible]—Señor Sr.—Claudio del Ezcano y Palacio.—Joaquin d
Mungoy y [illegible]

INTRODUCCION.

Mientras la construccion del material de artillería esté á cargo de los oficiales del arma, ningun estudio debe presentar para ellos mayor interes que el de la fabricacion de las piezas, y la de la pólvora en general.

Dependientes una y otra de los adelantos rápidos que en los últimos tiempos han hecho la química y la metalúrgia, se hallan por desgracia muy distantes del grado de perfeccion apetecible, y que les corresponderia en comparacion de otras manufacturas, que por tener un contacto inmediato con las artes, han sido estudiadas con mayor detenimiento, y con todo el interés que inspira la esperanza del lucro.

Entre nosotros, preciso es confesarlo, el conocimiento de las ciencias naturales no ha sido considerado hasta estos últimos tiempos, sino como un estudio subalterno, cuya importancia distaba mucho de

la de las ciencias esactas y de las macsimas envejecidas que sirvieron un dia de norma para la direccion de nuestros talleres; macsimas empíricas, hijas sí de una sábia esperiencia, pero incapaces de llenar por sí solas las exigencias de nuestro siglo, ni de sostener la reputacion de la artillería española al nivel de la de otras naciones, que nos preceden en la senda de la civilizacion.

Por fortuna de algun tiempo á esta parte adquiere entre nosotros crédito é interes el estudio de la naturaleza, y la prontitud y acierto con que han sido adoptadas en nuestras fábricas importantes reformas, ofrecen la consoladora esperanza de que en breve nuestros talleres competirán con los mejores estrangeros, y que el estudio de los conocimientos modernos abrirá un ancho campo al ingenio español, para que los que nos sucedan, eleven de nuevo la reputacion y concepto del Cuerpo á la altura en que nuestros sábios maestros lograron colocarla.

Por nuestra parte, deseosos de consagrar á nuestro instituto nuestros débiles esfuerzos, hemos procurado recopilar en esta memoria cuanto de provechoso y útil hemos creido aprender en los autores modernos, que hemos consultado, relativos á la parte teórica y práctica de la fabricacion de las piezas de artillería y de la pólvora en general. ¡Felices si este humilde trabajo merece la indulgencia de nuestros compañeros de armas!

TITULO I.

De la pólvora en general.

Nuestro empeño no se estiende á investigar de qué modo los hombres litigaron sus derechos en los primeros tiempos, en que encomendaron á la fuerza la resolucion completa de las cuestiones de intereses encontrados. Traeremos mas á nuestros dias los medios que para vencerse usaron, por lo mismo que este escrito envuelve el objeto de demostrar que al estudio de la naturaleza ha sido la humanidad deudora de los inmensos recursos con que hoy ostenta su poder, y de que carecieron los siglos anteriores. Procuraremos trazar solamente los pasos de la historia del arte militar, desde los tiempos en que los hombres unieron á los esfuerzos de su propio valor los auxilios que la naturaleza les ofreció, cuando la invencion de la pólvora vino, por una serie de adelantos sucesivos, á colocar la ciencia de la guerra en el eminente punto que ocupa en el siglo XIX. Partiremos de la consideracion de este arte cuando las composiciones incendiarias tuvieron su lugar en él, como medio de ofensa y defensa; y en lo posible, caminaremos paso á paso hasta el dia de hoy, sin que para ello nos arredre otro obstáculo que la falta de apoyo que en algunos puntos halla-

mos, ya por la interrumpida narracion de los acontecimientos, ya por las repetidas dudas en que nos ponen los historiadores, á veces contemporáneos, con la poca conformidad de sus opiniones, tanto en el relato de hechos que sientan como ciertos, cuanto en aquellos en que dudan ellos mismos del modo que tuvieron lugar, á pesar del poco tiempo que los separa. La primera de nuestras consideraciones sobre los progresos del arte de la guerra será la pólvora, alma verdadera de la artillería, y compuesto cuya vitalidad se gradúa yá de tal modo por medio de los progresos de las ciencias naturales, que causaria sorpresa inconcebible á sus afortunados inventores, y á los que á fuerza de tanteos é investigaciones atrevidas, fomentaron en los primeros tiempos sus aplicaciones. Como no se trata de un descubrimiento de ayer, sino de un cuerpo nacido en época remota y cuya vida ha alcanzado á la generacion actual, nosotros presentaremos á la pólvora en su infancia como un ser cuya creacion fué casual, y cuyo desarrollo está ligado con el del entendimiento del hombre, estudiando la naturaleza de sus principios elementales, ya en estado de aislamiento, ya en el de combinacion.

El salitre, el azufre y el carbon, fueron empleados en las primeras pólvoras, y estos mismos principios se reconocen hoy como necesarios, para que el compuesto resuelva cumplidamente el problema que se encierra en su misma definicion, en el momento de transformarse en cuerpos gaseosos de naturaleza espansible. Pero no se crea por esto que no se ha dado mas de un paso adelante. La historia de cuanto concierne al uso que de la pólvora hicieron los primeros que la dieron aplicacion, el modo como la fabricaban y el conocimiento teórico que de ella tenian, comparados respectivamente con lo que hoy dia sucede, colocarán á cada una de las pólvoras en los estremos de una distancia enorme, cuyos puntos intermedios han tenido su dia á la par que se ha avanzado en el estudio de las ciencias naturales, y quedará plenamente de-

mostrado, que los progresos en este estudio traerán por consecuencia la perfeccion de la pólvora, y con ella la del arte militar. Para ser claros, principiaremos por tratar separadamente de cada uno de los componentes, y con la teoría de la fabricacion, potencia y demas propiedades físicas y químicas del compuesto, daremos cima al primero de nuestros objetos.

Nitro, Salitre, Bâroud ó Bârout.

1. La palabra *nitro* se origina de la de *neter*, cuyo radical *natar*, en hebreo, significa *hacer efervescencia*; y los antiguos la aplicaban generalmente á todas las sales alcalinas que se encontraban en la naturaleza, como los carbonatos de sosa y de potasa, los azoatos de potasa, de cal y de sosa, y el borato de esta última base &c. Los primeros pueblos que debieron fijar su atencion en el salitre debieron ser los mas orientales del Asia, porque la naturaleza lo ofrece allí con mayor abundancia en la superficie de su suelo en estado de eflorescencia; y aunque despues de alguna reflecsion, se advierte cierta contradiccion en la aplicacion de la palabra *nitro* al salitre, porque en este no notamos esa efervescencia que constituye su verdadera aplicacion, ni tampoco la tiene cualquiera que sea la reaccion química, á menos que no se confunda con los fenómenos que presentan sus fusiones acuosa é ígnea, nos persuadimos que se le dió, por la semejanza del aspecto de espuma de la llamada propiamente efervescencia, y del que constituye el agrupamiento de las agujas sumamente pequeñas que cubren grandes estensiones del suelo de la China y otros; estado en el cual observaron los antiguos á estas diversas sales, comparándolo con el de la *espuma de nitro*; nombre que le dieron y que convence de la certeza de nuestra opinion. Mas como por otro lado eran en aquellos tiempos bastante escasos los medios de determinar bien

la naturaleza de los cuerpos, se vieron en la necesidad de ensanchar los límites de los géneros de las cosas, y bajo del epígrafe *nitro*, incluir á aquellos compuestos que no sabian clasificar bien, comprendiendo como es consiguiente á los carbonatos y á cuantos se hacian sensibles por la accion del vinagre. Si consultamos á los libros de mineralógia, no podremos menos de inferir de las propiedades de muchos de los cuerpos que nos enseñan y de la acepcion de la palabra *nitro*, primero el gran caos en que se encontraba el estudio de la naturaleza, y segundo la facilidad con que aquellos hombres reunian cuerpos tan diversos.

2. Se cree que la palabra *salitre* no tenia equivalente en la lengua árabe, y que se origina de que el traductor la formó de dos palabras árabes que significan sal de piedra, ó sal tan dura como la piedra, sal de roca; en cuyo caso pertenece al natrón que naturalmente se forma en Egipto, en dos lagos situados al oeste de Delta, y que es tan duro que para romperlo se emplean barras de hierro. Los antiguos usaban al natrón (sesqui-carbonato de sosa) para construcciones, como se justifica, segun dice Dumas en su tratado de química, tomo 2.°, pag. 333, por las ruinas de la fortaleza de Alcassar en el imperio de Marruecos.

No se estrañará tampoco el que advirtamos que el sesquicarbonato de sosa pertenecia en la antigüedad al género nitro, porque es fácil convencerse de que puede hacer efervescencia, ademas de no serle tampoco ageno el estado eflorescente.

Es muy probable que del aspecto que presenta el salitre cristalizado, se originase el que los hebreos y los árabes le llamasen *bâroud* ó *bârout*, pues entre ellos *bârad* significa *en forma de cristales largos y delgados.*

3. Las árabes, los persas y los turcos aplicaron á la pólvora de cañon los nombres de bâroud y de bârout, y mas adelante manifestaremos las razones que en nuestro concepto tendrian para ello, asi como la duda que esto debió originar á los

historiadores para fijar de un modo cierto la época de su descubrimiento.

Los persas dieron al salitre el nombre de *sal de la china*, sin que para ellos fuera de la mayor influencia su aspecto esterior, que llamó la atencion de los médicos de Egipto, y por él le dieron el de *nieve de la china*. Nosotros, conformándonos con que ambos tuvieron su fundamento, no podemos menos de inferir de las mismas denominaciones, que el Celeste Imperio fue entre ambos pueblos, el primero que fijó su atencion en un compuesto natural, cuya influencia en las cuestiones políticas del género humano, la comprende mejor la generacion presente que las pasadas. Por otra parte, no nos causa admiracion que los chinos hayan precedido á todos en el conocimiento y aplicacion del salitre, porque la circunstancia de presentarse esta sal con mucha abundancia y en el estado ya casi puro y cristalino en la superficie de su suelo, como se deduce de las denominaciones, *nieve de la china* ó *bâroud blanco* con las cuales se le conocia, debió abreviar mucho los pasos que en otros puntos ha sido necesario dar para reconocer su ecsistencia en la costra de la tierra, y sustraerlo de los muchos asociados que lo ponian fuera del alcance de una inspeccion dirigida con la superficialidad que cabia en la escasez de conocimientos de aquella época.

4. Posteriormente, y cuando ya los caracteres esteriores del salitre en estado de eflorescencia se sabian distinguir, se fijó la atencion sobre el que apareció recubriendo la superficie de una piedra llamada Assios por encontrarse cerca de Assos, ciudad de Mysie. Por el estado de division en que se manifestaba y la pequeñez de sus cristales, Ybu-Albay-thar le dió el nombre de *flor de la piedra Assios*, cuando en 1240 escribia en Damasco el diccionario de las substancias minerales y vegetales que en su época entraban ya en la medicina. Investigándose entonces cuál seria el origen de aquella sustancia que escondia, por decirlo asi, á la superficie de la piedra, manifiesta

Avicenne escritor del siglo X, que se atribuia á las ecsalaciones húmedas del mar.

De la historia natural escrita por Plinio se infiere, que la piedra Assios es la *alunita* de los mineralogistas modernos, que segun Cordier, se forma de la reunion de veinte átomos de bi-sulfato de alúmina, de uno de bi-sulfato de potasa y cuarenta y dos de agua. El segundo componente de los manifestados, unido al estado esponjoso y cretáceo en que siempre se halla la alunita, juntamente con las ideas que emitiremos sobre las causas que es necesario que se reunan para la formacion del salitre, nos convencen de la probabilidad de que pueda ser matríz de él la espresada variedad mineralógica, si bien nos alegrariamos encontrar en los análisis la ecsistencia de la materia caliza en dicha piedra, para no estar por este lado en oposicion con la teoría, que en breve manifestaremos sobre los principios y causas que influyen en la formacion del salitre. Ya en los dias de Plinio se debieron haber concebido sospechas de la intervencion que ejercen las substancias animales en la abundante formacion del salitre, alli en donde ellas se encuentran, al ver que la materia lapídea era potente para la descomposicion de ellas, y que esta facultad en union con la de absorver la humedad, daban lugar á la formacion de una materia cristalizada en agujas de pequeño tamaño, de figura prismática ecsagonal, y de posicion entrelazada hasta el punto de que la imaginacion de Galien concibiese por su aspecto el de la espuma del nitro. Pero solo á la contemplacion sucesiva y constante de las generaciones, sobre los datos, sospechas y observaciones de los antepasados, le es dado invadir el secreto de la formacion de los productos naturales; demostrándose por este medio, la distancia que separa al hombre del Supremo Hacedor, asi como su bondad en descubrir su obra, sin duda para hacerle palpable su pequeñez, si bien por otro lado para premiar su trabajo, lisongeando de este modo al estudioso. No de otro modo pudieron ser felices para la ciencia los dias de

Priestley descubridor del oxígeno; de Woller, trastornador del orden, con el cual consideraban sus maestros la colocacion de los cuerpos metálicos por su afinidad con aquel principio comburente, y de cuyos resultados se ha abierto un camino mas seguro para las cuestiones de análisis; y por último, y concretándonos al asunto presente, es bien cierto que sin mas conocimientos que los de Plinio y Dioscoride sobre la naturaleza del salitre, y de los medios que reclama su formacion, no estarian tan inmortalizados los dias de Thenard y Liebig, Longchamp y Davy.

5. El haber llegado por un orden histórico á la consideracion que el salitre merece en nuestros dias, nos impone el deber de entrar á considerarlo en su composicion, proporciones de combinacion, medios de formacion, y teoría y principios que ponen en libertad á sus elementos constitutivos; porque hasta este punto hemos avanzado de los primeros tiempos, y porque por estos medios se ha llegado á economizar la sangre de nuestros hermanos, sin que los asuntos de guerra sean menos decisivos, ni estén menos garantidos la paz y el derecho de los pueblos.

Por lo tanto, principiaremos por decir, que siendo los componentes del salitre, el oxígeno, el ázoe, y el potasio; combinados de modo que repartiéndose el 1.° entre el 2.° y 3.° constituyen dos cuerpos binarios conocidos en química, el uno por ácido azoico, y el otro por potasa, los cuales reunidos de modo que sus electricidades se neutralicen recíproca y completamente para formar el cuerpo ternario, á este le corresponderá el significativo nombre de *azoato de potasa*, que por sí solo hace su primer análisis cualitativo manifestando desde luego no solo la naturaleza de los principios que los antiguos llamaban prócsimos, y nosotros en el caso presente ácido y óxido, sino tambien los distantes del cuerpo, ó sean el oxígeno, el ázoe y el potasio de ahora.

A estos adelantos sobre el conocimiento del azoato de po-

tasa, han acompañado tambien los de su formacion; y se ha encontrado, que sino en todos los paises se presenta cristalizado en la superficie de la tierra, está sin embargo muy repartido en la naturaleza, si bien presentando mas y menos facilidad para separarlo de sus asociados: empresa en la cual entraremos desde luego que dejemos tratada con toda estension la teoría de su formacion tal cual se concibe hoy, y en conformidad con las ideas y principios que nos presenta el estado actual de la química.

Por medio de ella se puede ya decir que el salitre, sin incluir el agua de cristalizacion, se compone de 53,44 partes de ácido azoico y de 46,56 de potasa; ó bien en átomos, de dos del primer componente y uno del segundo cuyos pesos respectivos son 677,036 y 589,92. Al ácido azóico lo constituye la combinacion de 26,15 partes de ázoe con 73,85 de oxígeno y su fórmula atómica es Az^2O^5; lo que nos dice, que se forma por la reunion química de dos átomos de ázoe y cinco de oxígeno, cuyos pesos respectivos son 177,036 y 500,000; y la suma dá el del ácido arriba espresado. La potasa, que en cada cien partes, contiene 16,95 de oxígeno y 83,05 de potasio; ó lo que es lo mismo, un átomo de cada uno de los componentes, cuyos respectivos pesos atómicos son 100 y 489,92 se representa por la fórmula KO. Luego por lo dicho arriba con respecto al azoato de potasa, se deduce que su fórmula de composicion atómica es KO, Az^2O^5.

Ahora bien, si la formacion del ácido azóico natural no hubiera ofrecido materia para dividir en opiniones á los hombres mas sabios, nosotros diriamos ahora que encontrándose el ácido y la base resultaba la sal, y nuestro objeto quedaria satisfecho. Pero obligados á hablar de la formacion natural del salitre, y al mismo tiempo á manifestar las razones que lo hacen peculiar de determinados terrenos, nos ha parecido oportuno tomar la teoría en su origen hablando de las causas que influyen en la formacion del ácido azóico, ya que la ecsisten-

cia de la potasa está subordinada en un todo á las leyes reconocidas en la mineralógia; y ni podemos separarnos de ellas, ni tampoco pretenderemos buscar al salitre en aquellas rocas ni terrenos que aunque los miremos compuestos de factores en los cuales esté la potasa, esta se halle imposibilitada de combinarse con el ácido azóico, por estarlo de antemano con algun ácido poderoso y en virtud de lo dispuesto por la naturaleza; haciendo de este modo infructuosa cualquiera tentativa que tenga por objeto convertir en salitrería á una roca granítica ú otra en quienes aunque como factor se encuentre á la potasa, esta no se halle con la independencia que se requiere para unirse al ácido azóico que en aquel parage pudiera formarse. Nos reservamos no obstante para mas adelante, el hablar del modo de utilizar, para aumentar la cantidad de salitre, á la potasa procedente de vegetales, práctica que segun opiniones, viene desde el siglo XIII; porque uniremos á la teoría que esto requiere, la que es necesario aplicar para combinar con la espresada base, el ácido azóico que se halla neutralizando las propiedades de otras. Y no abandonando la parte historia en lo que pertenece á este punto diremos, que entre los árabes se usaba ya el mezclar las cenizas con el bâroud ó salitre impuro, á fin de despojarlo de los cuerpos asociados. Ellos adivinaron el medio no solo de purificar el salitre, sino de aumentar su cantidad si con el natural se encontraban otros azoatos, como á su tiempo veremos; pero ignoraban el segundo resultado y mucho mas las descomposiciones que ponian en juego, siendo nosotros deudores á los adelantos de la química de lo avanzado que se halla el conocimiento de un compuesto que es el alma de nuestras pólvoras.

Como que este tratado no tiene por objeto la enseñanza de un curso de química, sino el aplicar esta ciencia á los ramos industriales del artillero que se rozan con ella, no descenderemos en el relato de las propiedades físicas y químicas del salitre, azufre, carbon, cobre, hierro &c, á ciertos detalles agenos

de la aplicacion que aqui se les dará; porque partimos del incontestable principio de ser imposible el estudio del curso de artillería sin un conocimiento profundo en aquel ramo de las ciencias naturales; y que por lo tanto, precederá á este que es una de sus aplicaciones. En consecuencia á lo que acabamos de espresar, suponemos ya á nuestros lectores con un completo conocimiento de la potasa, del ácido azóico, del carbon, &c.; y al aplicar estos cuerpos, nos limitaremos á citar los principios en que nos fundamos para obrar en los casos generales y en los particulares del modo que se verá.

6. Los químicos antiguos creyeron, que el ácido azóico se formaba uniéndose el oxígeno del aire con el ázoe presentado á él en estado naciente, al desprenderse de las materias animales en putrefaccion. A Mr. Longchamp, le parecieron difíciles de esplicar siguiendo esta opinion, diversos hechos de práctica en grande, y fué la primera idea suya, que el ácido azóico natural, podia muy bien provenir de las lluvias de tempestad que siempre lo contienen; en cuyo caso es forzoso creer, que su formacion es suministrando el aire los elementos necesarios. Pero este supuesto, solo aplicable en los paises cálidos, ha sido substituido por su mismo autor diciendo, que mira la formacion del ácido azóico natural, como un efecto de prestar el aire los elementos que lo constituyen, y estos condensarse al través de los carbonatos de cal y de magnésia humedecidos, y en un estado de division conveniente para que el sólido de ellos tenga la semejanza de una esponja. Crée que de este modo ha lugar al azoato de cal y de magnésia, y que el carbonato de potasa haria en todo los mismos efectos. Niega que para la formacion del ácido azóico, sea indispensablemente necesaria la intervencion de las materias animales en putrefaccion, creencia en que estaban hasta entonces la mayor parte de los químicos. Mr. John Davy, que ha examinado con un particular cuidado terrenos salitrosos en la isla de Ceylan, cree su formacion por un principio que conviene con el de Longchamp; y Proust es

de opinion, que en España se forma el salitre sin necesidad de que intervenga la materia animal. La divergencia que hay entre estos y otros conocedores de la ciencia, impele á mirar el modo de resolver, si el ázoe del ácido azóico proviene de las materias animales ó del aire, y si la intervencion de la materia animal es indispensable ó simplemente útil á la formacion del nitro, aun cuando la del ácido azóico sea esclusivamente debida á los principios que constituyen al segundo.

7. Antes de entrar en cuestion, cabe reflexionar sobre cuatro circunstancias que necesariamente en ambas hipótesis deben reunirse para que la nitrificacion tenga lugar en toda su estension. Estas son, *la presencia de bases poderosas, tales como la cal, la magnesia ó la potasa; cierta humedad, temperatura y luz.* La primera circunstancia reune los elementos del aire, y produce en su condensacion al ácido azóico, admitiendo la hipótesis de que tal fluido sea el solo que presta los elementos; y en el caso de que la materia animal se desprenda del ázoe y parte de su oxígeno para el mismo fin, como que del aire toma tambien, es necesario que unos y otros tengan un condensador que los reuna, y ninguno mejor que cualquiera de las bases espresadas. Está dicho ya que el estado de estas bases debe ser poroso, de suerte que se hace clara la preferencia que debe darse á la creta sobre el carbonato de cal compacto. En los mármoles no hay nunca nitrificacion. La humedad de una tierra de jardin conviene á la nitrificacion; mas impediria la introduccion del aire, y por lo mismo el efecto de él, en el caso de mirarlo como el único agente que presta los principios elementales del ácido. En las materias animales no hay putrefaccion sin humedad; no habiendo putrefaccion no se desprenden de ellas oxígeno, ázoe y los restantes cuerpos elementales que las constituyen, y en la hipótesis de que ellos sean los que crean al ácido, este no tendrá lugar, sino hay humedad. La esperiencia manifiesta, que abrazando la hipótesis, que está á favor del aire, una temperatura de 0.° hace casi

nula la nitrificacion, y que la mas conveniente es la de 15 á 25.° En el segundo supuesto, la de 0.° tendria solidificada la humedad y como si esta no ecsistiera, por consiguiente sucederia lo arriba dicho; una temperatura muy elevada evaporaria el agua, y sus efectos son conocidos; de suerte, que será preciso conciliar este dato de modo, que la evaporacion no se verifique, y que haya el calor suficiente para que tenga lugar la pronta disgregacion de los principios elementales de la materia animal. Otras consideraciones hay ademas de las dichas. La presencia de la humedad es necesaria, porque el contacto entre un sólido y un gas es muy débil, si el último no está disuelto en un líquido; y la temperatura favorece la reaccion como lo hace con todas las acciones químicas. Sentadas estas reflecsiones, se puede concebir la utilidad de las materias orgánicas, como que por su descomposicion espontánea se producen los elementos necesarios, que por su naturaleza, llevan una humedad que reemplaza muy bien el agua que se evapora á espensas del calor producido en el acto de la descomposicion del cuerpo.

Respecto á la luz, los físicos la consideran como un agente poderoso que interviene en las reacciones de los cuerpos y esta opinion está reducida á la evidencia en la union del cloro y el hidrógeno, y en otros varios casos. Respecto á la formacion del salitre, sin negar nosotros la intervencion que este fluido pueda tener, creemos sin embargo insostenible la opinion de los que dicen que por falta de luz no se halla el salitre sino á muy poca distancia de la superficie de la tierra, creemos mas bien que esta sal disuelta en las aguas de lluvia penetra las tierras, pero que en la evaporacion que naturalmente se sucede asciende con el agua por los tubos capilares, y gana la superficie apareciendo en ella en puntos brillantes cuando la desecacion de las tierras ha sido grande.

Entrando en la cuestion pendiente, y tomando primeramente el raciocinio por la parte que opina en favor de la influen-

cia de la materia animal, hay que tropezar con que Thénard dice, que él ha visto convertirse en ácido azóico á una materia animal. Mr. Liebig opina en el mismo sentido, y es claro que todo esto inclina mucho la balanza del convencimiento para creer la influencia y aun la necesidad de la materia animal para la nitrificacion, mayormente cuando á este hecho se llega por todos los trámites espuestos; mas como se ve dificil la reunion de toda la materia animal que es necesaria para la nitrificacion del abundante número de bases, y cantidad de estas que se unen al ácido azóico, pues que para producir 100 kilógramos de salitre, se necesitan 75 de materia animal seca, que es la que con su humedad natural asciende de 300 á 400 kilógramos; se resiste muchísimo el creer la concurrencia de la porcion tan enorme que se necesita de materia animal en esas salitrerías de nombradía, para no dudar que ella es sola la influyente en lo principal del hecho.

8. Si el intento de nitrificar la creta sin la intervencion de la materia animal en putrefaccion hubiera tenido mejor écsito; la doctrina de Longchamp, los hechos observados por Mr. John Davy, y el parecer de Proust; hubieran destruido completamente el concepto que á favor de la influencia de la materia animal tienen formado Thénard y Liebig: pues á lo que dicen aquellos, se puede añadir, que como el ázoe y el oxígeno del aire determinan su combinacion por efecto de la chispa eléctrica, y bajo la influencia del agua, y las bases ya espresadas ejercen una accion mucho mas enérjica que la de este líquido; se hace posible que la presencia de ellas y la condensacion de los gases hagan los efectos que se necesitan para la nitrificacion, asi como todo cuerpo poroso remplaza á la esponja de platino para la combinacion del oxígeno é hidrógeno.

Sin embargo de que se ha raciocinado bastante sobre las dos opiniones, á pesar de que los sabios se han comprendido los unos á los otros, y que han hablado hechos en ambos pareceres, la victoria no es aun propiedad de ninguno: pues ni

la formacion del ácido azóico por la sola influencia del aire con las bases espresadas, húmedas y muy divididas, se ha demostrado nula para muchos parages; ni tampoco se ha conseguido que dejen de ser infructuosas las tentativas de nitrificar á la creta sin que esté espuesta á las ecsalaciones de una materia animal en putrefaccion. Este hecho guarda armonía con la práctica de no haberse omitido nunca la intervencion de la materia animal en las salitrerías artificiales, aun en la época en que la teoría no estaba tan iluminada, y en la que se ignoraba no solo la composicion de la sal, sino hasta la del ácido azóico.

El resultado final del concepto formado por los hombres sobre la nitrificacion, se reduce á decir, que esta puede tener lugar por la influencia de causas diversas, y que aunque lo que hasta el dia se sabe de ella puede reducirse á dos opiniones diferentes, una y otra están espuestas á verse mañana destruidas.

9. Conocidas hasta cierto punto las causas que concurren en la nitrificacion, no cabe la menor duda en admitir, que á la naturaleza y al hombre les es fácil preparar los parajes en los cuales el salitre pueda formarse. Esta innegable posibilidad hace, que tales establecimientos se distingan con los nombres de *salitrerias naturales* y *artificiales*: habiéndose convenido en clasificar con la primera denominacion, á aquellos que producen el azoato de potasa sin que medie el trabajo del hombre; y con la segunda á los establecimientos en los cuales se forma, por efecto de que el artífice con conocimiento de la teoría, pone en accion los principios necesarios, asi como un químico en su laboratorio prepara un aparato, y dentro de él mezcla los cuerpos que en su reaccion deben darle un simple ó compuesto determinado.

10. Las salitrerías naturales visitadas por Mr. John Davy en Ceylan, son cavernas ahuecadas naturalmente al principio, y despues hechas mayores por la esplotacion. A sus paredes les

forma una roca que contiene carbonato de cal, y feldespato compuesto de sílice, alúmina y potasa; y como se ha averiguado que algunos feldespatos descomponen al aire, y que la potasa se separa de ellos ya libre ya debilmente combinada; parace que el de la de estas cavernas de Ceylan está en dicho caso, y que las tres bases enunciadas auxiliadas de un temperamento cálido, forman segun John Davy el ácido azóico, combinando recíprocamente el oxígeno y ázoe del aire por un medio que los hombres no han llegado á conocer bien, y que solo á fuerza de multiplicadas observaciones aseguran hoy, que para la formacion natural del azoato de potasa, es indispensable que el terreno contenga simultáneamente la cal ó la magnesia, y la potasa, y que esté convenientemente húmedo, porque no se ha encontrado dicha sal, ni aun en las paredes de las salitrerías espresadas, en las cuales no se reunen tales circunstancias. La materia animal puede favorecer á esta nitrificacion, sin que su concurrencia sea indispensable para que se verifique segun cree John Davy; y á cuya opinion la sostiene lo acabado de decir, y el que en la caverna de *Memoora*, no hay escrementos de murciélagos á los cuales se atribuye con bastante generalidad la formacion del salitre en esta clase de localidades. La de Memoora, cuya figura es circular, tiene 100 pies de largo, 80 de altura y 200 de profundidad. Está en la misma masa de una montaña de 300 pies de altura y coronada de bosques frondosos. Hace ya cincuenta años que sin interrupcion se está esplotando todos los seis meses de la estacion seca, y cuando Mr. Davy la visitó, habia en ella seis trabajadores que cada uno de ellos pagaba al gobierno anualmente medio quintal de salitre, lo que revela que el producto que cada uno de ellos beneficiaba al fin de los seis meses debia ser á razon de 15 á 20 veces mayor que la contribucion; por consiguiente, que la esplotacion anual estaba entre 120 y 160, quintales de salitre.

No obstante que Mr. Davy no ha encontrado ni rastro de

materias animales en el suelo de esta caverna, los partidarios que á ellas le dan la mayor influencia en la nitrificacion, podrán decir, y no es posible rebatir con hechos sus argumentos, que en esta caverna, acaso se presentará por infiltracion la materia animal ó el ázoe desprendido de ella en razon á la gran superficie de las paredes y al poco espesor de su techo.

El análisis de una porcion de roca nitrificada en esta caverna, ha dado para un todo de cien partes, 2,4 de azoato de potasa; 0,7 de azoato de magnesia; 0,2 de sulfato de magnesia; 26,5 de carbonato de cal; 9,4 de agua, 60,8 de materia terrosa insoluble en el ácido azóico débil.

En la caverna de *Boulatwellegodé*, una de las mas considerables de Ceylan, ha encontrado el mismo Davy gran cantidad de escrementos de murciélagos; y esta circunstancia, y lo dicho con relacion á la de Memoora, si bien ambas dejan bastante clara la huella que debe seguirse en la indagacion de salitrerías naturales, las dos á la par tambien, sostienen en pie y sin poder resolverse definitivamente el problema de si la materia animal es ó nó indispensable para que el salitre se forme.

El suelo de España, el de Egipto y el de la India se nitrifica abundantemente en muchas localidades.

11. Las salitrerías artificiales estan ya definidas en cuanto á la esencia de ellas; resta decir que principalmente se distinguen en salitrerías cubiertas adoptadas en Suecia, y salitrerías en muros á las cuales dan en Prusia la preferencia.

12. En Suecia, segun Mr. Berzelius, se establecen las salitrerías artificiales en cabañas de madera con ventanas que puedan cerrarse para impedir la entrada del sol, y cuyo suelo es unas veces de madera tambien, y otras de arcilla apisonada y compacta. Sobre él, de cualquier naturaleza que sea, se coloca una mezcla de tierra blanca y de cenizas legiadas, y se rocía el todo con orines de buey ó vaca. En el estío se remueve la masa una vez en cada semana, y en el invierno solo otra en cada dos ó tres; y siempre se opera de modo que

toda la mezcla cambie de puesto, y quede hueca para el nuevo descanso; y para facilidad de la remocion, y mas que todo por la conveniencia del resultado, la altura de la capa de la mezcla no pasa de ser de dos y medio á tres pies.

La esperiencia prueba, que ejerce grande influencia para el resultado que se pide la esposicion de estas cabañas, y que la del Norte es la mas conveniente. Tambien manifiesta con respecto al uso de las materias animales y vejetales, que jamás se haga adicion de ellas, cuando esté cerca la época de la estraccion del salitre que se haya formado á espensas de las anteriores, y de otras causas que el hombre no conoce aun bien; porque sino tienen tiempo para descomponerse, serian disueltas por las aguas del lavado, y harían dificil la cristalizacion de las sales, al mismo tiempo que las colorearían mucho y se aumentaría el trabajo al afinar el salitre.

13. Mr. Thouvenel ha ensayado un sistema de nitrificacion, al cual da el nombre de *salitrerias de corral de ovejas*, y ha recibido la mayor aceptacion.

Dos son las épocas que distingue el autor del sistema. La primera tiene por objeto trasformar en estiércol muy podrido, las sustancias orgánicas que han de emplearse, y entonces dice que *prepara las tierras*. La segunda, cuyo fin principal es la nitrificacion, es la época del *laboreo ó cultivo* de ellas.

Se preparan las tierras, teniéndolas por espacio de un año en los corrales y cuadras del modo siguiente. Se caba el fondo del paraje hasta la profundidad de un pie, y sobre este terreno se hace que habite ganado durante cuatro meses, y el estiércol producido en este tiempo se recoje y separa; vuelve la tierra removida al principio á su primitivo local, y se la carga con una capa de tierra poco húmeda de ocho á nueve pulgadas de espesor. Despues que hayan trascurido cuatro meses, se repite todo lo espresado, y al cabo del año terminará la preparacion de estas tierras.

Se hace el laboreo de las tierras preparadas, poniéndolas

debajo de cubierto en capas de unos tres pies de espesor, que se remueven todos los meses con garabatillos de hierro de quince pulgadas de largo y con tres puntas cada uno. Ademas, cada quince dias se rocían las tierras con agua pasada por estiércol podrido, y en la cual se halla desleido y fermentado escremento seco de carnero, de caballo y otros animales, y al cabo de dos años de un continuado trabajo en las operaciones descritas las tierras darán unas legías de las cuales podrá estraerse salitre.

14. Las salitrerias en forma de muros que han recibido la preferencia en Prusia, se forman levantando de las tierras de ante mano preparadas, unos paredones paralelos los unos á los otros, que cada uno de ellos tienen de tres á cuatro pies de espesor y de seis á siete de altura. Esta disposicion de las tierras hace que se presente mas cantidad de ellas al contacto del aire, y si como no puede negarse, esta circunstancia acelera la nitrificacion, la idea y la práctica miran directamente al objeto. Una de las caras de cada muro sigue la direccion de la perpendicular al terreno horizontal, y debe ser siempre la que mira al lado de donde con mas frecuencia reinan los vientos; pues como en la superficie de esta no hay agua detenida, la evaporacion no se precipita por efecto de la espresada circulacion. Las caras opuestas en cada muro, las forman gradas en forma de canales, con el objeto de detener las aguas de lluvias, y á las cuales, despues de escapadas por cualquiera causa de estos muros, se las recoje en pozos para que vuelvan á servir en los rocíos y usos de armonía con el objeto. Una capa de paja, que hasta cierto punto cubra al muro, satisfará á la idea de no impedir la circulacion del aire, al mismo tiempo que impedirá un efecto destructor por el descenso muchas veces fuerte é impetuoso de las aguas. Hay mas, si los muros ó paredones se aprocsiman mucho los unos á los otros, con el fin de hacer que la evaporacion no sea muy rápida, el cubrirlos de paja es para este efecto una ventaja. La

figura de las caras de los muros, y el deseo de que las aguas de los rocíos se detengan en ellos, indican bien que en esta operacion deben preferirse los escalones ó gradas.

Del modo espresado últimamente, se consigue en Prusia nitrificar sobre un terreno determinado, mayor cantidad de tierras que en las salitrerías horizontales; y en aquel pais, hay la práctica de raspar hasta cierta profundidad la superficie plana de los muros á proporcion que se forman los azoatos, uno de ellos el del caso presente. Las tierras asi estraidas de los muros, pasan á legiarse para separar de ellas las sales; y el resíduo que en esta operacion queda, unido y mezclado bien con nuevas tierras preparadas, pasan á reponer por la cara de las gradas de los muros, el primitivo espesor de estos, y siguen del mismo modo los trabajos del laboreo de las tierras. Fácil es inferir de lo dicho, la marcha que lleva la misma fábrica y el objeto de operar así, y esta es la causa de omitir reflecsiones inútiles.

Se calcula que el producto de las mejores salitrerías artificiales, no pasa de 4 onzas de salitre por cada pie cúbico de tierra preparada; por consiguiente para obtener anualmente 1000 kilógramos de salitre, es preciso legiar al menos 8000 pies cúbicos de tierra, y estar beneficiando hasta 24000 pies cúbicos: pues como la nitrificacion dura tres años, en cada uno de ellos no se beneficia mas que el tercio de la masa de tierras. En Long-pont, para obtener de 500 á 600 kil. de salitre, se emplea el estiércol de 25 caballerías. Las salitrerías de Appemel, dan anualmente unos 500 kil. de salitre. En vista pues del mucho tiempo y trabajo empleado para obtener tan escaso producto, ¿no será lícito creer que esas tierras, esos abonos, y esos brazos dedicados á la agricultura serían mucho mas productivos?

15. Sentadas las bases para buscar el salitre en la naturaleza, y esplicados con estension los medios de formarlo en cualquier paraje, resta antes de hablar de la aplicacion de esta

sal, saber separarla de las que la acompañan en union con las tierras. De estas y de los cuerpos insolubles, el agua es el medio de hacer la separacion; y de las partes solubles lo es el de la evaporacion, arreglando la conducta en la práctica, á lo que enseñan los principios que se tienen admitidos acerca de la solubilidad de cada una, y á la ley que todas siguen para serlo en el agua caliente y en la fria, que con respecto al azoato de potasa, es como se demuestra por los resultados que presenta la siguiente tabla.

Tabla *de la solubilidad del azoato de potasa en* 100 *partes de agua.*

Temperatura.	Solubilidad de la sal.
0,°0	13,32 partes segun Cotty.
5,°0	16,60.
10,°0	20,55.
15,°0	25,49.
20,°0	31,75.
25,°0	39,85.
30,°0	45,90.
35,°0	54,35.
40,°0	63,80.
45,°0	73,95.
50,°0	85,00.
55,°0	97,70.
60,°0	110,70.
65,°0	124,51.
70,°0	137,60.
75,°0	154,10.
80,°0	170,80.
85,°0	187,90.
90,°0	205,05.
95,°0	225,60.
100,°0	246,15.

16. La esplotacion del salitre tiene ya principio por reducir á polvo grueso las tierras de donde se ha de sacar, y cargar de ellas un aparato compuesto de mas ó menos toneles de madera colocados sobre unos maderos para que su fondo cerrado diste del suelo de 10 á 12 centímetros. A unas dos pulgadas de dicho fondo, se abre un agujero, y á él se aplica, mejor que otra cualquier cosa, una llave de fuente que reuna la ventaja de abrirse y cerrarse cómodamente. El objeto de que las tierras mismas no obstruyan este conducto de la colada, hace que sobre el fondo del barril se ponga paja larga hasta mas arriba de la comunicacion del grifo, y sobre ella un segundo fondo agujereado, en el cual descansa la carga de las tierras contenidas en cada barril. Creemos mejor, sustituir á este segundo fondo un fuerte filtro de estera fina para que al través de él no pase la tierra, el cual muy bien por medio de sostenes de piedras ó de la misma madera, puede colocarse en posicion sobre el agujero de la colada; pues de este modo se consigue que el espacio entre los dos fondos, sea un primer recipiente, no ocupado por otra cosa mas, que por el líquido saturado sin mezcla de piedras, y por consiguiente pronta y cómoda su salida por el grifo. Despues de cargado el barril con la tierra sin apisonar de ningun modo, para que el agua tenga libertad de circular en todos sentidos, se forma con ellas en la parte superior una especie de embudo que ayuda á inclinar las aguas al eje del sólido de las tierras, punto desde el cual es factible que parta con mas igualdad la distribucion de ellas. Antes de echar el agua, se cubre de paja la superficie del embudo, y mejor seria tambien un embudo de estera inscrito en el de tierra.

Una batería de 36 toneles, colocada en tres bandas de á 12, pueden proporcionar un beneficio anual de 12 á 15,000 kilógramos de salitre puro. El agua que sale de los barriles de cada banda se reune en una canal comun, y pasa á los recipientes. Del mismo modo puede colocarse otra canal por en-

cima de cada banda, que lleve el agua á los barriles de ella y caiga en cada uno al salir por el agujero que le corresponde y estan hechos en la misma canal de madera.

17. Construido el aparato, parece natural que lo que falte sea ponerlo en juego. Efectivamente sucede así, y esto tendria lugar desde el principio de este párrafo, si la idea de describir el trabajo sin la menor interrupcion, no ecsigiera sentar antes unos preliminares, en los cuales encontrará la práctica que se adopta la razon de deber seguir los trámites que se establecerán.

Toda el agua que entra en cada barril cargado de tierras beneficiables, goza la misma facultad de quedarse con cuanto soluble encuentra y con sujecion á la ley de saturacion. Este principio resuelve por consiguiente, que el agua puede arrastrar consigo salitre y otras sales solubles, y dejar en las tierras partes de cada una de todas, si hubo lugar á la simultánea saturacion antes de disolver todas las cantidades. Luego hay necesidad para recojer el salitre que por esta consideracion queda aun en los barriles, de hacer pasar aguas nuevas por estas tierras. Sucede mas en apoyo no solo de que debe repetirse la colada una vez, sino várias; y es, que está visto, que suponiendo que las tierras y el agua se hallen en disposicion y proporcion de arrastrar consigo todo el salitre contenido en las primeras, no es mas que la mitad de la cantidad el que sale de cada barril, en la hipótesis de que sean iguales las cantidades de agua que salen por los grifos y la que queda entretenida en las tierras dentro de los toneles. En este caso, una nueva agua igual en cantidad á la mitad de la primera, arrastra la mitad del salitre que en la primera colada quedó, y de este modo hay con ella el beneficio de $\frac{1}{4}$ del salitre contenido en las tierras, que sumado al $\frac{1}{2}$ de la primera, resulta entre las dos legías los $\frac{3}{4}$ del total producto que puede rendir el mineral. Una tercera igual á la que se calcula embebida en el barril, ofrece el su-

mando $\frac{1}{8}$, una cuarta el de $\frac{1}{16}$; y asi en adelante. Conocida esta ley y la riqueza de las tierras, no falta ningun dato para resolver el número de las legías que deben apreciarse, para que unidas despues algunas, puedan pasar á una evaporacion no infructuosamente costosa en combustible.

El areómetro, es el instrumento destinado á valuar ya sea la densidad de los diversos líquidos, ya el grado de concentracion de ellos; y de estas aplicaciones le resultan los nombres de pesa-licor, pesa-sal, pesa-ácido, pesa-jarabe &c. La figura (1.ª lám. 1.ª) lo representa y hace inútil su descripcion, si se advierte que la ampolla A contiene siempre ó bien mercurio ó perdigones, para que en union con el eje de figura contribuya este peso á que sea vertical su posicion, desde luego que queda abandonado en el líquido. En los areómetros hay dos graduaciones, cuya diferencia consiste, en que en unos el cero de la escala está colocado en el estremo superior del tubo graduado, y en los otros al contrario, de donde resulta el órden inverso de graduacion que es necesario, para que el instrumento areómetro, pueda pesar líquidos mas y menos graves que el agua. Para los que lo son mas, se usan aquellos cuyo cero grados corresponde al estremo superior, y en la práctica se eleva tanto mas este punto de la superficie del líquido cuanta mayor es la concentracion de que goza. Como corolario se deduce la aplicacion de los otros areómetros, en los cuales se introduce tanto mas en el líquido el cero grados, cuanta mayor es tambien su concentracion.

Estos instrumentos llevan en las artes los nombres de Beaumé y de Cartier, porque han sido los primeros en fijarles la graduacion.

En química, es un principio reconocido y que no tiene contestacion, que un líquido saturado completamente de una sal, no tiene potencia para absorber mas de su misma naturaleza, y conserva la que es relativa á la disolucion de otras; y de aqui

resulta, que si por el conocimiento de las tierras sujetas al beneficio del salitre, se deduce que tienen la necesaria ó mayor riqueza para que se sature de él una determinada cantidad de agua en un limitado tiempo, y ambas circunstancias concurren á la vez, esta agua primera de la colada, no debe pasar por nuevas tierras en busca de salitre; pues lejos de cargarse mas de él, lo verificará de otras sales que alargan y hacen mas costosa la estraccion del espresado en estado de pureza.

18. Sentados tan necesarios conocimientos que son el timon de la práctica, y dispuestas las tres bandas de barriles, el obrero despues de cerrar los grifos, vierte en cada uno de ellos el agua que para aquellas tierras le ha demostrado la esperiencia que se necesita, para que el líquido bien esparcido en toda la masa por espacio de unas nueve á diez horas, salga marcando de 10 á 12° en el areómetro, en el cual cada grado corresponde á un centésimo de salitre en disolucion. Esta legía no debe pasar ya por tierras nuevas, pero sí las que despues proceden en clase de segundas, terceras, cuartas &c. de la misma banda, que debe operarse con ellas, combinando y permutando las legías de cada banda, con conocimiento del estado de cada una de ellas segun las coladas sufridas, y marchando derechos al objeto de aumentar hasta los 12° del mismo areómetro la saturacion de todas las legías. Como en todas estas segundas y demas coladas los grifos no se cierran, el tiempo de legiar no es tan largo como del otro modo sucederia hasta conseguir bastantes aguas disponibles para la *primera cochura.*

19. Tambien se legían las tierras colocándolas en cajas de madera de encina que el espesor de las tablas sea á lo menos de cinco centímetros, teniendo ademas bien fortificadas las caras mas largas con diez barras de la misma madera, en la suposicion de que la longitud de ellas sea de cuatro metros, y con cuatro las pequeñas, que en estas, las dimensiones las determina la circunstancia de que la caja cuya forma, como se vé en la elevacion y perfil de la figura (2.ª lám. 1.ª) es de un

embudo, tengan sus caras mayores por divergencia superior dos metros, y trece decímetros de convergencia en el fondo de la caja, cuya altura desde él es procsimamente la de un metro. Como con tales dimensiones, la capacidad resulta muy grande, y el peso de las tierras y el agua debe ser considerable, los ángulos laterales de cada caja están reforzados con abrazaderas de hierro que impiden la desunion de las caras, juntamente con las dos barras de hierro *ff* que á determinada distancia en el sentido de la latitud tiene cada caja. Sabiendo el objeto de estas, y con presencia de la elevacion y perfil perpendicular á la longitud de las caras mas largas, que es todo lo que representa la figura espresada, nada hay que describir en ellas que no sea conocido hasta en la razon que se apoya: pues los agujeros *a, a, a,* &c. en sentido de la cara mayor, el tejido de mimbres *c c*, el tarugo *k* ó en su lugar un grifo &c, todo tiene semejante en el aparato de los barriles. El declive *b b*, se hace aqui tanto mas necesario, cuanto que no hay un segundo fondo que impida que las tierras bajen hasta el primero, y en este caso se aumenta la necesidad de precisar á toda el agua que por entre las tierras y en todo sentido llega á él, á que busquen la única salida marcada. En cada salitrería bastan dos cajas de estas, para sustituir bien á un aparato de 60 barriles iguales á los espresados. Con ellas se combinan y alternan las aguas hasta que la saturacion llegue al punto marcado de los 10 á 12.° En ellas se esparce el agua con igualdad por medio de cubiertas sobre las que se echa el agua haciendo uso de una bomba para abreviar todas las partes de la operacion, y desciende por muchos agujeros á la par. En ellas se echa la calculada suficiente, para que despues de empaparse bien las tierras, haya un sobrante en la parte superior cuya altura sea un decímetro, y asi reposa hasta el dia siguiente que se abren los grifos ó destapan los agujeros.

20. Espuestos ya los dos diferentes métodos de separar el salitre de los cuerpos insolubles que lo acompañan en el mi-

neral, fácil es despues de una ordenada comparacion, dar la preferencia al último aparato, que reune á la vez las ventajas de simplicidad, comodidad y economía.

21. El contenido de las legías que por cualquiera de los dos métodos se hayan obtenido es muy variable, y de lo dicho en las consideraciones sobre la formacion natural y artificial de los azoatos, se infiere que con el de potasa estan los de cal, magnésia y otras bases; pues por otro principio, hay que admitirlos solubles. Estos azoatos y otras sales como el clorohidrato de cloruro de sodio son perjudiciales en las aplicaciones que el salitre tiene, y á continuacion se manifestarán con la debida estension; de consiguiente hay una indispensable necesidad de operar para dejarlo solo. El fuego conducido con el conocimiento que presta el saber la solubilidad relativa de las bases, es un recurso; pero no el mejor sin pasar antes por otros preliminares, pues la lucha seria entre muchos azoatos todos muy solubles: y además, dado el caso de que la separacion pudiera conseguirse bien, resultaba gran pérdida de un ácido azóico tan dificil de volver á formar, y tan fácil de aprovechar en aumento de la cantidad de salitre, si quemando vejetales que encierran por su naturaleza mucha potasa, se echa en las legías la disolucion de las cenizas en bastante agua, pues de repente se apodera del ácido azóico esta base poderosa, y las demas capaces de formar sales insolubles con el ácido carbónico, se precipitan en clase de carbonatos. El sulfato de potasa, el cloruro de potasio &c. resuelven tambien el problema, y depende de los conocimientos que posee el que dirige el todo, el elegir el medio que se adopte mejor y mas lo acrediten en las circunstancias que lo rodeen. Despues de la completa estraccion del salitre, manifestaremos el medio de adquirir buenas cenizas para el objeto que en final resultado será esponer la práctica de obtener entre ellas la potasa del comercio, en disposicion de obrar con los azoatos solubles que acompañan al salitre en las tierras.

22. En vista de la utilidad de cuanto acaba de esponerse, hay la práctica de preparar barriles con los dos fondos lo mismo que queda espresado; pero con la diferencia de cubrir al de paja, ó al de estera si se adopta, con un paño claro sobre el cual se pone una capa de cenizas y sobre ella se hace pasar agua de legía; despues otra capa de cenizas y mas legía nueva, y asi sucesivamente hasta que el barril se haya llenado la mitad; en cuyo caso, debe resultar que se ha operado de tal modo, que la cantidad de las cenizas y de la colada que las ha bañado, estan en la relacion de 1 á 15. El resíduo de las primeras se adiciona á nuevas tierras para que el salitre que ha quedado al paso de las legías no se pierda, y se reunen entre sí las legías de diferentes operaciones para llegar á una concentracion igual, preparando de este modo la cantidad suficiente para principiar con la evaporacion cuyo objeto está ya dicho. Si en lugar de la potasa ó su carbonato quisiere emplearse el sulfato procedente de la fabricacion del ácido azóico, convendrá tener presente que la reducion de las sales de cal en este caso solo se verifica en caliente, y que el reactivo no obrará sobre las sales de magnésia; pero si antes de echar el sulfato de potasa, se mezcla á las legías una lechada de cal en cantidad conveniente para que descomponga las sales de magnésia, en este caso el resultado será satisfactorio, y el método aplicable á las tierras que contienen comunmente 70 p °/₀ de azoatos de cal y de magnésia.

23. El trabajo de la primera cochura ó evaporacion, se hace en los establecimientos pequeños, poniendo las legías en una caldera de cobre (fig. 3.ª lám. 1.ª), y esta al fuego. Desde el momento se evapora el agua, se desprende la parte del ácido carbónico que tenia en disolucion á los carbonatos de cal y de magnésia, y mucha parte de ellos convertidos en sub-carbonatos de las mismas bases, aparecen insolubles unidos á otras tierras, é indicios de otras sales que por falta del agua han marcado ya el camino de precipitarse. A todo esto reunido se lo separa del líquido con el nombre, por los salitreros, de *sarro* ó *cercenada*.

No está en la práctica, porque no conviene á la economía de tiempo, combustible ni jornales, seguir evaporando hasta lo último la primera cantidad de agua con la cual se cargó la caldera, y á fin de no añadir de tiempo en tiempo, bruscamente, nuevas cantidades de ella; porque el efecto inmediato seria contener los progresos de una ebullicion antes principiada y seguida, que á lo menos haria mayor el número de horas necesarias para obtener una determinada porcion de salitre; se adopta el medio de que la caldera del fuego tenga comunicacion con un recipiente que contenga de la misma legía que se evapora, y que continuamente suministre al líquido del fuego una cantidad de legía igual á la del agua que en el mismo tiempo se evapora, pues de este modo se verifica que la temperatura del líquido de la caldera es procsimamente constante, y que en esta entra continuamente un sumando de salitre, que aumenta el producto. Resulta de esto que se acaba de decir, que tambien será contínua la formacion del sarro ó cercenada, y como conviene á la buena purificacion del salitre que no se remanse en el fondo de la caldera ni se pegue á ella, se cuelga otra caldera pequeña por medio de un aparato mecánico, y se suspende verticalmente como aparece en la figura (4.ª lám. 1.ª), pero teniendo cuidado que no se toquen los fondos cóncavo y convecso de las dos empleadas. De cuando en cuando se saca la pequeña, se la limpia y vuelve á repetir el servicio mientras es necesaria.

En los establecimientos en grande se reemplaza el líquido de la caldera, por un tubo que llegando á ella, comunica tambien con un recipiente *b* que lo contiene (figura 4.ª lám. 1.ª) y que está situado con respecto al hogar, en disposicion que pasen el humo y el aire caliente que sale del hornillo, dejándole al líquido mucha parte de su calórico, circunstancia que contribuye á abreviar el trabajo. El plano y corte vertical de la última figura hablan por sí lo bastante, y nos dispensan hacer una descripcion inútil.

En todo establecimiento de esta especie sucede, que cuando

la legía de la caldera principia á entrar en ebullicion, se separa de ella con una espumadera, la espuma blanca que se forma al rededor de la superficie del líquido debida á las materias animales y vejetales que contiene. Tanto estas primeras espumas que se forman, como las que despues las reemplazan, se reunen en un parage por donde escurran y suelten la legía que consigo han arrastrado; y este cuidado debe ser tanto mayor al fin de la operacion, cuanto que las que se forman entonces son en mas cantidad y sustraen de la caldera legía mas rica en salitre, por lo mismo que es mas concentrada: asi es, que estas pueden admitir un lavado antes de reunirse á las otras, que son destinadas en union con el sarro ó cercenada, á regar tierras que están nitrificándose.

Al mismo tiempo que marchando la evaporacion como queda dicho se recojen espumas y sales precipitadas, como son los sub-carbonatos de cal y de magnésia, el sulfato de cal y otras; el cloro-hidrato de cloruro de sodio, se prepara tambien á abandonar su combinacion con el líquido, al paso que el salitre se acomoda todavía ayudado de la temperatura, con la cantidad de agua que vá quedando. Esta circunstancia, efecto de haber dispuesto la naturaleza que la primera con corta diferencia sea tan soluble en el agua fria como en la caliente, mientras que de salitre solo se disuelven 13,32 partes en la fria, y 246,15 en la caliente, hace que pueda efectuarse por el hombre la separacion de dos sales á quienes la naturaleza concede tanta tendencia á acompañarse mutuamente: causa que aumenta considerablemente, como sin necesidad de cálculo ni conjeturas va á verse, el trabajo y el gasto de la estraccion del salitre. Desde luego que la sal comun señala de un modo notable su precipitacion, se retira la caldera que sirvió para quitar los sarros, y se deja que los precipitados desciendan al fondo de la grande; de donde se sacan por medio de una espumadera y se los pone á escurrir en una cesta de mimbres, que no hay inconveniente en que se suspenda del mismo gancho que lo estaba la caldera

pequeña. Si mientras toda esta nueva operacion descrita se disminuye el fuego del hogar, la marcha de cuanto sucede será efectivamente mas lenta y se gastará mas tiempo; pero la regularidad con la cual todo tendrá lugar, dejan sin mérito tan pequeña contra.

Es evidente que siguiendo la estraccion del salitre la misma marcha que todas las cosas, el tiempo y el trabajo conducen á su fin á la operacion presente; pero la esperiencia ha manifestado que hay signos que le dicen fielmente al obrero á la altura que se encuentra; y conoce que el líquido se aprocsima á una conveniente concentracion, cuando echando gotas de él en un cuerpo frio y unido, estas se fijan y cristalizan. Suspendido en este caso el fuego, y dejando el líquido en reposo por 15 ó 18 horas, la sal comun y otros cuerpos suspendidos en él por la agitacion, descienden sin ella al fondo de la basija, y se adhieren tambien á sus paredes. Una decantacion hecha con buen tino y precaucion, consigue separar de la parte líquida mucha parte de cuanto se le desea sustraer al azoato de potasa.

La teoría de la concentracion del líquido ha seguido aqui su marcha sin interrupcion; pero en vista de que se acaba de decir que la disolucion puede tener en suspension cuerpos que deben ser precipitados al fondo para separarlos del líquido, y que por otra parte es innegable que concentrándose este mas y mas, su viscosidad crece, y su fuerza coherente es bastante para tener por sí en suspension sal comun y otros cuerpos, se hace necesario buscar el medio de romper esta coherencia aunque no sea mas que por partes y momentáneamente, á fin de que por estas roturas desciendan los cuerpos graves. A este hecho conducen pues los trasiegos, los cuales son dos y tienen lugar á los 21 y 34°; reduciéndose ambos á arrojar el líquido desde la caldera á unos estanques bastante estendidos, pero de modo que aquel se rompa en su descenso, y caiga, si posible fuera, en gotas. En estos estanques reposa la legía; é

ínterin, se limpia la caldera ó calderas para seguir la concentracion en busca del segundo trasiego si este es el primero, ó siendo ya el segundo, con el objeto de concentrar al líquido por encima de los 42° del areómetro que es cuando podrá tener lugar el espresado efecto de las gotas puestas sobre el cuerpo frio y unido.

Desde el momento que el trabajo ha llegado á esta altura, el líquido pasa á los cristalizadores, que para tener de ellos una idea, pues son variables, la figura (5.ª lám. 1.ª) representa el perfil de uno por un plano perpendicular á su longitud, y puede reflecsionarse en presencia de él y de su objeto. Estos recipientes se sitúan lo mas prócsimos posible al taller del afino, pues despues de sufrir esta operacion, es tambien en ellos donde el salitre cristaliza. En ambos casos quedan líquidas las aguas madres, que por sobre nadar en su mayor cantidad sobre la superficie superior de la parte cristalizada, son de fácil separacion; y la restante sale, cuando los panes de salitre que se sacan de los cristalizadores, se ponen á escurrir sobre tejidos de mimbres ó filtros equivalentes. Sin embargo que tales aguas madres contienen poco salitre, la economía, y el ser azoato de cal y cloro-hidrato de cloruro de calcio las sales que en mayor cantidad las forman, aconsejan á la par, que estos resíduos vayan á parar á tierras que se estén elaborando.

24. El salitre obtenido despues de recorrer con todo conocimiento, tino y buen resultado los trámites espresados, no sirve aun para ser empleado en la fabricacion de la pólvora y fuegos artificiales, pues contiene hasta 0,25 de sustancias que no son esta sal; y para separarlas de ella, se procede á nuevo trabajo denominado *afino de salitre*, fundado en la propiedad que tiene esta sal de ser mucho mas soluble en el agua caliente, que los cloruros de potasio y sodio que lo acompañan, segun puede verse por las tablas que siguen.

Tabla *de solubilidad del cloruro de sodio.*

Temperatura.	Cantidad de sal disuelta en 100 partes de agua.
13,°88 del centígrado	35,81 partes segun Gay-Lussac.
16,°88	35,88
59,°92	37,14
109,°73	40,08

Tabla *de solubilidad del cloruro de potasio.*

Temperatura.	Cantidad de sal disuelta en 100 partes de agua.
0,°0 del centigrado	29,2
19,°3	34,5
52,°4	43,6
79,°6	50,9
109,°6	59,3

25. Con el objeto pues de aprovechar la mayor solubilidad del salitre, en la operacion de afinarlo, y sin embargo de conocerse diferentes medios para conseguirlo, nosotros espondremos lo que sigue por parecernos lo mejor.

El método mas antiguo consiste en hacer sufrir al salitre dos disoluciones con sus correspondientes cristalizaciones, para que al fin de la segunda tenga un grado conveniente de pureza.

La primera disolucion para la segunda cochura, se principia poniendo en una caldera seis partes de agua para treinta de salitre que sucesivamente se vá echando; y á todo esto aunque la caldera está al fuego, la ebullicion se tiene contenida y las materias estrañas forman espumas que se quitan; y cuando disminuye ya la formacion de ellas, se principia á verter en la caldera la disolucion de tantas onzas de

cola en onza y media de agua cada una de ellas, como arrobas de salitre se estan afinando. Se remueve bien el líquido, se espuma y refresca añadiendo agua hasta la mitad de la primera que se echó; y de este modo se limpia de pajas y otros cuerpos suspendidos que son arrebatados por la cola. Conduciendo por otra parte con conocimiento la evaporacion, y teniendo cuidado de que al echar por partes el salitre, se introduzca la segunda antes de concluirse de disolver toda la primera, la tercera antes de hacerlo la segunda y asi en adelante, para que la sal comun de todas las porciones como menos soluble que el salitre vaya quedando sin disolverse; si oportunamente se separa el resíduo de todas aunque sea á espensas de llevar con ellas salitre del último sumando, se conseguirá abreviar la sustraccion de la sal comun, y el tiempo de obtener el salitre de segunda cochura, que se presenta despues que de todo lo dicho pasa la disolucion á los cristalizadores, en donde se solidificó tambien el salitre bruto ó de primera cochura.

El segundo afino ó tercera cochura, tiene por objeto separar del salitre los cloruros que ha podido tomar, por haber cristalizado entre las aguas que los contenian; y la marcha que se sigue ahora es la misma que anteriormente, con solo la diferencia que la cantidad de agua no pasa de ser $^1/_4$ de la del salitre, y la mitad de cola que para el primero. El líquido se concentra hasta los 50,° se mantiene por espacio de cuarenta horas con 80° de calor, y pasa despues á los cristalizadores como en los casos anteriores, ó con el objeto de obtener en arenillas al salitre de tercera cochura, se conduce el trabajo en los términos que se manifestarán. Todas las espumas que se sacan de estas operaciones, sirven para beneficiar las tierras y se emplean en ellas; pero antes se les quita por medio del lavado á las del último afino la gran cantidad de salitre casi puro que arrastran.

26. El objeto de proporcionar buen salitre para fabricar

pólvora y construir fuegos artificiales, queda ya satisfecho; mas como este punto es de mucho interés para un oficial de artillería, no concluiremos este asunto sin manifestar otro método de afinar el salitre en bruto, que aunque muy semejante al anterior, se notarán en él algunas diferencias que lo hacen preferible.

27. La tarde anterior al dia destinado para el afino, se carga cada caldera con 600 kilógramos de agua comun y 1200 de salitre en bruto, y se la da, *solo*, el fuego necesario para que durante la noche se disuelva todo este; aumentándose progresivamente al principio de la operacion del siguiente dia, que tambien desde entonces se van añadiendo nuevos sumandos de salitre dentro de la caldera, hasta que la suma iguale á 3000 kilógramos. Esta operacion, y la de remover y espunar continuamente el líquido deben ser simultáneas mientras que se concluye la disolucion del salitre, que entonces se procede á estraer del fondo de la caldera toda la sal comun que se reuna en él, para cuyo aumento contribuyen en parte los refrescos continuados que se hacen tanto antes como despues de la adiccion de la cola en los mismos términos espresados en el método anterior y con el mismo objeto; lo que entre todo, y contando con los primeros 600 kilógramos de agua, son 1000 los que se emplean para cada caldera. Desde que el líquido no produce espumas, y se presenta de aspecto claro, solo se le dá á la caldera el fuego suficiente para que durante toda la prócsima noche, conserve el líquido la temperatura de 88°, y á la mañana siguiente se procede á la cristalizacion en iguales recipientes á los del método anterior, y desde luego que se ha vertido en ellas todo el líquido, el cuidado de los trabajadores tiene por objeto impedir la formacion de gruesos cristales de salitre; asi es que continuamente están removiendo el líquido, no solo para evitar la cristalizacion natural del azoato de potasa, y obtener á esta sal en arenillas, sino tambien para irlos quitando con una espumadera á propósito, y

trasportarlas á las cajas destinadas al lavado de ellas; y cuya concepcion es fácil, reflecsionando sobre el perfil de la figura (6.ª lám. 1.ª). De este modo se traslada á estas desde los cristalizadores el salitre que se obtiene, y solamente quedan en estas las aguas madres reunidas en el centro por la configuracion de ellos, é inclinadas además á un estremo, á impulso de una doble pendiente que tienen en direccion longitudinal.

Llenas las cajas del lavado hasta tener una cúspide por encima de los bordes, y cerradas las llaves ó agujeros, se principia el lavado del salitre, por echar en ellas agua pura para que disuelva los cloruros que todavía le acompañan, y despues de unas dos ó tres horas sale por las llaves ó agujeros de las cajas. Se continúa despues el lavado con agua saturada de salitre, hasta tanto que salga la colada de la misma naturaleza que era á su entrada, y entonces se reunen las aguas de la primera y segunda operacion cuyo objeto es la separacion del salitre: las demas se consideran como que solo tienen esta sal y las arenillas lavadas, y despues de haber escurrido el agua por espacio de cinco ó seis dias en las mismas cajas, pasan á los recipientes esplicados en el (23) y representados en la figura (4.ª lám. 1.ª). En estos se secan por efecto del calor que les presta el humo que cuela por debajo de ellos, naciente en el hogar prócsimo, y que acompañado del aire enrarecido, recorre el tubo que los conduce á salir por la chimenea del aparato. Es de necesidad remover el salitre durante su desecacion con palas de madera para impedir que se pegue al fondo del recipiente, y obligar á que la evaporacion del agua sea completa, á cuyo término puede llegarse al cabo de cuatro horas, y pasarlo despues por una criba de laton, para separar de las arenillas las partes estrañas que puedan haberse mezclado, y los terrones. El resultado final es obtener de los 3000 kilógramos de salitre en bruto, unos 1700 á 1800 útiles para la fabricacion de la pólvora. El resto se con-

sigue despues, adiccionando con oportunidad los resíduos de esta operacion; pues en todo establecimiento de esta clase, hay mil recursos por los cuales conducen la economía hasta un punto inmejorable.

28. A fin de que cuando las legías estén al fuego, se pueda inferir por la temperatura que gozan el grado de saturacion en que se hallan con respecto á la sal que nos ocupa, ponemos á continuacion la siguiente tabla, en cuyos resultados tenemos el regulador que buscamos.

Punto de ebullicion.	Cantidad de salitre disuelta en 100 partes de agua.	Autores.
114,°3	284,0	Griffiths.
115,°0	300,0	Ure, Peclet.
121,°25	336,0	Gay Lussac.
116,°87	350,0	Meyer.

29. Se ha notado que cuando se disuelven juntas las dos sales, azoato de potasa y cloruro de sodio, aparece la primera todavía mas soluble de lo que llevamos manifestado; y segun Berzelius, consiste en que hasta cierto punto se verifica en tal caso, un cambio entre las bases y los ácidos que origina cuatro distintas sales en vez de las dos espresadas, que son los azoatos de potasa y de sosa y los cloruros de potasio y de sodio; y de las cuales, las tres últimas son muy delicuescentes. De donde resulta, que si se vierte una disolucion saturada de salitre sobre salitre que contenga cloruro de sodio, disuelve todavía una cantidad de salitre, que es procsimamente $^1/_7$ mas del peso de la sal marina. No se pierda de vista esta consideracion en el acto de hacer ensayos de salitres, pues como en su lugar veremos, el problema se resolverá por los mismos trámites que han tenido lugar estas consideraciones, y que sientan un principio al que habrá de recurrirse, antes de formar la tabla de los resultados del análisis. La

teoría general de estos en cuanto concierne á los cuerpos que hemos tomado á nuestro cargo, formarán un capítulo aparte, no tan solo porque lo creemos mas propio, cuanto por ser mas fácil buscarlo en caso necesario.

30. El salitre que se emplea en la fábrica de pólvora de Murcia es de tercera cochura y se recibe en arenillas de la fábrica de salitres establecida por la compañia de Llanos en la misma ciudad. En el artículo de análisis, manifestaremos nuestra opinion acerca del medio que podria adoptarse para la recepcion de salitres y azufre, que á la par de ser mas económico ofreceria una completa seguridad de su pureza, circustancia de todo punto indispensable para el objeto á que se destina.

Azufre.

31. Mas adelante será oportuno demostrar cuán remota es la fecha en la cual este cuerpo, por naturaleza electro-resinoso, tuvo entrada en las composiciones incendiarias; y á medida que desenvolvamos la teoría de las reacciones químicas de los principios elementales de estas, haremos ver la necesidad que hay de que no falte azufre en la pólvora, si este compuesto ha de cumplir debidamente con el espíritu de la definicion que le darémos. Ahora, y suponiendo conocido lo bastante al azufre química y mineralógicamente, pasaremos á manifestar los medios que tenemos para aislarlo de sus asociados naturales, hasta el punto de que por su parte en nada se disminuya la potencia de la pólvora, en cuya teoría tendremos mejor oportunidad para hacer ver que los antiguos le adivinaron, en mucha parte, á la naturaleza sus leyes, y que los modernos no hemos hecho en algun tanto otra cosa que estudiar sobre un problema resuelto para encontrar los datos en que se apoya, y las razones que corroboran la acertada combinacion que tuvie-

ron entonces. Los químicos por medio del análisis cuando no por las tradicciones, han formado la historia de los principios que en sus primeras épocas han constituido á las composiciones incendiarias destinadas á diversos fines; han estudiado en sus efectos el modo con que se conducen los elementos constituyentes, y son dueños de la teoría, hasta el punto de determinar con conocimiento de los resultados, el número, y la proporcion y combinacion de los datos; ventajas de que carecian los antiguos, cuyas composiciones eran hijas de atrevidos tanteos, y arriesgadas manipulaciones.

32. El resultado final que se mira en conformidad con los adelantos de la química, es que el azufre es un componente indispensable de la pólvora; y nosotros nos reservamos para cuando tratemos de la teoría general de su inflamacion, el llamar la atencion en cuanto en aquel acto tiene relacion con tal metaloide, que debe emplearse en estado de pureza, si ha de llenar como se desea el objeto. Con el fin, pues, de que asi suceda, vamos á esponer á continuacion los medios de sustraerlo de los cuerpos que en la naturaleza lo acompañan, apoyados en la propiedad que tiene de fundirse entre 108°, y 110°, del termómetro centígrado, y de volatizarse mucho antes del calor rojo. Por consiguiente, tenemos á nuestro arbitrio el usarlo en la pólvora, ó bien fundido, ó en estado de flores de azufre. En el primer caso se presenta el inconveniente, de que es muy comun el que no se halle en completo estado de pureza, y sí unido á la sílice, á súlfuros, á sulfatos y á óxidos metálicos; que si bien no son volátiles y quedan en la caldera la mayor parte en la operacion de purificarlo; el súlfuro de arsénico, á fuer de afinidad, acompaña al azufre y con él se traslada al otro recipiente en donde de nuevo se recoje fundido. En el segundo caso sucede, que con las flores de azufre se hallan el gas sulfuroso en bastante cantidad y algo de ácido sulfúrico, lo que obliga á lavarlas antes de emplear al azufre en este estado para la fabricacion de la pólvora. De lo espuesto se de-

duce, que segun las circunstancias y los medios que haya para destruir contras, será preferible el primer estado al segundo, ó este al primero. Los apasionados á que se use del azufre fundido, si bien no pueden defender que sea en la fabricacion de la pólvora, cuando con él se halle el súlfuro de arsénico, le dan entrada en los talleres de ciertos fuegos artificiales.

33. Los análisis de azufre en flor y del fundido se hallarán en su respectivo lugar, como para los del salitre tenemos dicho (29 y 30). En el estado de aislamiento y en el de combinacion, es muy abundante el azufre en la naturaleza como sabemos por los relatos que de ello nos hacen los químicos y los mineralogistas; á sus matrices hemos de acudir para obtener sus minerales, y á los aparatos para llevarlo al estado de pureza en que lo necesitamos. Esto último será nuestra inmediata ocupacion, y la práctica con arreglo á la naturaleza de la ganga, la siguiente.

34. El azufre se estrae, ó de las tierras con las que se halla mezclado en las cercanías de los volcanes y sulfatares, ó de los compuestos que forma este mismo cuerpo con el hierro y con el cobre. Las operaciones que se ejecutan para obtenerlo en estado de pureza son dos, la primera en el paraje de la estraccion ó á poca distancia, con el objeto de que los transportes no aumenten infructuosamente el coste del verdadero y útil trabajo. La segunda operacion hecha con mucho cuidado para dejar al azufre en el estado conveniente para sus diversos usos, se ejecuta con frecuencia en el lugar de su mayor comercio.

Regularmente la primera destilacion, si se saca el azufre de los minerales terrosos, se ejecuta en los hornos llamados de galera por la figura que tienen representada en la figura (7.ª lám. 1.ª), y cuya descripcion es la siguiente. *A B* obra de mampostería; *t, t, t,* tarros de barro empotrados en el espesor de las paredes del horno, de modo que salgan de estas interior y esteriormente, y que ademas por la parte esterior estén las

bocas superiores de todos para poder cargarlos de mineral; los picos *p, p, p*, de los tarros que tienen dos pulgadas de diámetro y catorce de largo, entran en otros tarros esteriores *N. N.* correspondientes á los del horno, á donde va primeramente á depositarse el azufre sublimado, y desde los cuales pasa por los orificios *m*, *m*, á unos recipientes de madera llenos de agua en la cual se condensa. El horno se carga poniendo el combustible en el espacio interior que dejan las dos líneas de botes, se le da fuego, y establecida desde *G* á la chimenea *H* la corriente del aire, se quema al combustible, comunica este su calor á los tarros, y el azufre pasa desde estos á los recipientes, y queda concluida de este modo la primera operacion que se dijo, y el azufre obtenido se dice que está en bruto, porque regularmente le acompañan un 12 á un 15 por 100 de materias térreas. La segunda destilacion tiene por objeto la purificacion completa de este cuerpo tan útil en tantos usos de la sociedad. La figura (8.ª lám. 1.ª) es en la que *c* representa una caldera de fundicion, *e* la tapa de esta misma que girando en *m*, y levantándola por medio de un aparato mecánico describe el arco *n n*, y se tapa y destapa á voluntad del operario la vasija; *a* el lavoratorio del horno que establece su corriente de aire con la chimenea *d*, y *b* el cenicero; tal es el conjunto de todo el aparato que sirve para la segunda operacion que dará á el azufre fundido en estado de pureza; pues introducido el que se le llama en estado impuro en la caldera, tapada esta y puesta en combustion la leña, el azufre se funde, y las materias térreas lo abandonan precipitándose en el fondo. Entonces, con unas cucharas se saca el azufre y se vacía en moldes de madera de abeto procsimamente cilíndricos, y de los cuales se saca para el comercio, conservando esta figura, la que dá nombre al *azufre en caña ó cañon.*

35. En el dia, esta segunda destilacion se verifica del mismo modo que se procede para obtener las flores de azufre, y por medio de un aparato debido á Mr. Michel, artífice muy

distinguido de la ciudad de Marsella, y cuya descripcion es la siguiente figura (1.ª lám. 2.ª): *a* es la caldera de fundicion de 3 centímetros de espesor, de capacidad de 700 á 800 kilógramos, la cual nunca se carga mas que con 500 á 600 kilógramos, y es la que hace en la operacion funciones de retorta, reposando sobre un horno cuyo laboratorio está en *f*, la chimenea es la *m* y el cenicero está en *c*: *d d d d*, es una espaciosa cámara que sirve de recipiente para lo que se desprende de la caldera, con la cual se comunica por medio del espacio *x* que hace veces de pico de retorta: *p* es una puerta de palastro que sirve para cargar la caldera y estraer los resíduos que en el fondo de esta quedan en cada operacion: *s* son unas válvulas de planchas de palastro que giran libremente sobre el estremo que indica la figura misma, y cuyo servicio se esplicará en la marcha de la operacion: *o h* cierra de dentro á fuera esta comunicacion de la cámara con los moldes de azufre cuando de ella se quiere sacar en el estado de fundido.

Se principia la operacion cargando la caldera de azufre en bruto, y despues de cerrada la puerta *p*, se le dá fuego al horno. Desde luego el azufre se prepara á obrar con el calórico en los términos que se dijeron en la correspondiente teoría, y cuando por *x* pasa á la cámara *d d d d*, se combina con el oxígeno y forma gas sulfuroso, que por efecto de su fuerza espansiva levanta las válvulas *s* y sale á la atmósfera, y las válvulas vuelven á cerrarse sin permitir que el aire esterior entre, con lo que resultaría en el azufre una considerable merma por el desprendido en combinacion del nuevo oxígeno reemplazado diferentes veces. La destilacion no interrumpida del azufre, traslada sucesivamente todo el de la caldera á la cámara, en donde se adapta y pega á las paredes de ella, que por estar mas frias lo condensan y forman lo que se llaman flores de azufre; que pueden recojerse cesando el fuego y la operacion, y entrando por la puerta que se ve independiente de lo dicho hasta este momento, y que tiene una directa comunicacion con el reci-

piente. El gas sulfuroso que es fácil concebir que habrá siempre en la atmósfera interior del aparato, se mezcla con las flores de azufre; de consiguiente convendrá lavarlas antes de emplearlas en cualquiera operacion en que fuera perjudicial el gas ácido sulfuroso, pues como es tan sóluble y el azufre no, las flores de este quedarán en un estado perfecto de pureza y utilidad. Está ya manifestado el modo de obtener flores de azufre por medio del aparato descrito, pero es necesario hacer ver que además puede obtener con el mismo el azufre fundido. Si la operacion no se hubiera interrumpido para sacar las flores de azufre, el trascurso del tiempo hubiera aumentado tambien la temperatura en la cámara, y el azufre abandonando ya las paredes de ella en mucha parte, caeria en el piso del recipiente; y sujeto á permanecer alli sufriendo la alta temperatura del aparato, vendria á llegar todo él al estado de fusion, en el cual empujando para dentro la parte *o h*, podria pasar á los moldes y tomar su figura. Dos, tres ó mas calderas en comunicacion con una misma cámara de una capacidad relativa al número y cabidad de estas, darian un resultado ventajoso á la economía; conviniendo mucho á esta misma, que la parte de mampostería *x*, que hace veces de pico de retorta, pudiera cerrarse y hacer independiente la cámara *d d d d*, desde luego que para sacar los resíduos de las cargas de la caldera, y echar nuevas cantidades de azufre, fuera preciso abrir la puerta *p*, porque entonces no entraria mucha cantidad de aire nuevo, cuyo oxígeno formaria gas ácido sulfuroso.

De todo lo dicho se deducen los corolarios siguientes: 1.° Cuanto las paredes de la cámara estén mas ventiladas, las flores de azufre se obtendrán en mas cantidad. 2.° Cuanta mas diferencia haya de capacidades entre la retorta y recipiente, el aparato será mas oportuno para obtener flores de azufre. Luego con estas consecuencias, aquella teoría que las dá, y otros conocimientos que bien combinados dan el mismo valor al problema, no hay duda que en cualquier caso se pro-

cederá sin temor de que puedan sorprender los resultados.

Las válvulas son una parte constituyente del todo que garantizan la seguridad de las operaciones, sin que las desgracie ninguna esplosion originada por la falta de equilibrio interior y esterior. Oportunamente colocada una cantidad de aceite para que sea libre el juego de estas partes giratorias, impediría que ellas y el azufre adherido á las partes contiguas del cañon y las válvulas, obstruyera las funciones que causan la seguridad que en ellas se tiene.

Se sabe que la temperatura interior del aparato es elevada, si puesto un poco de azufre en contacto esterior con la puerta *p*, se inflama; y que toda la carga es á ya destilada, si metiendo una barreta de hierro en la caldera por medio de un agujero hecho en la puerta *p*, sale sin señal de azufre líquido. El acto de abrir la puerta *p*, en el que se precipita el aire esterior en la cámara, es el mas peligroso por lo espuesto á una inflamacion; asi que, aquella compuerta dicha que impide la comunicacion, además de contribuir á una atendible economía, es necesaria para la seguridad de los operarios, y el mantenimiento de la fábrica.

36. De los súlfuros metálicos, especialmente de los de hierro y cobre, se puede tambien estraer el azufre formando pilas cónicas semejantes á las que se usan para la estraccion del carbon, y cuyo eje servirá de hornillo alimentado por la corriente de aire establecida por él, y por algunos parajes del pie de la base de la misma pila; puesta esta en fuego se separa parte del azufre de los súlfuros, el cual, en gran parte se combina con el oxígeno del aire y se desprende en forma de gas sulfuroso; otra parte cae al suelo y se recoje, quedando además en la pila súlfuro que no se descompone, y otros compuestos que se crean en la operacion, y que se manifiestan en las obras de química al tratar del beneficio de ciertos minerales con el objeto de obtenerlos en estado de pureza. Facilmente se inferirá que no es este el medio mas ventajoso de obtener el azufre; y que solo en el caso de no poder

echar mano de otro, puede emplearse este, eligiendo siempre el per-súlfuro de hierro nativo, que contiene de azufre un 54 por 100, y que por la accion del calor se pueden desprender las dos quintas partes del azufre que prócsimamente son de 21 á 22; pero desgraciadamente no conviene apurar tanto el trabajo para conseguir un resultado tan ventajoso en apariencia; pues con el grado necesario de calor para llegar á este producto, resultaria fundido el súlfuro de hierro que quedaria como resíduo en los hornos de destilacion, y para separarlo de ellos habria que destruir todo el aparato: asi que, la esperiencia ha demostrado que un 13 á un 14 por 100 que se obtenga de azufre de los tales per-súlfuros, concilia todos los estremos.

37. En Sajonia, en Bohemia y recientemente en Francia debido á Mr. Dartigues, se estrae el azufre de los súlfuros de cobre ó hierro, por medio del horno de galera representado por un perfil perpendicular á su eje, y por su proyeccion vertical en la figura (2.ª lám. 2.ª) en la cual *B C* es el cuerpo del horno representado por *A* en el perfil; *d*, *d*, *d*, *d*, &c. son unos tubos de tierra cuadrados ó cilíndricos, abiertos por sus dos estremos que no son iguales en dimensiones en el primer caso, situados con alguna inclinacion ú horizontalmente al través del horno como representa la figura, y penetrando el espesor de sus paredes, y á los cuales interiormente y prócsimo al estremo mas estrecho ó al opuesto del que sirve para cargarlos, se asegura una estrella de barro que impide el descenso del mineral y permite el paso del azufre, ya en vapor ó en estado líquido, el cual sigue la corriente marcada por otro tubo que se adacta á este estremo y que termina en un recipiente de madera tapado con una plancha de plomo y lleno de agua, en donde se condensa el azufre que alli llega, y de cuyo recipiente sale el aire enrarecido por unos agujeros que oportunamente se hacen en la espresada tapadera. Los tubos se cargan por el otro estremo de cada uno, y despues se tapan con una plancha de tierra que se embetuna perfectamente con un luten á propósito; se prende fuego al combustible co-

locado debajo de los tubos; por la chimenea *H* salen los principios volátiles de esta combustion, y el calor penetrando á los tubos descompone á los súlfuros haciendo que se desprenda parte del azufre.

Regularmente se compone cada horno de estos, de doce á veinte y cuatro tubos; que cada dos cargan 12,5 kilógramos de mineral y la destilacion dura ocho horas; de modo, que un horno de veinte y cuatro tubos destila sesenta y tres quintales de azufre, que al 14 por 100, son unos 8,5 quintales prócsimamente; que si sale puro, puede economizarse la segunda destilacion.

En los parajes que siendo abundante el mineral de azufre, se reuna buena arcilla y hornaguera á propósito, será siempre ventajoso el establecimiento de estas fábricas.

Carbon de madera.

38. No enumeraremos aqui todas las aplicaciones del carbon, considerado en química como uno de los cuerpos simples metaloides, y colocado en el tercer lugar en la fórmula de estos arreglada por el órden que tienen de afinidad con el oxígeno. Hablan mas de lo que nosotros podriamos decir, los principios generales consignados en las obras elementales y aplicadas de la química; y recomendamos sobre este punto el mas profundo estudio, del cuerpo de aplicacion mas antigua, en los usos domésticos y en el arte de la guerra. Nosotros, consideramos al carbon únicamente segun las funciones á que cumple en la inflamacion de la pólvora, y en las operaciones metalúrgicas, porque solo á esos estremos llegaremos en este tratado; quede para obras de mas estension, el justo aprecio al que nuestras fuerzas no alcanzan, y prescindamos de dibujarle aquí el estenso campo que le pertenece; pues seríamos difusos si fuéramos á esponer todas sus propie-

dades químicas y físicas, y las consecuencias que de ellas se deducen.

Procediendo del reino orgánico vegetal el carbon que se emplea en las pólvoras de todos los paises, porque asi lo ecsige el grado de pureza y aislamiento á que es posible llegar partiendo de tal punto, nada espondremos aqui de cuanto es peculiar al carbon animal, incumbencia propia de otros tratados. Tampoco hablaremos con estension del carbon incluido en mineralogia bajo la consideracion de cuerpos combustibles, porque aunque interviene en primera línea en los grandes trabajos metalúrgios, el estudio suyo forma un ramo aparte y ageno del oficial de artillería, á quien para aplicarlo le bastará saber conocer por el resultado del análisis, el número de calorios que podrá rendir, para con este interesante dato resolver, en union con otros, ciertos problemas que podrán encomendársele, como por ejemplo las dimensiones que determinan la capacidad de un alto horno &c. Manifestaremos sí, con la latitud que requiere el asunto, las propiedades que debe tener el carbon que se destine para fabricar pólvora, y espondremos los medios de obtenerlo en el estado mas conveniente para ello.

39. Como que cuando desenvolvamos la teoría que debe preceder á la determinacion de las proporciones que han de guardar el salitre, el azufre y el carbon en la composicion de la pólvora, espondremos los medios que han conducido á la eleccion de los vegetales, y otros pormenores mas propios de aquel lugar de inmediata aplicacion; al presente, y despues de manifestar aquellas ideas propias y generales del reino orgánico vegetal que se rozan con el asunto, nos ocuparemos con preferencia del modo de preparar convenientemente la materia carbonosa, cuestion que se aplica á toda clase de vegetales.

Si en este caso fueramos á considerar uno por uno los enómenos y la marcha que son inherentes á la germinacion y

desarrollo de las plantas, entraríamos en consideraciones muy agenas del objeto que nos ocupa, y la imaginacion del lector no llevaria una ilacion progresiva en el estudio dirigido á un fin determinado. Asi que, con respecto á tan complicadas meditaciones, recomendaremos la lectura de las obras de botánica manifestando tan solo en esta, el resorte por el cual se enlaza este eslabon con los demas que constituyen la cadena de union y dependencia en que se hallan todos los cuerpos de la naturaleza.

40. Es ya sabido por el resultado de numerosos análisis, que los principios elementales que generalmente constituyen á todo vegetal, lo son el oxígeno, el hidrógeno y el carbono; adiccionándose en algunos el ázoe. Sobre aquellos en quienes entre este cuarto componente nada hablaremos, porque sus consideraciones corresponden á un curso de química, y su aplicacion no nos pertenece; pero obligados á aislar de los otros la materia carbonosa, nos encontramos con que no es solo con el oxígeno y el hidrógeno contra quienes ha de dirigirse el trabajo de la carbonizacion, sino tambien contra las sales, óxidos metálicos, ácido carbónico y sustancias vegetales y animales que absorve la planta para alimentarse, modificándolas y combinándolas de un modo no bien esplicado todavia en los tratados de la fisologia de los vegetales, pero á cuyo resultado llamado *savia*, se le conocen sus funciones durante la vida de estos, que segun Raspail se divide en *inorgánica y organizadora*, las cuales en la operacion de mantener la ecsistencia del vegetal y darle crecimiento, obran recorriendo los vasos capilares que forman el entrelazamiento de la fibra leñosa, ni mas ni menos que lo hacen la sangre venosa y la arterial en los cuerpos del reino animal.

41. Tratándose de calidad del producto y economía posible, la operacion de aislar de sus asociados naturales al carbon quedará bien ejecutada, cuando el resultado sea muy combustible y su cantidad la mayor.

::

Sin perder, pues, de vista las condiciones á que ha de satisfacer el problema, discurramos sobre los datos que debemos buscar en el vegetal, y sobre la eleccion del aparato.

42. Cualquiera que sea la madera elegida para el espresado objeto, debe cortarse en la época en que la savia nueva se desarrolla y la anterior se ha convertido en madera. Los meses de Marzo y Abril son los mejores en los paises meridionales. Antes de carbonizarla, es ventajoso despojarla de la savia, y de los resíduos que deja esta despues de la disecacion, y en Inglaterra se la espone con tal fin por espacio de *diez* ó *doce* años al aire y á las lluvias, porque estas concluyen por disolver los resíduos que de aquella ha dejado la influencia del aire, quedando tan solo del vegetal la fibra leñosa de un color gris, y de la cual todas las maderas contienen de 95 á 96 por 100. A este estado se llega mas pronto, colocando á la madera en tubos cerrados, y haciendo que atraviese por ellos agua en vapor.

43. La madera secada al aire, contiene prócsimamente en cada 100 partes, 38,48 de carbono, 35,52 de los principios que constituyen al agua, una de sales y de óxidos, y 25 de agua libre; y si por una completa disecacion se ha desprendido esta última, á cada cien partes las forman 50,67 de carbono, 48 de los elementos del agua, y una de sales y de óxidos. Pero téngase siempre presente, que las maderas nunca están enteramente privadas de agua libre, pues aun la carbonizada para emplearla en la fabricacion de la pólvora, contiene comunmente de 10 á 15 por 100.

Los procederes ordinarios de la carbonizacion, no dan sino un 15 á 17 por 100; y echando mano de todos los medios mas apropósito al menor desperdicio, no ha podido obtenerse mas que un 27 á 28 por 100. Hay, pues, causas que ocasionan en los dos casos, una pérdida de carbon igual á las diferencias de 38 ó 40, á 15 ó 17; ó á 27 ó 28; las cuales es necesario que se conozcan en su estension y naturaleza.

44. La fabricacion del carbon se funda principalmente, en la tendencia que tienen el hidrógeno y el oxígeno á trasformarse en productos gaseosos á una temperatura elevada, y en la cual el carbon es fijo; pero desgraciadamente, á esta temperatura obran sobre el carbon el hidrógeno y el oxígeno, y forman los compuestos hidrógeno carbonado, óxido de carbono y ácido carbónico, que tambien se desprenden en forma de gases. El ácido acético, un aceite volátil y una especie de brea que en la carbonizacion tambien se forma cuando la temperatura es baja, tienen por componentes al carbono; de consiguiente contribuyen como los primeros á que aquella diferencia ecsista. Se tiene el convencimiento de que se verifica cuanto queda dicho, poniendo en un horno de reverbero una retorta de tierra arenisca, y llenando las $^3/_4$ partes de su capacidad de pequeñas virutas de madera ordinaria; y adaptando á su cuello una alargadera que se introduce en un recipiente tubulado, y del cual sale otro tubo que conduce los gases á los frascos llenos del agua destinada á recogerlos.

En este estado se calienta poco á poco la retorta hasta el calor rojo, y la descomposicion del cuerpo que contiene se manifiesta antes de esta temperatura por el desprendimiento de unos gases acompañados de vapores blancos que se notan durante la operacion: los gases se introducen en los frascos, mientras que el ácido acético y un aceite empireumático que ordinariamente es espeso y de un color moreno, se condensan en el balon intermedio al agua; sin embargo que una parte de aceite se disuelve en el ácido acético, otra porcion se disuelve en el agua, y mucho es arrastrado por los gases que le deben el olor empireumático que tienen siempre, y los vapores blancos que los acompañan; quedando en la retorta como resíduo, el carbon que no han podido arrastrar aislado ó en combinacion el oxígeno é hidrógeno. Estos diferentes productos que se obtienen, se forman sucesivamente segun su afinidad con el oxígeno y en razon directa de la cantidad que

necesitan para constituirse en nuevos compuestos, asi que el agua y el ácido carbónico se desprenden primero, despues el ácido acético y el óxido de carbono, en seguida el aceite en donde entra en corta cantidad, y últimamente el gas hidrógeno carbonado que no contiene ninguna. Verdaderamente se hace con poquísima diferencia de tiempos el desprendimiento de todos estos productos, en aquellas capas que están á la temperatura conveniente, mas como no se verifica tal en todas las que componen la carga de la retorta, se sigue indudablemente la ninguna uniformidad en la marcha del resultado; sucediendo con toda infalibilidad, que si en el actual esperimento se eleva desde luego mucho la temperatura, no se obtendrá ni ácido acético, ni aceite empireumático; pues aun concediendo su formacion, es innegable que el mismo agente que contribuye á ella, la destruye directamente en el acto.

Los productos de una descomposicion lenta, son muy diferentes de aquellos que se obtienen por las que se hacen aumentando rápidamente la temperatura. La madera del hojaranzo comun, que en una carbonizacion rápida dá los productos ordinarios de las maderas destiladas, suministra un 13,3 por 100 de carbon; si esperimenta una lenta elevacion de temperatura, desenvuelve bastante mas cantidad de agua, de gas hidrógeno carbonado, de ácido carbónico, y suministra desde luego 26,1 por 100 de carbon: es decir, prócsimamente doble del producto que en una carbonizacion rápida.

45. La cantidad de carbon que se puede obtener de la fibra vegetal por medio de la destilacion en varias especies de maderas no es muy diversa; y la diferencia puede atribuirse á aquellas causas que mas bien dependen de la temperatura. Esto es á lo menos lo que se deduce de las investigaciones de Mr. Karsten, y de la siguiente tabla sinóptica de los resultados de veinte y una clase de maderas diferentes, y las cuales todas se han usado en el estado de virutas que durante muchos dias habian estado secándose al aire libre bajo una misma temperatura de 15° á

18°; y que de la misma especie de madera, fué sometida una porcion de ella á una rápida carbonizacion, empezando á ser destilada por medio de un calor incandescente, y á otra porcion se la hizo sufrir la misma temperatura como último término de otras inmediatamente inferiores que se sucedieron progresivamente con bastante lentitud desde la mas pequeña. La cantidad de cenizas fue determinada con cuidado por medio de la incineracion del carbon bajo la mufla de un horno de ensayo, aunque es probable que la corriente del aire haya ocasionado alguna pérdida, y el peso de ellas está quitado del correspondiente al carbon en la tabla que sigue.

Maderas sujetas á la destilacion.	CANTIDADES OBTENIDAS DE 100 PARTES DE MADERA. Por una carbonizacion rápida.		Por una carbonizacion lenta.	
	Carbon.	*Cenizas.*	*Carbon.*	*Cenizas.*
Encina (jóven)	16,39	0,15	25,45	0,15
Encina (vieja)	15,80	0,11	25,60	0,11
Haya (jóven)	14,50	0,375	25,50	0,375
Haya (vieja)	13,75	0,4	25,75	0,4
Hojaranzo (jóven)	12,80	0,32	24,90	0,32
Hojaranzo (viejo)	13,30	0,35	26,10	0,35
Aliso: álamo líbico ó blanco: chopo (jóven)	14,10	0,35	25,30	0,35
Idem (viejo)	14,90	0,40	25,25	0,40
Abedul: álamo blanco (jóven)	12,80	0,25	24,80	0,25
Idem (viejo)	11,90	0,30	24,40	0,30
Abeto (jóven)	14,10	0,15	25,10	0,15
Abeto (viejo)	13,90	0,15	24,85	0,15
Pino (jóven)	16,00	0,225	27,50	0,225
Pino (viejo)	15,10	0,25	24,50	0,25
Pino de Génova (jóven)	15,40	0,12	25,95	0,12
Pino de Génova (viejo)	13,60	0,15	25,80	0,15
Tilo	12,90	0,40	24,20	0,40
Paja de centeno	13,10	0,30	24,30	0,30
Helecho	14,25	2,75	25,20	2,75
Tronco de rosal	12,95	1,70	27,75	1,70
Madera de álamo blanco que por espacio de mas de cincuenta años habia servido de puntal en un muro, y estaba bien conservada	12,15	»	25,10	»

Las diferencias que se observan en esta tabla comparando respectivamente los resultados de las carbonizaciones ó bien rápidas entre sí, ó bien lentas igualmente, provienen sin duda de la dificultad de conservar constantemente al mismo grado el baño de arena; fortaleciendo muchísimo á esta idea, el que se vé que hay menos igualdad recíproca entre los resultados de la carbonizacion rápida, que entre los obtenidos por la destilacion lenta, y convenciéndose al mismo tiempo que es mas dificil la uniformidad en las temperaturas elevadas, que en las que no lo son tanto.

46. Fijando desde luego un prudente límite al cual podrian llegar los productos en circunstancias ordinarias, y teniendo para ello en consideracion, que habiendo operado con cantidades pequeñas, se resienten mas de falta de exactitud los resultados; desde luego para los cálculos de las operaciones en grande, pueden servir los siguientes datos.

Cien partes de madera, dan por medio de una carbonizacion lenta, de.....	28 á 30 partes de carbon. 28 á 30 de agua ácida. 7 á 10 de brea ó alquitrán. 37 á 30 de ácido carbónico, óxido de carbono, hidrógeno carbonado y agua no condensada.
100 á 100	

Siendo necesario añadir á la madera empleada 12,5 partes consumidas en el horno para efectuar la destilacion. De suerte que aparece en la práctica, que 112,5 partes de madera, conteniendo 25 por 100 de agua libre, se repartirán el carbono del modo siguiente:

30,0 de carbon en resíduo, ó por resultado.
0,5 elevado al estado de ácido acético.
6,0 al estado de brea ó alquitrán.
3,5 al de gases.
5,0 empleado para efectuar la destilacion.

Total. . . . 45,0 carbon que tenian las 112,5 partes de la madera.

No obstante de cuanto queda dicho, siempre será muy dificil obtener los resultados que dará la teoría fundada en estos datos tan prócsimos á la verdad, porque la evaporacion de la brea, y la trasformacion del oxígeno é hidrógeno en diversos gases, pueden trastornar la marcha de la operacion, y alterar las razones en que deben estar los resultados obtenidos de una simple evaporacion del agua de la madera, y de esperimentar esta el calor rojo. En su consecuencia, es poco probable que de cien partes de madera se extraiga mucho mas de 25 á 27 partes de carbon, cualquiera que sea el proceder de la carbonizacion que se emplée; y aun este mismo mácsimo puede no alcanzarse siempre por diversas causas que la esperiencia tiene sancionadas; asi que, debe bastar el saber aplicar en cada caso el que parezca mas conveniente, y que en el anterior de la distribucion de las 45 partes de carbono, siendo simple la evaporacion del agua de la madera, y haber llegado el carbono al calor rojo, se han empleado 6 kilógramos de carbon para evaporar 67,5 kilógramos de agua; 0,77 kilógramos de carbon para elevar á la temperatura del calor rojo á 45 kilógramos del mismo cuerpo; en suma 6,77 kilógramos de carbon consumido para carbonizar 112,5 kilógramos de madera.

47. Pasando á la práctica, y tratando de esponer varios de los procederes distintos que en ella se usan, ocupará el primer lugar el mas perfecto; y que creyendo á la historia diremos, que fué inventado por el obispo Landloff al principio de las guerras de la revolucion, ensayado en Francia en 1802, y abandonado entonces en este pais por los malos resultados que

se obtuvieron. Sin embargo, hoy dia se usa en Francia en todos los establecimientos del ácido piro-leñoso, y que se reduce á una verdadera destilacion, la cual dá todos los diferentes productos que ofrece la madera asi tratada, y que sirven despues en las artes segun la naturaleza de cada uno. Mas cuando se tenga por objeto una simple carbonizacion, se introduce la madera en unos cilindros, ó cajas rectangulares de palastro cuidadosamente remachado; y aquellos ó estas, tienen en su parte superior un tubo que sirve para conducir los productos de la destilacion á los refrigeratorios convenientes ó vasos con agua.

La particularidad de estos aparatos, consiste en que las retortas de palastro son movibles, de manera que se las carga fuera del horno, y que cuando la destilacion está concluida, se las saca, y otras ocupan acto contínuo su lugar, consiguiéndose de este modo que la marcha del trabajo no se interrumpa, y que el carbon se enfrie resguardado del contacto del aire. De este modo en ocho horas se destilan en estos aparatos media *decastera* = 231 pies cúbicos de Castilla, de una leña secada á la esposicion del aire por espacio de un año, y resultando un producto de un escelente carbon, que se encierra en la proporcion de; leña : carbon :: 100 : 28 ó 30; quemándose en el horno 12,5 partes de leña por cada 100 partes que se destilan.

48. Despues de esta idea general del método y resultados de la destilacion, manifestaremos aqui por estenso las particularidades que encierra su práctica en Francia y en Inglaterra.

La carbonizacion se efectúa en cilindros de planchas de hierro batido, ó de fundicion de hierro, cuyos estremos están cerrados por un círculo de lo mismo y con doble fondo que se llena de materia poco conductora del calórico, como por ejemplo cenizas, arena, &c. En Francia solo está cerrado así el estremo por donde se introduce la madera, pues en el otro solo hay un disco al través del cual pasan los tubos por don-

de tienen salida los gases. Los cilindros en número de 2 á 6 (en Francia 2) están colocados horizontalmente sobre el hogar, distantes entre sí, procsimamente 0,^{m}2; de suerte que el calor los circuye por todas partes; y para conservar las planchas, se las reviste de una camisa de tierra refractaria.

El cilindro de fundicion de que se sirven en Francia, tiene 2 metros de largo, 0,^{m}70 de diámetro y 0,^{m}025 de espesor en las paredes. En Inglaterra el cilindro es mas pequeño, pues no pasa de 1,25 metros de longitud, 0,62 de diámetro, con cavidad de 40 kgs. de madera; habiéndose observado en este pais, que en tales cilindros sale mejor carbon que en los de cavida de 100 á 150 kgs.

El disco que forma la parte posterior, está atravesado por cuatro tubos de hierro, de los cuales dos sirven para dar salida á los gases que se desprenden, y por los otros dos se introducen baquetas por medio de las cuales se juzga de los progresos de la carbonizacion, y tambien sirven para reconocer si la accion del fuego es uniforme; pues no sucediendo asi se dirije con preferencia á los parages menos calcinados. Cuando ha padecido mucho la parte inferior de los cilindros, se le dá vuelta, y en este caso los tubos sirven en un orden inverso.

49. Un cilindro de fundicion dura tres veces mas que uno de planchas de palastro, pero necesita mas combustible. En Francia se hace uso de la turba que dá poca llama, y cuyo calórico radiante es de mucha consideracion que es lo que se necesita. Se hace preciso conducir al fuego de modo que conserve constantemente la misma intensidad; y que sea tal, que la madera que se carboniza no adquiera nunca el calor rojo, porque la temperatura mas conveniente que debe gozar el carbon es la de 250,° y mas adelante daremos la razon.

50. Los pedazos de madera que deben tener de grueso de 6 á 40 milímetros, se descortezan para disminuir el número de sales; é introducidos en los cilindros no deben ocupar toda su longitud, sino que sobre 0,^{m}1 por cada estremo, para

que con facilidad se desprendan los gases en tales direcciones y estremidades de la leña. Durante la operacion, se recoge el ácido piro-leñoso, que se desembaraza de su aceite empireumático, con el fin de obtener puro el ácido acético, cuyo producto cubre en parte los gastos de la operacion. Igualmente se recoge la brea. En Inglaterra, los tubos que conducen los gases están terminados por bolas llenas de agujeros, que al principio de la operacion, todos ellos se cubren por el agua en la cual se sumerje la bola; poco á poco se disminuye el agua, de manera no obstante, que los agujeros no estén libres aun en el caso de que el desprendimiento de los gases llegue á su mácsimo. Despues, y á medida que disminuye la tension de los gases, se les sumerje de nuevo en el agua, para impedir la entrada del aire en los cilindros. Estos agujeros se tapan durante la época de enfriarse el carbon.

51. La duracion de la operacion varía con la capacidad de los cilindros y la calidad del producto, bajo el supuesto de ser el fuego moderado y prolongado. En Inglaterra, usando de cilindros de fundicion dura la operacion de siete á ocho horas, y en Francia una hora mas. En cilindros de planchas de palastro se abrevia una hora; y otra mas, si al dia se hacen dos destilaciones, por el calor que posée el cilindro al principiar la segunda.

El producto varía de 30 á 40 por 100 en Inglaterra, y tambien en Francia se desvía poco de este rendimiento.

El carbon todavía caliente, se pone en cajas de planchas de palastro cerradas herméticamente, con el objeto de impedir la absorcion del agua mezclada naturalmente con el aire en estado de vapor. En Francia se vacían las retortas ó cilindros al siguiente dia. Y en todas partes se hace por último el apartado del buen carbon y del que no sale completamente en el mismo estado, ó bien que viene cubierto con un holl n brillante.

52. El buen carbon obtenido por destilacion, es de un color negro menos vivo que el del carbon ordinario; triturado,

tiene prócsimamente el aspecto de un terciopelo negro usado, y deja sobre el papel tiznaduras cuyos reflejos son de color moreno: se presenta con pequeñas, pero muchas hendiduras transversales, y ningunas en la direccion de las fibras; se rompe sin hendirse ni quebrantarse; es menos sonoro que el carbon negro, es elástico, arrojado al fuego arde con una pequeña llama amarilla ó azul, al tacto se presenta como el mineral llamado *mina de plomo* (grafito).

Los gases que se desprenden son casi todos inflamables; antiguamente se les utilizaba en la destilacion de la madera, conduciéndolos al hogar para alimentar el fuego, y se conocia que la carbonizacion estaba concluida, cuando cesaba la aparicion de gases. Este proceder ofrecia graves inconvenientes, pues la presion atmosférica, sobrepujando al fin á la del gas, hacia que entrase el aire del hogar en los conductos, y causaba detonaciones. Por lo tanto, en el dia se dejan generalmente salir los gases fuera de la fábrica.

53. Se juzga de los progresos de la destilacion por la naturaleza de los gases. Al principio los vapores acuosos aparecen con un color blancuzco y reflejos azules; despues aparecen los gases ácido carbónico y oxído de cárbono, que al principio son negruzcos y despues amarillo pálido. Cuando obra sobre ellos el fuego, aparecen desde luego rojos; despues, y á medida que el óxido de carbono sobrepuja al ácido carbónico son azulados; este color toma mas intensidad, y aparece el hídrogeno carbonado cada vez mas limpio y mas claro; el que inflamado, dá al principio la llama de color violeta, despues amarillo, y pasando por todas las tintas del blanco, termina en el blanco brillante. Despues, la llama disminuye y mas tarde cesa totalmente. Antes de llegar á este caso se detiene la operacion, para no despojar completamente de hidrógeno al carbon. En Inglaterra cesa cuando el color del gas es el violeta. El color del carbon destilado es bermejo y modificando la operacion se pueden obtener todos los matices del moreno.

54. Como no en todas partes se estrae el carbon de este modo, seguiremos la escala descendente en punto á la preferencia que nosotros damos á los métodos, esponiendo los que median entre el ya referido, y el mas grosero que se emplea para obtener el carbon que se consume en los usos domésticos.

55. El debido á M. Baillet, inspector de minas, reproducido por M. Lamothe, mas tarde por M. Foucaud, y perfeccionado y puesto en práctica por M. de Lachabeaussiere, consiste en formar en primer lugar, un hueco, ó fosa en la tierra de diez pies de diámetro y nueve de profundidad, ó elevar sobre esta una cosa equivalente. Despues, y con el fin de hacer posible la combustion, se comunica con el esterior el fondo de este hueco, cosa á la verdad bien sencilla en las dos posiciones indicadas, pues todo se reduce á practicar unas salidas, que para el aire serán entradas, desde el espresado fondo al esterior, lo que se ejecuta atravesando el terreno en el primer caso, y el muro de la fosa en el segundo; y para garantir la permanencia é impedir las obstrucciones, en estos conductos se introducen unos tubos de tierra de dos pulgadas de diámetro. La parte superior de la fosa se reviste de ladrillos, pues es en donde debe descansar ecsacta y perfectamente el sombrero que es la parte mas costosa del aparato, pues es de hierro, y su figura la de un casquete esférico cuya base es un círculo plano del mismo metal. Este y las bandas de canto convenientemente adaptadas á él, aseguran por mucho tiempo la conservacion de su figura. En la parte superior tiene un agujero de nueve pulgadas de diámetro y en forma de collarin, para hacer mas sencillo el artificio que á voluntad lo abre y cierra. Otras cuatro aberturas equidistantes de cuatro pulgadas de diámetro cada una á la distancia de un pie de su borde son necesarias en el sombrero, como oportunamente se verá. Este sombrero que pesa de 250 á 275 kilógramos, se maneja con facilidad por medio de dos palancas de hierro y de algunos ro-

detes de madera de unos doce pies de largo, para que cuando atraviesen por encima de la fosa descansen en el terreno.

56. Para construir los hornos ó fosas elevadas, se trazan en el terreno dos círculos concéntricos de $4^1/_2$ y $8^1/_2$ pies de radio: y en la corona que establece esta diferencia, se levanta de tierra apisonándola bien y por capas, el muro que formará las paredes de aquellas; pero teniendo cuidado que el declive esterior tenga diez pulgadas de inclinacion, y el interior sea tal, que el diámetro superior de la fosa no pase de diez pies. El borde interior de esta debe estar guarnecido de ladrillos con el fin que es de inferir por el supuesto de que el sombrero de estos hornos, es igual al de los enterrados. En ambos, las paredes interiores se recomponen de tiempo en tiempo con tierra batida; en los dos el fondo de ellos forma una superficie ligeramente convecsa cuyo punto mas elevado pertenece á la vertical, eje de figura de la fosa; pues de este modo se establece mas directamente la corriente del aire que entra por los conductos ya manifestados, y que en los hornos elevados, estos conductos se construyen sobre el terreno natural, al nivel del fondo de la fosa. Para las de las dimensiones dichas, se construyen ocho al rededor de cada una.

A nueve pulgadas del borde superior de las fosas enterradas, se abre un agujero al cual se adapta un tubo de hierro ó tierra cocida cuyo diámetro tambien sea de nueve pulgadas. Este está un poco inclinado hácia al interior del horno, y termina en una caja construida de ladrillos sobre el terreno, y cuyas dimensiones son diez y ocho pulgadas de largo, doce de ancho y quince de altura. Su parte superior puede cerrarse cuando sea oportuno, por medio de una plancha de palastro. Para que el ácido y la brea, no impidan en ningun caso la marcha que deben llevar los principios volátiles al traves de la caja para salir por otro tubo que esta tiene en el estremo opuesto, se abre á dos ó tres pulgadas del fondo un nuevo agugero que pueda cerrarse á voluntad, y por el cual la caja se limpia, salien-

do por sí mismos el ácido y la brea. El tubo destinado á conducir los principios volátiles, se eleva en la vertical ó con una ligera inclinacion, unos cuatro pies y medio, y despues se prolonga ó bien horizontalmente ó con alguna inclinacion, hasta quince pies del horno; y á esta distancia que ya no es presumible que el fuego llegue, puede continuar el resto del aparato siendo de madera, incluso los condensadores; que para concebirlos, es lo bastante el saber que aqui el objeto es el mismo que en el sistema imaginado primeramente por Mr. Foucaud. Cuando mas necesario es saber manejar la caja cuyas dimensiones, posicion y comunicaciones se acaban de manifestar, es cuando los hornos están ligados de modo que se comunican con uno mismo ó comunes condensadores; pues puede suceder que uno de ellos esté concluyendo una jornada, cuando el otro principie otra; y en tal caso es preciso tapar con tierra la comunicacion del primero, para que no entren en él los principios que se desprenden del segundo.

57. El mecanismo de los tubos de comunicacion de los hornos elevados, como que el objeto es el mismo que el de los enterrados, son en un todo iguales menos en la posicion; pues en estos la inclinacion es de descenso hasta encontrar los condensadores ó condensador. La caja de este sistema es de menores dimensiones que la del otro, y esta modificacion resulta de la misma ventaja de la posicion de los tubos. En los dos aparatos de hornos subterráneos y elevados, la terminacion es una chimenea en la cual se tiene arreglada la rarefaccion de la atmósfera para que la salida de los restos procedentes del último condensador, esté siempre corriente. Antes de cargar los hornos y ponerlos en fuego, es indispensable el secarlos, quemando en ellos virutas ó ramage seco.

La carga y conducta de los operarios es en ambos hornos la misma, y se reduce á poner en práctica las reglas y observaciones que siguen.

58. Para cargarlo, se coloca en el centro un madero cilíndrico de cuatro pulgadas de diámetro y de la misma altura que la

fosa; se le introduce muy poco en el suelo, y se acumula al pie alguna cantidad de carbon menudo. En este estado, se elije entre la madera destinada para carbonizarla, los troncos mas gruesos, y se colocan en el fondo en forma de radios, con la circunstancia de que entre ellos han de quedar los agujeros de las salidas; pues como puede concebirse por la descripcion hecha y que continúa, estos troncos, verdaderos montantes ó polines de la carga, son los que con la capa inferior de la leña, forman hasta el centro de la fosa la prolongacion de los tubos que desde afuera conducen al aire atmosférico. Por esta misma razon los maderos gruesos no apoyan su superficie á la del madero vertical, pues se necesita que la separacion recíproca de aquellos en los estremos convergentes sea de cuatro á cinco pulgadas, y este resultado no puede obtenerse sobre una circunferencia cuyo diámetro es de cuatro pulgadas y los maderos que se la aplican de gruesas dimensiones. Colocados los maderos horizontales, de modo que el objeto dicho se cumpla, y que el otro estremo de cada uno no se apoye en las paredes del horno, se principia á colocar la primera capa de leña atravesándola sobre los espresados maderos, y sobre esta y tambien por capas el resto de la carga. En esta operacion interesa rellenar todos los huecos particularmente en la circunferencia, y en esta parte se conseguirá mejor, si los maderos de la base no tienen la misma longitud.

Cargado de este modo el horno, se levanta el madero del eje, se coloca el sombrero que se cubre de tierra ó arena para disminuir dentro del horno la condensacion de los vapores, y se le dejan abiertos los cinco respiraderos: se introduce por el superior el fuego encendido de antemano, y se abren tambien todas las entradas esteriores del aire. Desde este momento principia la combustion del carbon y de la leña mas seca; y entonces, á fin de que el fuego se distribuya con la mayor igualdad posible, se cierra el respiradero de en medio, y permanecen abiertos los cuatro restantes hasta que se advierta que la llama, al principio azul, toma un color blanquecino; en cuyo

caso se cierran ligeramente, se disminuye tambien el tiro de las entradas del aire, y se conduce por sí mismo el resto del trabajo. Durante este, puede advertirse que la corriente fluida es rechazada y sale por los conductores del aire; y en este caso, que precisamente lo causa la insuficiencia de los tubos conductores de los gases, la poca absorcion de los condensadores y la debilidad acaso de la chimenea final, es necesario abrir los cuatro respiraderos laterales del sombrero, pues es preferible la pérdida de parte de los cuerpos volátiles, que el que concluya el horno por apagarse antes de terminada la carbonizacion. Los cuatro respiraderos, son pues, en union con las demas salidas y comunicaciones de la fosa, los verdaderos registros del aparato; y en quienes como en los demas, depende la naturaleza del resultado final, del tino con que dependientemente se manejan.

Para evitar la pérdida espresada, podria tener cada horno otra salida con nuevos conductores y terminados en otros condensadores; y que este suplemento pudiera incomunicarse ó ponerse en juego con el horno, en presencia de la necesidad.

La operacion de carbonizar en tales hornos, debe durar para conseguir buen carbon, de sesenta á ochenta horas; y por medio de una sonda se puede calcular del resultado, pues ó se saca carbon y se ecsamina, ó se tienta con ella la carga para ver si el descenso ha sido igual por todas partes; circunstancia que tiene lugar cuando el todo ha recorrido los mismos trámites. Por el primer ecsámen se resuelve del estado de la carga, y por el segundo de la igualdad de resultados; pues si la carga no ha descendido con igualdad, es porque la parte que ha quedado mas alta, no ha llegado al estado de carbonizacion en que lo está la parte mas baja; y entonces, abriendo el respiradero del sombrero que le es mas inmediato, y la entrada opuesta del aire, la combustion se aglomera por aquella parte, y la homogeneidad del carbon de la carga se consigue. Luego que hay convencimiento de que se ha llegado á este punto, y que la leña es ya carbon, se dá lo que se llama la última mano á la operacion (*coup de force*);

::

para lo cual, á escepcion del agujero del centro del sombrero se abren todos los demas, y las entradas del aire: y con esto, se desprende el hidrógeno que todavía se alojaba entre el carbon, y que dándole un color rojizo, disminuía su valor para la venta.

59. Concluida la carbonizacion y dado al horno el último fuego, se cierran herméticamente todas las comunicaciones que el interior del horno tiene con la atmósfera, y si esto se ha conseguido bien, al cabo de 72 á 80 horas, puede descubrirse la pila sobre la que se pone un obrero, y con la mano va sacando los pedazos de leña carbonizados que en nada han perdido la figura primera; y con una pala de hierro saca el carbon menudo, ó el que aunque no lo sea esté todavía caliente. Ademas de estas clasificaciones, se separan los tizones ó leña medio carbonizada, como un producto que no se aprecia.

A la idea de que muy bien podria asfigiarse el obrero que baja á descargar el horno en el momento que este se abre, contesta Mr. Chabeaussiere, que durante dos años de continuadas operaciones en una batería de ocho hornos, no ha ocurrido ningun accidente de esta especie.

Cinco obreros son los bastantes para los espresados ocho hornos, los cuales dan anualmente un 20 por 100 de carbon libre de tierras y de toda impureza, y con muy raro tizo, que por supuesto, queda separado del producto. El coste de cada uno de estos hornos, es en Francia de 450 francos, de los cuales los 400 es el valor del sombrero; el entretenimiento de ellos es cortísimo.

60. En Callosa de Segura se carboniza la madera del cañon por el método de las fosas enterradas, revistiendo de ladrillos sus paredes y fondo para contener las tierras é impedir que se mezclen con el carbon. Preparado asi el foso se coloca la madera sobre su parte superior, formando con ella una especie de bóveda, sin mas abertura que la precisa para entrar en el foso: se dá fuego á la parte inferior de la bóveda, y cuando

oda está abrasada se hace caer al foso, y se mantiene el fuego con nueva leña ó madera que se adicciona hasta que el foso está lleno de carbon: se tiene cuidado de remover el combustible para que la combustion sea igual, y que se llene todo el foso.

Lleno este, se toma una manta bien mojada por dos de sus cuatro puntas, y se estiende sobre la boca del foso de modo que lo cubra: en el mismo momento varios hombres con palas, y situados á los lados, arrojan tierra por igual sobre toda la manta, y otros la apisonan con los pies para no dejar ningun hueco entre ella y el carbon. Cuando no se nota mas humo se suspende la operacion, y se dá por concluida.

Cuando se juzga que el carbon debe estar ya frio, se retira la manta con la tierra cuidando que esta no caiga entre el carbon, y se estrae este para almacenarlo en parage bien seco, haciendo antes la separacion de los tizones para volverlos á quemar en otra operacion.

61. El proceder empleado por M. Foucaud, está fundado tambien en el principio de los abrigos para quitarle al aire su perniciosa influencia. La construccion del horno, y la conducta que se observa con el fuego, son iguales á cuanto sobre tales puntos manifestarémos al tratar de los *hornos de muelas*, y solamente se distinguen en que la pila está cubierta completamente por un cono hueco hecho de bastidores de madera. De modo que esta cubierta se diferencia de la cerca que se vé en la figura (3.ª lám. 2.ª) en que sigue hasta la cima de la pila la figura de esta. Para formar un abrigo de 30 pies de diámetro en su base interior, 10 en la superior y de 8 á 9 de alto, se cortan y se preparan los maderos necesarios para los montantes de los bastidores; se forman estos y se arreglan entre sí de modo que reunidos puedan formar la figura cónica ya espresada y ensamblarse bien para la debida seguridad. Como el método tiene por objeto tambien el recoger los productos volátiles, se necesita cubrir la parte superior, y esto

se consigue con un círculo plano formado de planchas bien unidas y sujetas á cuatro traveses. Dos trampas que debe haber en él, son para dar salida al humo que se desprende al encender la pila y un agugero que se necesita además, es en donde se fija un tubo de comunicacion que conduce á un barril todos los principios volátiles que salen de la pila. Este aparato, cuya semejanza se tiene en la retorta, matraz ó balon, y en el primer frasco del aparato de Woolf, no se termina aqui; pues igualmente que en el espresado aparato se puede estender indefinidamente con otros barriles convenientemente comunicados.

Con respecto á la conducta que los operarios deben seguir durante la pila está en fuego, se ha dicho lo bastante con referirse á lo practicado en las pilas de muelas; y para las observaciones necesarias, en uno de los bastidores hay una puerta que permanece cerrada mientras no es oportuno hacer algun registro. Los bastidores están guarnecidos de un tejido de mimbres para asegurar esteriormente las tierras de las cubiertas; y se obtendria acetato de cal durante la destilacion de la leña, si al tejido de mimbres por la parte interior se adaptase creta ó tierra que la contuviese.

62. En las carbonizaciones ordinarias, los hombres del trabajo principian por aplanar y apisonar la tierra, en un espacio circular conveniente; prefiriendo siempre los sitios que han servido otras veces porque regularmente hay menos humedad; y en su centro plantan verticalmente un tronco rajado en cruz que representa la figura (4.ª lám. 2.ª), sirviendo de apoyo sus ángulos rectos á otros cuatro troncos que parten desde la circunferencia. El piso de la pila que va á formarse, lo constituyen troncos de leña que salen del centro á la circunferencia, siendo esta los límites del terreno marcado, y aquel el tronco vertical que primeramente se situó. Estos rayos de leña estarán divergentes, y en sus espacios se colocan otros troncos mas pequeños, de modo que llenen los huecos dejando solo al-

gunas comunicaciones para la circulacion del aire. Sobre este piso se sitúan los troncos de leña destinados á la calcinacion, con el conocimiento de que si se colocan horizontalmente, la carbonizacion no sale tan completa y resultarán tizones, no obstante que dá por resultado mas cantidad de carbon que si los troncos se colocan verticalmente; de suerte que para conseguir un medio á estos dos estremos, aunque siempre es mejor perder resultado que tenerlo heterogéneo, los troncos se situarán respectivamente algo inclinados hácia los cuatro que se apoyan en los ángulos de la cruz que tiene el del centro, formando asi un cono truncado cuya base está en el piso que se formó con los primeros troncos hasta que no se pueda alcanzar fácilmente al medio de la pila; y en este caso se establece un nuevo piso como el primero, sobre la base superior de este primer cono, y sobre él é igualmente todo, se construye un segundo y aun un tercero y cuarto cono, que no serán iguales porque todas sus dimensiones son menores á proporcion que se aprocsiman al cúspide del cono que hubieran formado los primeros troncos prolongados. A este aparato se le llama horno de muelas, siéndolo de tantas cuantos sean los conos truncados que lo forman, que suelen ser uno, dos, tres y cuatro; sin que deba olvidarse que es necesario que ecsista una justa proporcion entre la base y la altura para que pueda ofrecer seguridad de permanecer sin arruinarse por sí mismo, en razon al esceso de elevacion que se le haya dado. Construida asi la pila, é igualada su superficie convecsa con palos á propósito, se la cubre con céspedes ó tepes, dejando descubiertos algunos de los parajes que corresponden á los gruesos troncos del primer piso, para que se establezca la comunicacion del aire, y estas aberturas, cuyos diámetros varían de cuatro á seis pulgadas, se forman algunas veces que sus paredes sean de céspedes; y se tiene cuidado de cubrir tanto mas y mejor la pila, cuanto mas elevada sea; y en todo caso la cima debe prepararse de suerte, que pueda vencer el es-

fuerzo de cuantos cuerpos se desprenden en aquella direccion. Las figuras 3.ª y 5.ª, lám. 2.ª representan dos pilas que la una no está cubierta de tierra, y la otra no solo lo está sino que ha principiado en ella la carbonizacion: y lo que, generalmente se pone en ejecucion, subiendo un obrero á la cima de la pila, sacando el palo que ha servido de apoyo á las demas que la forman, y echando madera seca y encendida por el cañon ó espacio que deja el tronco. Desde luego se desprende un humo espeso tanto por este conducto que hace veces de chimenea, como por todo al rededor de la pila; y cuando se vea que sale la llama por la chimenea, se la cubre en parte con un pedazo de céspede, con el fin de que solo pueda pasar el humo. Desde aqui en adelante, la vigilancia y observacion de los obreros debe ser incesante, para que el sin número de accidentes que sobrevienen en los trámites de la carbonizacion, no destruyan los buenos resultados que deben esperarse, caminando bajo el principio, que aplicando mal la influencia del aire en semejantes casos, ó se quema todo el carbon, ó solo se obtienen tizones. El cuidado por consiguiente de los operarios, se reducirá á graduar el esceso del aire, y la salida del humo; á cubrir de tierra ó tepes los puntos en donde se formen aberturas, á suministrar aire y abrir agugeros, en los parajes en donde la combustion no se efectúe bien, y sean respectivamente necesarios; y cuando se acerque el fin de la combustion, añadir tierra á la parte inferior del horno, tapando progresivamente los parages de comunicacion con la chimenea principal, y otros respiraderos que hacen funciones de tales, con el objeto de ir disminuyendo la circulacion del aire. Al cabo de mas ó menos tiempo, toda la masa aparece roja en la obscuridad, y es la señal evidente de que la carbonizacion está concluida; en este caso, se sofoca el fuego cubriendo toda la pila de una capa espesa de tierra, y despues de algunas horas llega hasta estar frio el carbon, si desde un principio se ejecutó con cuidado la interceptacion de toda cor-

riente de aire. Desde luego puede inferirse, que siendo una misma la colocacion de la leña, é igual el proceder para carbonizarla, el conseguirlo será obra de una cantidad de tiempo que estará en razon directa del volumen de la pila.

Cualquiera que sea la magnitud, debe observarse si durante está el horno en fuego, se desprende el humo con lentitud por todos los puntos de su superficie, que es la señal de que la combustion se hace por igual en todas sus partes, no permitiendo nunca que aquel fenómeno deje de verificarse, y tolerando solo el que la corriente en la cúspide sea un poco mas rápida, como es irremediable que suceda, por causas que se conocen.

Algunas veces se aplica el fuego á estos hornos, desde la circunferencia al centro de la base, en lugar de echarlo por el espacio que queda separando el tronco que la sirvió de eje; pero sea cualquiera la práctica que en esto se siga, es independiente de cuanto despues sucede, y que con toda precision debe ejecutarse. De modo, que los métodos comparables por razon de sus resultados, se reducen al anterior destilatorio y al ultimamente manifestado; teniendo la preferencia el primero segun se verá por las siguientes tablas que han formado las consecuencias de los respectivos procederes obtenidos por cada método. Sin embargo, sépase que á proporcion que los trabajadores sean mas diestros y celosos, los productos de carbon que se obtengan por un medio tan sencillo como este último, se aprocsimarán á los ordinarios del primero, á cuyo límite, segun la historia, han llegado algunos hábiles trabajadores de Suecia.

			Productos.	
Datos para el método destilatorio....	Madera destilada..	100	Carbon obtenido..	28
	Id. quemada para la destilacion..	12,5	Idem formando otros productos.	17
Total madera sometida al fuego.....		112,5		45 que

es el carbon que entra en las 112,5 partes de madera.

Por medio de una pila de muelas, las 112,5 de madera, se convierten en..	17	de carbon obtenido.
	28	de este formando otros productos.
Suma del carbon..	45	partes en las 112,5 de madera.

63. Con el objeto de que haya en una ordinaria carbonizacion la mas igual y acomodada marcha, se rodea la pila de una cerca proporcionalmente alta, para que los vientos no choquen en aquella, dejándo solo algunos intervalos abiertos entre cuyos objetos sea uno la entrada y salida de los trabajadores. Si además, admitiendo la opinion de Mr. Brune, la base de la pila, en lugar de establecerse sobre el suelo, está situada sobre planchas de hierro que trasmiten mejor el calórico del centro á la circunferencia, la carbonizacion será ejecutada en menos tiempo y el producto mayor. Parece consecuencia de la reunion de estas dos ideas, el hacer un foso de 4 á 5 decímetros de profundidad y un diámetro igual al de la base de la pila, forrado de planchas de hierro, estableciéndose el horno debajo de estas, en donde se echan dos fajos de ramaje, y encima de las planchas se prepara el horno de muelas cónicas como anteriormente se dijo; pero en este caso

está sustituida aquella chimenea del centro por unos respiraderos que atraviesan verticalmente la altura del aparato, y guarnecen su circunferencia; y en la abertura que dá salida al aire de la fosa que sirve de laboratorio del horno, se reunen tres respiraderos, el uno opuesto directamente á la abertura principal que atravesando el interior de la fosa sale fuera del horno, y los otros dos equidistantemente colocados con respecto á este con quien se reunen. Estando todo bien dispuesto, y debiendo el horno tener por base una superficie igual á la que representa la reunion de las planchas espresadas, se cubre con una ligera capa de hojas y de ceniza de carbon de piedra mezcladas con tierra, se queman sucesivamente cinco ó seis fajos de ramaje en el laboratorio de este horno, y en menos de una hora la combustion se manifiesta en toda la masa de la madera. Entonces se cierran las salidas de la fosa, y se manejan las aberturas que se hacen en la tierra que cubre la madera de un modo que convenga el buen resultado de ambos objetos en la operacion: que son, mácsimo producto, y completa homogeneidad.

Llenando de polvos de carbon los huecos de los maderos en las pilas de muelas manejadas segun se dijo en el segundo método, la combustion se hace mas rápida á espensas de quemarse menos cantidad de madera, y el producto del carbon puede llegar á ser un 21 á un 22 por 100 de la leña sometida al fuego.

64. Espuestos los diferentes medios que se conocen y se usan para conseguir aislar del vegetal la materia carbonosa, pasaremos á manifestar con los detalles convenientes las propiedades características del resultado conocido con el nombre de carbon.

Esta materia es de naturaleza combustible cuando no ha sufrido una temperatura muy elevada, á que se llama no haber sido calcinado; pues de suceder asi, aquella propiedad dismiauye y acaba por anularse, ganando en la misma razon

la de hacerse conductor del calórico, que como tendremos ocasion de manifestar, perjudica en mucho á la prontitud con la cual se necesita que la pólvora se queme, si se quiere que en el menor tiempo posible, y en el acto de gozar de la mayor temperatura dable, se desarrolle la mayor cantidad de gases de naturaleza espansible, y que son los componentes que constituyen la resultante que en el acto de la inflamacion de la pólvora crea su poder. Principio tan interesante, reclama de nosotros algunas reflecsiones, antes de manifestar cómo se demostró la preferencia que tienen unos vegetales sobre otros.

65. La propiedad desocsidante que tiene el carbon, unida á la naturaleza del compuesto que combinado al oxígeno dá, hace que sea tan indispensable en la composicion de la pólvora. Todos los carbones no poséen la misma facultad de quemarse; ninguno, sin interesarse con el calórico, se une al oxígeno; de consiguiente, no es todo carbon igualmente bueno para, en los términos que aqui se piden, dar á la pólvora el mismo mérito ni la misma fuerza. Si la materia de donde procede el carbon fuera un dato indiferente, la cuestion solo pediria resolver cuál era mejor, si un carbon muy calcinado, ó uno que solo lo esté hasta el punto de que el vegetal se haya emancipado de las sales que quedan en las cenizas y de los principios volátiles que se desprenden; en cuyo caso, y acordes con lo dicho anteriormente podria contestarse, que aquel que reune la segunda circunstancia: pues que por ser mas dócil á la accion del fuego, verifica mas pronto su union con el oxígeno, y contribuye por su parte á la mas veloz formacion de los gases, que tanto interesa para la mayor potencia de la pólvora. Pero el problema aparece mas complicado, desde luego que la esperiencia ha demostrado, que aun haciendo la calcinacion bajo el espresado principio, no todos los vegetales dan un carbon igualmente bueno para el presente objeto. Lo que pensamos acerca de esto nos parece ecsacto, y no contradice

á los hechos que ofrece la esperiencia. Creemos, que el carbon de todo vegetal sería igualmente bueno para la fabricacion de la pólvora, si de todo vegetal fuera igualmente fácil sustraer las sales y principios volátiles que contiene sin que se origine perjuicio á la propiedad que se quiere tener en él; pero como esto no sucede, porque para conseguirlo de las materias muy gruesas ó muy compactas, seria necesario llevar la carbonizacion hasta un punto que calcinase al que primero quedó despojado, y en este caso ya decrece su combustibilidad; de consiguiente, está conocida la razon de por qué de todo vegetal no se puede conseguir carbon igualmente bueno para con él hacer pólvora, sin que la causa no esté en la materia, cristalizacion &c., sino en que, ó será calcinado, ó tendrá consigo sales y otros principios, no procediendo de materias poco compactas. Dígase pues á la par que se hace la clasificacion de los carbones, la razon por qué no son todos igualmente buenos, y entonces la imaginacion no se estraviará en conjeturar qué modificacion puede haber sufrido la materia, para no ser tan eficaz en sus prerrogativas con el oxígeno. Esta idea que nos aventnramos á esponer, no tiene punto de contradiccion con ninguna de las principales aplicaciones del carbon, pues si en la de la pólvora se ve apoyada por la esperiencia, además de ser el raciocinio bien fuerte, no sucede menos en la facultad conductriz del fluido eléctrico. Para que el carbon conduzca la electricidad, es necesario que esté bien calcinado, *dicen los físicos*. Ahora bien, ¿y el carbon bien calcinado, no quiere decir que no tenga sales, en cuyo caso se aprocsima á ser carbono puro? Luego su mayor facultad conductriz la tendrá en su límite que es en el estado de diamante.

66. En la imposibilidad de estraer de cualquier vegetal buen carbon para fabricar pólvora y conociendo la razon, esta enseña el camino de buscar los mas á propósito; mas como es prudente desviarse de los límites de las cosas, porque en ellos

están generalmente los estremos de lo peor y de lo mejor, necesario se hace recurrir á los resultados de las pruebas, que han tenido por objeto hallar el tránsito de lo malo á lo bueno, pues cuando no se haya acertado con el único punto que todas las cosas de esta naturaleza tienen, la constancia y la teoría habrán conseguido una útil aprocsimacion. Sin duda, trillando mil y mil veces este camino de incertidumbres, deben haberse resuelto á decir los pro-hombres de la aplicacion y de las investigaciones, que el mejor carbon que puede emplearse para la fabricacion de la pólvora es el procedente de la caña del cáñamo, del arraclan, del álamo, del aliso, del sauce y del tilo; y que á estos los pueden sustituir el avellano y otros árboles y arbustos que no se opongan á cuanto se reconoce como conveniente: pues por llevarlo todo hasta el último estremo en asunto de tanto interés, se prefieren las ramas de los árboles elegidos á su mismo tronco, y se desecha de todo punto la corteza de esta parte, y las raices de todos y en todas sus partes; porque asi como abundan en sales, carecen de la materia que aqui se busca. Consiguiente á esto y con el fin de contribuir por todos los medios posibles á que el carbon no sea el que rebaje la potencia del compuesto, el vegetal que deba carbonizarse, muy particularmente si es árbol, será cortado antes de que cese su vida, y nunca una planta muerta por sí misma á causa de enfermedad propia, será aprovechada para carbon destinado á fabricar pólvora. Del árbol, como ya se ha dicho, son preferidas en general las ramas á lo restante, pero no solo por huir de aquellos límites espresados, cuanto por reconocer en la esperiencia un imperio poderoso para todas las cosas, entre las mismas ramas se miran en primera línea aquellas cuya edad está entre cinco y seis años, pues de este modo no tienen tanta ceniza como la madera mas vieja, y cuyo grueso es el de dos centímetros procsimamente. Además de todas estas precauciones, no se omite la de descortezar á las ramas en quienes recae la eleccion.

67. A Proust se le deben delicados y numerosos ensayos para averiguar de un modo concluyente, cuáles son los vegetales de quienes debe echarse mano para la elaboracion del carbon mas á propósito si su empleo ha de ser el de la pólvora. Él fue el que determinó la preferencia entre los ensayados, y á continuacion de referir el modo que empleó para satisfacer el objeto, espondremos la tabla de datos y resultados atendibles.

Hizo una mezcla de doce granos de carbon y setenta y dos de azoato de potasa; y muy triturada, la introdujo en un tubo de cobre de dos pulgadas y media de largo y tres líneas de diámetro, que á algunas líneas mas abajo del borde superior del tubo, tiene adaptada una redondela ó círculo de corcho que le dá la propiedad de flotar en el agua, en cuya posicion se hace el esperimento, cebándolo por la parte superior con un poco de pólvora, y dándole despues fuego, para que por este medio entre á quemarse la mezcla de carbon y salitre, y poder deducir, segun la velocidad con que se consumen unas y otras, cuya diferencia solo consiste en la procedencia del carbon, que vegetal es preferible para sacar de él el que se destine á la fabricacion de la pólvora; y como la propiedad favorable es la de la velocidad en consumirse, es claro que serán tanto peores, cuanto mas se alejan de esta circunstancia.

Las investigaciones en este esperimento, han contestado de modo que con sus resultados ha lugar á formarse la siguiente tabla.

Naturaleza del vegetal que ha dado el carbon.	Duracion de la combustion de la mezcla.	Peso del resíduo.
Cáñamo	10 segundos	12 granos.
Tallos de gamon	10	12
Sarmiento	12	20
Tallos de garbanzos	13	21
Pino	17	30
Arraclan	20	24
Avellano	23	30
Tallos de granado	25	36
Cañas de maiz	25	38
Castaño	26	36
Nogal	29	33
Granos de maiz	55	43
Cooke	50	45
Azucar	70	48

Por ella puede verse, que es preferible á todos el carbon estraido de la cañamiza y de la madera que la sigue en la columna; pues no solo se ha consumido con él mas pronto la mezcla, sino que tambien ha dejado menor cantidad de resíduos. Están en uso los de las maderas comprendidas hasta el avellano inclusive, y en Francia que se dá la preferencia al del arraclan, se carbonizan con el mismo destino, las del álamo, aliso, tilo y el sauce. Ultimamente hemos sabido, que en la fábrica de pólvora establecida en Bouchet, se emplea para las pólvoras de mina y de caza, el carbon que resulta de la destilacion del álamo blanco bien seco, descortezado y partido en rajas de una á dos pulgadas de grueso y un metro de largo. Para las pólvoras de guerra, se usa en la misma fábrica del destilado del bourdaine (chopera); madera blanca, delgada, de corazon esponjoso y rojizo, cortada en la primavera, descortezada en seguida, y despues

de seca se almacena en la fábrica en haces: pues de ninguna clase de carbon se hace mas que el preciso para la elaboracion contínua, asi es que no se tiene nunca carbon sobrante que reclame almacenage, ni otras ecsigencias necesarias para su buena conservacion, y tino en los cálculos necesarios al tiempo de su aplicacion. En España esclusivamente se emplea el que sale de la añamiza.

68. Con el fin de que se tomen en el almacenage del carbon todas las precauciones que tiendan á evitar funestos acontecimientos, no omitiremos aqui el manifestar los corolarios que se deducen de las esperiencias hechas en Metz en 1828 en busca de la relacion que ecsiste en la potencia que goza de absorber al aire entre sus poros segun el estado de division en que puede encontrarse el carbon, y fundado todo en que como cuando no está muy calcinado, no dá libre paso al calórico que se desarrolla al fijarse entre su materia los elementos que constituyen á aquel, se reune la suficiente temperatura para llevarlo al estremo de ignicion.

1.° Para que con el acceso del aire haya inflamacion, es necesario que el contacto sea el mayor posible, para que el carbon ejerza con prontitud su poder absorbente.

2.° Los carbones se inflaman mas pronto cuanto son, mas nuevos y menos delgadas son las capas en que se esponen á la accion del aire.

3.° Los carbones destilados que antes de su trituracion han ejercido su poder absorbente, no se inflaman á menos que su masa no sea considerable.

4.° La inflamacion es tanto mayor cuanto mayor es tambien la masa de carbon espuesta al aire.

5.° Los carbones destilados en vasos cerrados, se inflaman con mas facilidad, que los obtenidos por otros medios.

6.° En tiempo seco y caliente, la absorcion es mas activa que si es húmedo y frio.

7.° La mezcla del azufre ó del salitre con el carbon, se opo-

ne á la inflamacion de este, y no tiene lugar sino en el caso de ser considerable la masa de la mezcla.

Ademas se sabe, que despues de las 24 ó 36 horas de absorcion, ya no recibe el carbon á mas gases que al oxígeno, y esto en mucha menor cantidad, la que continúa subcesivamente disminuyendo. La absorcion aumenta con la presion atmosférica y no tiene lugar en el vacío. El calor ó la disminucion de la presion, desaloja á los gases que contiene el carbon sin que por ello sufra la menor alteracion; lo que prueba que la absorcion es un fenómeno puramente mecánico.

69. Los carbones absorben igualmente á los vapores acuosos contenidos en el aire, y los condensan; de suerte que al cabo de algunos dias, el carbon en pedazos absorve de agua 3 por 100 de su peso, cantidad que se aumenta subcesivamente hasta un 8. El carbon en polvo absorve hasta 15 por 100, y si se le apaga con agua la absorcion llega al 28 ó 30, sin que por ello se presente húmedo en la aparencia.

Saussure dice, que lejos de ser constante el valor de la potencia absorvente del carbon, varía con la temperatura, con la presion, con la naturaleza de los gases, con el número de los poros, con el diámetro de estos y con el estado en que se hallan sus capacidades. La absorcion aumenta en razon inversa de la temperatura y directa de la presion; varía segun sea el gas, sin que el resultado pueda inscribirse en ninguna fórmula de cantidades esactas. Los cuerpos porosos y el carbon absorven menos en polvo que en masa; si aumenta el diámetro de los poros, hace que disminuya la potencia absorvente; y si disminuye aquel, tampoco aumenta la absorcion cuando se toman en el límite, en cuyo caso el carbon seria un cuerpo compacto: deduciéndose de uno y otro, que en ambos hay un término en que el poder absorvente es el mácsimo. Cuanto menos ocupados estén los poros del carbon, la absorcion de los gases será tambien mayor. De todos los cuerpos, el carbon de box, es el que posée la propiedad absorvente en el grado mas alto, pues una medida de

él á la temperatura de 11° á 13° y con la presion de 0,m 701, absorbió 9,25 medidas de gas oxígeno, y 1,75 de hidrógeno. Estos y cuantos gases hubiera absorbido, se desprenderian por efecto de un calor de 100 á 150,° y entonces el oxígeno combinándose con el carbon, formaria un compuesto como el que se llama ácido carbónico; el mismo que tiene lugar al cabo de mucho tiempo á la temperatura ordinaria, sin duda por el influjo de la luz.

Fácil es, pues inferir, por qué los barriles que en largos viages marítimos se destinan á llevar el agua necesaria para los usos de la tripulacion, se carbonizan interiormente; pues suponiendo que el agua lleve consigo algun principio de formacion de gases, el carbon absorbiéndolos, los sustrae de ella y no se altera en su estado: y originándose la putrefaccion, estando la madera y el agua en inmediato contacto, el intermedio del carbon será un inconveniente á que suceda, conservando al mismo tiempo la pureza del agua y la vida del barril. Un ejército sujeto á permanecer sin ninguna clase de traslacion ni comunicacion, y á veces circunscrita su posicion por otro que le impone la ley, y que cuenta con la rendicion de su contrario por falta de agua potable, ó porque ha puesto en putrefaccion las del campo enemigo; se burla y cansa la paciencia del que con ignorancia despreció un dato que dejó de mirar en sus cálculos como cantidad positiva. Efectivamente, el sitiado reduce á carbon los vegetales de que pueda disponer, artificialmente establece un recipiente y con capas alternadas de carbon y arena, ó tierra no pastosa, pero si es posible porosa, prepara el filtro por el cual pasando las aguas cenagosas las convierte en saludables para la economía animal, y nada repugnantes; alargando asi una resistencia, que destruya los planes del sitiador.

Castillos hay en España, que despues de aumentar una contribucion á la comarca á que pertenecen en el desagüe de sus cisternas corrompidas, y en la operacion larga y costosa de

volverlas á llenar, no pueden disponer de sus aguas en una temporada correspondiente á aquel gran trabajo; solo porque la indolencia ó ignorancia tiene desairados y sin uso, los recursos que la naturaleza ofrece, no solo en servicio de la humanidad, sino tambien como un remedio para aliviar la suerte de los destinados á la defensa de tales puntos. Las cisternas ó aljibes se hallan en el dia en un estado de abandono que no pueden garantir por mucho tiempo los auxilios que se esperan de ellas; pues siendo solo por su elevada posicion, un recipiente en donde se conservan aguas trasportadas por el medio espresado, y recogidas artificialmente de las lluvias sin el cuidado necesario, para que no se depositen con ellas materias sujetas á podrirse y desprender gases, muy en breve no es posible usarlas sin perjuicio de la economía animal, y de la salud de aquel punto si se descuidára muchísimo. En fin, lejos de ser un contribuyente á su defensa, puede acelerar su rendicion. En Paris cuando las aguas del Sena se llenan de limo ó barro, se filtran para usarlas; los habitantes de los campos cercanos á Seus, por efecto de una idea religiosa purifican las aguas de sus pozos arrojando en ellos los tizones de los hachones que se han carbonizado la víspera del dia de San Juan, consiguiendo de este modo quitar el mal olor que originan las gallinas que caen en ellos y entran en putrefaccion. No solo la teoría, sino tambien la práctica aconsejan ya, que en las cisternas estén revestidas sus paredes por una tierra de la menor filtracion posible aunque porosa, mezclada con carbon no muy menudo, de modo que pueda decirse que son unos depósitos de agua brascados; que en ellas no entren las aguas sin pasar antes por un recipiente provisional, en donde se recoja el agua de las lluvias, y dejen precipitadas cuantas materias arrastran, y despues conducirlas á llenar aquellos depósitos, entrando en ellos por unos filtros de carbon oportunamente dispuestos al pie del brocal ó batiente, para cumplir con el objeto y sufrir sin costo las recomposiciones que recla-

men del tiempo. Ademas de esta indispensable preparacion, no seria supérfluo un cuerpo concéntrico, que por sí no alterase al agua, y que á esta la ofreciera nuevos puntos de contacto con carbones.

70. Fundados en este principio de absorcion, y con el objeto de mantener seca la atmósfera de los almacenes de pólvora y los de armas blancas, muy bien pueden establecerse en las corrientes de las entradas de aire en estos depósitos, cantidades bien acondicionadas de carbon que recojan y retengan en sí la humedad, cuando aquel fluido al introducirse acompañado de ella, traspase el espesor de este artificioso obstáculo. No estaria demas que los estantes de madera que circuyen el interior del almacen, tuvieran á su espalda y en contacto con la pared, una capa de carbon que absorberia la humedad que pudiera llegar hasta ellos. La parte de las estacadas que se introduce en tierra se carboniza antes para que la humedad no pudra á la madera, y aquella parte de la fortificacion no llegue á ser con el tiempo solo ilusoria.

La desecacion de los almacenes se consigue mejor con el cloruro de calcio, y otras sales de naturaleza delicuescente.

71. Todas nuestras consideraciones han recaido, especialmente, sobre el carbon poco combustible en quien hemos reconocido la poca facultad que tiene para conducir el calórico, y nos parece no terminar el asunto sin decir otra de sus aplicaciones útiles. Muchas veces se querrán construir hornos, en donde sea necesario con el auxilio de la figura de su laboratorio y otros adyacentes, concentrar en él la mayor cantidad posible de calórico con la economía acsequible; y entonces, ademas de consultar las últimas memorias sobre la figura interior mas conveniente en cada caso particular; debe atenderse á las bases generales de la teoría del calórico, y como complemento de conocimientos para perfeccionar la obra, no olvidar lo útil que seria una pared intermedia de carbon pulverizado, de aquel que se resiste á dar paso al calórico; cuyo

cuerpo, heterogéneo al anterior y posterior de mampostería, no perjudicaría nunca la existencia del aparato, si las paredes materiales se hacian mutuamente dependientes por medio de unos oportunos estribos.

72. De que los carbones de maderas densas y muy calcinados desarrollen mucho número de calorías, y por lo tanto que sea mayor el calórico radiante que despidan, que el de aquellas maderas menos densas y calcinadas, resulta el medio de preparar el mejor combustible de que son capaces para emplearlo en operaciones metalúrgicas, en las cuales no sea posible proporcionarse carbon de piedra, en este punto tan preferible.

73. Tanto si consideramos en el carbon el lugar que ocupa en la tabla de los cuerpos metaloides arreglada por el orden de afinidad con el oxígeno, y la naturaleza de los cuerpos que forma la recíproca combinacion de estos, como si en casos necesarios recurrimos á la tabla en donde los cuerpos simples se hallan colocados por su naturaleza demas á menos electro-resinosa, encontraremos mas de una vez que las necesitarémos para convencernos de la legítima causa de muchas descomposiciones, y en la metalurgia y en la pólvora se nos presentarán casos que nos reclamarán traer á la memoria ciertos principios cuya influencia ha tomado incremento á proporcion que se ha desarrollado el genio analítico del hombre. Porque si bien se reflecsiona, no podemos guiarnos para anunciar ni obtener resultados, por lo que nos dice una cualquiera de las dos fórmulas espresadas, ni á veces tampoco las dos, porque comparadas con el resultado aparecen en completa contradicion, y tendremos que recurrir á buscar otra causa que es *ser distinta la naturaleza del cuerpo creado por la reunion de un modo ó de otro, de los elementos constituyentes del compuesto ó de los compuestos destruidos.* Sino fuera asi, ¿de qué modo se conciliaría la certeza del lenguage de dichas dos fórmulas, con que el carbon por sí solo y sin mas auxilio que

la temperatura, reduzca al hierro oxidado? ¿Podría decirse que sucedia por su mayor afinidad con el oxígeno, sin temer al argumento que se desprende de la segunda fórmula en donde aparecen el oxígeno y el carbono naturalmente electro-resinosos y de ellos mas el primero, viendo colocado al hierro entre los electro-positivos? ¿Podría contestarse otra cosa, sino que es porque de reaccionar entre sí, y en este caso, dos cuerpos sólidos é incapaces de volatizarse, dán lugar á un cuerpo tambien fijo como lo es el hierro y otro naturalmente gaseoso como lo es el ácido carbónico ó si se quiere tambien el óxido de carbono? Y este principio es siempre la resultante que determina las descomposiciones? ¿Potasa, carbon y temperatura elevada, dan acaso potasio y óxido de carbono ó ácido carbónico? ¿Qué fórmula es la que nos resuelve este problema sino la que representa las electricidades peculiares de cada simple? ¿Y si porque es posible separar al oxígeno del potasio por medio de la electricidad desarrollada por la pila, intentáramos el mismo resultado con la alúmina, nos seria acsequible? Wohler nos demostró en 1827 que otro era el camino, y por los datos que jugaron en la cuestion y la naturaleza de los resultados, puede deducirse el principio que dominó en la descomposicion. Ejemplos como el del hierro se podrian citar muchos en el taller del metalurgista; por lo tanto, con ellos se demuestra la importancia que tiene el carbon en este ramo industrial. Ninguna reflecsion haremos en este momento para demostrar su importancia en la pólvora, porque preferimos reunir todas las consideraciones al esponer con latitud la interesante teoría de su combustion é inflamacion.

PÓLVORA.

74. Partiendo del principio de que al hombre no le es dado crear, sino descubrir y utilizar las propiedades de los cuerpos que la naturaleza ha puesto á su disposicion, y esto con sujecion á la marcha lenta con que avanzan los progresos del entendimiento humano, no habrá por qué estrañar al recorrer la historia de la pólvora que su empleo sea tan moderno y tantos los trámites por los que ha pasado su verdadera aplicacion. Y espresamos de este modo la última idea, porque llamaremos pólvora á muchas de las composiciones incendiarias que nos dicen fueron usadas *en estado de polvo* con diversos fines, si bien no reunieron debidamente sus componentes, ni aprovecharon su potencia proyectiva, ni conocian uno de los medios de hacerla mayor. El tiempo y las esperiencias convencieron de la necesidad de granular la mezcla, haciéndola pasar por el estado de una pasta lo mas homogénea posible para adquirir esta misma propiedad en el grano; y si no ha llegado á nuestros tiempos el uso de la pólvora tal como lo tenian en sus primeros dias, *conservamos sí el nombre que por el estado de division se dió á la mezcla detonante.*

Es de creer que desde luego que los hombres resolvieron solventar por medio de la fuerza el derecho de sus cuestiones, fuese el fuego uno de los medios que emplearon para ofenderse; y por lo tanto se presenta con visos de verdad, el que muchos siglos antes de nuestra era se empleáran en las guerras las composiciones incendiarias. Y no obstante que si tratásemos de referirnos á fechas tan cercanas al olvido, caminaríamos con pasos demasiado inciertos, y con muchas probabilidades de no acercarnos á ellas ni á los verdaderos hechos; nos atreveremos á decir, que una de las particularidades que mas sorprendieron á los hombres reflecsivos de tiempos muy remotos, fue que en ciertas composiciones no se apagase su combustion sumergiéndolas en agua, y que continuase en los dos estados alternativos de esponerlas en este líquido y al aire libre. En nuestro siglo con mas conocimientos, sabemos la causa principal que ecsiste para que tal suceda, y estamos convencidos que los adelantos de la pirotecnia de aquellos dias se debieron á una reunion succesiva de casualidades, al mismo tiempo que creemos que el uso constante que hicieron de algunos componentes como el vinagre, la orina y otros de naturaleza á propósito para conservar la combustion, fue resultado de reflecsivas observaciones. Traeriamos hasta nuestros dias sin la menor interrupcion el curso de estas ideas y sus progresivos adelantos, si la historia nos prestase los datos necesarios; pero no siendo asi, ligaremos á la época actual la fecha á que podemos retroceder, siendo en nuestro relato lo menos difusos posible, y esperando disculpa del lector en aquellas ideas en que pueda no haber una ecsacta coincidencia, porque en la historia que pertenece á lejanos tiempos, y que ha sido trazada por diversas plumas, y comentada y refutada por otras mil no contemporáneas, es dificil encontrar conformidad ecsacta. Segun los historiadores, los chinos y otros pueblos del Asia fueron los primeros que utilizaron el salitre para confeccionar cuerpos de naturaleza inflamable. Y en atencion á la abundancia

con que se presenta sobre la superficie del suelo en aquellos paises, y á la facilidad con que se descompone y deja libre una parte del principio comburente que lo forma, no estrañamos, que fueran ellos los primeros en dar el paso inmediato que hay de esta observacion á las composiciones incendiarias, y que tuvieran conocimiento de la pólvora y de su uso en las armas de fuego para arrojar proyectiles, antes que los demas hombres. Sensible es á la verdad, que las dificultades que en todo tiempo se han ofrecido para penetrar en estos pueblos é instruirse en su historia, nos priven de los datos necesarios para tomar la cuestion en su verdadero origen; pero es forzoso ligar estas ideas con las que se tienen de los fuegos empleados por los árabes en sus regocijos y querellas, y las que se conservan bajo el epígrafe de fuegos griegos, unos y otros procedentes del celeste imperio, en donde tanto ha influido la temperatura del clima para presentarse mas adelantados en la carrera de la civilizacion y con ella en el progreso de las artes.

El Padre Amiot dice, que los chinos mandados por Koung-ming al principio de la era cristiana, hacian ya uso de armas de fuego; y los que se han ocupado de la historia de este Gefe, no lo suponen el inventor de ellas y las colocan en los tiempos de guerreros mas antiguos. Se crée tambien que hubo una época en la cual su uso se desterró, porque las miraron del mismo peligro para quienes las usaban que para sus enemigos; y se sospecha que esto tendria su origen en que la pureza en que pudieron usar al salitre, ocasionó con frecuencia violentas esplosiones en el acto de la fabricacion de sus pólvoras por medio de la presion en piedras de carbonato calizo compacto, mezclando en polvo fino al salitre y al azufre, y cuando suponían que estos estaban unidos, añadian primero el carbon y despues agua, trabajando la pasta que resultaba hasta el estremo de reducirla á polvo mas y menos fino, que clasificaban y destinaban á usos diferentes.

::

75. La adiccion que en todo tiempo se ha hecho de ciertos cuerpos y con fines determinados á la anterior composicion, fija tambien la fecha de la pirotecnia en general, y á los chinos se crée que son debidos sus primeros dias; pero las obras mas antiguas que de estos se conservan y que hablan del particular, pertenecen al siglo XIII. Los árabes y los griegos del bajo imperio, que en el siglo VII empleaban ya el fuego como un medio de ofensa, inventaron una porcion de composiciones, y en el siglo XIII conocian ya la del salitre, del azufre y del carbon, y le daban diferentes visualidades añadiendo limaduras de varios metales; y el uso que entre ellos tenian el alcanfor y otras sustancias que hoy dia ocupan su lugar en algunos de nuestros fuegos artificiales, unido á la antigüedad que tienen otras diferentes composiciones incendiarias de fecha todavia mas remota, señalan la que debemos dar á los talleres de la pirotecnia militar del presente siglo. Hemos ganado sin embargo, en que nuestras manipulaciones se hacen con mas conocimiento de los efectos que nos proponemos obtener, porque tenemos mejor aprendidas las propiedades de los componentes en el estado de aislamiento y en el de mezcla, y llevamos á un punto mas avanzado una operacion temida por aquellos hombres hasta el estremo de tratar con precaucion al salitre por sí solo, y mucho mas cuando lo unían con los principios espresados, en cuyo caso procuraban que la union no resultase muy íntima para evitar detonaciones, y nunca usaban al salitre en el mayor grado de purificacion que entonces le conocian.

Si se ecsaminan sus diferentes recetas se verá, que constantemente entra el salitre en mucha mayor cantidad que la que compone la suma del azufre y del carbon, y que siempre es muy pequeña la diferencia que ecsiste entre las cantidades de estos dos últimos cuerpos, preponderando en unos casos la del azufre á la del carbon, y en otros por el contrario. Esto prueba hasta la evidencia que en aquellos tiempos eran diversas las aplicaciones de las mezclas incendiarias, y que estas eran los resultados de infini-

tos ensayos con fines determinados. Si es cierto, como creemos, que entonces se mezclaron el salitre, el azufre y el carbon, en las razones de 10, $1^1/_8$ y $2^1/_4$; y en las de 10, $1\ ^7/_8$ y 2; y las comparamos con las proporciones en que entran los mismos cuerpos para componer la pólvora de guerra de 75, $12^1/_2$ y $12^1/_2$, sacaremos por resultado la poca diferencia que ecsiste en la relacion de componentes, y que muy bien puede decirse que aquella era la pólvora en sus primeros dias, y por lo tanto con ecsistencia desapercibida, y la última la moderna en todo su vigor, y en el goce de sus propiedades y aplicacion.

Ni mas ni menos se concibe la misma idea á la vista de las composiciones incendiarias usadas por los griegos antes del siglo XII; y si bien en algunos casos faltaba el carbon, era sustituido por limaduras de metales de fácil oxidacion, y á veces por otros cuerpos elegidos con menos acierto. En el dia si no es opinion recibida el que á la pólvora le falte carbon, hay quienes pretenden fabricarlas buenas eliminando totalmente al azufre. Por nuestra parte tributamos el debido homenage de veneracion y respeto, á los primeros hombres que por un enlace sorprendente de casualidades, y á costa de esperiencias que no tuvieron otros apoyos que la constancia y el valor, llegaron á obtener un resultado que tambien han sabido perfeccionar y utilizar sus succesores. Pero á los que en el dia creen que el azufre puede ser bien remplazado en la pólvora, les suplicamos lean con detencion la teoría de la combustion é inflamacion de esta que mas adelante manifestaremos.

76. Antes de que los árabes conocieran y utilizaran la fuerza de proyeccion de la pólvora, pasaron por observar el movimiento que producia la combustion de algunas de sus composiciones, como por ejemplo la formada de 6 partes de salitre, 1 de azufre y 2 de carbon que tan poco se separa de las proporciones de 75, $12^1/_2$ y $12^1/_2$ que despues hablaremos. Y he aqui entre ellos el orígen de los cohetes, si bien su construcion ya completamente cilíndricos, ya de esta figura y con cabeza cónica, ya

formados de dos conos unidos por sus bases, y todos sin la adiccion de la vara que nunca falta á los modernos como necesaria que es para fijar la direccion, prueba hasta la evidencia que no conocian la influencia del medio resistente que tenian que atravesar en su carrera, ni menos el modo de ponerlo todo en buena armonía.

Joinville, escritor francés del siglo XIII, ha dejado detalles ciscunstanciados sobre los fuegos empleados por los árabes en la guerra que San Luis llevó sobre las riberas del Nilo en 1248, época en la cual ellos dominaban al Egipto, y en donde, el gobierno, la lengua y las artes eran de todo punto árabes como raza sobrepuesta á la del pais. Por estos escritos se vé, que con la máquina á onda (*la perriere, machine á fronde*) uno de los medios mas poderosos para hacer la guerra en aquellos tiempos, lanzaban al campo enemigo tiestos ó botes llenos de composiciones incendiarias, ya con objeto de poner fuego á las obras, ya tambien de causar el espanto y el estrago en las filas contrarias para las que tales medios de pelear eran desconocidos, y que el terror que les causaba era indefinible, pues que lo consideraban como un efecto sobrenatural, y creian que las armas de sus contrarios estaban poseidas de un poder infernal.

77. Tomando todavia las cosas de mas atrás, y siguiendo aunque con bastante rapidez la historia del uso del fuego de guerra entre los árabes desde la primera cruzada, hasta el momento de la trasformacion de las composiciones incendiarias en pólvora de cañon, se vé que aquellas tuvieron lugar en dichas guerras; que en la tercera se quemaron las torres ó fortificaciones de San Juan de Acre por el fuego de unas marmitas cargadas con nafta y otras drogas, y cuyo fuego segun otro historiador se dirigió con tal sagacidad, que cuando se apercibieron los cristianos del peligro ya no pudieron evitarlo y fueron víctimas de sus consecuencias. En la quinta cruzada continuó el uso de las composiciones incendiarias, y en esta época ya se hacia notable en ellas la esplosion y el rui-

do que producian, y por las cuales la imaginacion concebia la idea de admitirlas á comparacion con los rayos del cielo. Esto prueba que ó en las últimas recetas se dió entrada al salitre, al azufre y al carbon por la vez primera, ó que en esta época, que fue cuando se introdujo el medio de purificar el salitre por la ceniza, tomaron aquellos el primer lugar y á lo menos, en proporciones aprocsimadas á las que constituyen á la pólvora.

Y esto parece lo mas verosimil, porque lo que han llamado los escritores franceses fuego griego, no era, á lo menos entre los árabes del siglo XIII, el resultado de una sola receta, pues que por el contrario, usaban un gran número de composiciones diferentes, en las cuales, generalmente entraban el salitre, el azufre y el carbon. Ignoraban empero el fenómeno de la esplosion, y no sabian utilizarla ni apreciar su fuerza motriz y proyectiva; y no obstante que habian estendido á todas sus armas y máquinas de guerra el uso de las composiciones incendiarias que lanzaban con las manos, ó con la máquina arriba manifestada, ó que aplicaban al estremo de otros artificios dirigidos á herir á su adversario, y á pesar de que el fuego se elevó entre los árabes al primer rango é importancia en la guerra, no se estrañará que con respecto á la clase de proyectiles, nada se hubiese adelantado en todo el tiempo de las guerras de las cruzadas.

78. Por lo que hace al pueblo cristiano diremos, que aunque hacia mucho tiempo que no les era desconocido á sus sábios este medio de ofender al enemigo, no trataron de ponerlo en práctica, porque la opinion de la Iglesia, que representaba á la opinion general, repudiaba como ilegítimas las invenciones atribuidas á la magia, y antes de faltar á sus preceptos, aceptaban la lucha con la desventaja que es consiguiente á la desigualdad de armas, y eran víctimas de tan naturales consecuencias.

Sin embargo, el tiempo y la necesidad, les hicieron aban-

donar mas tarde esta preocupacion, y buscaron el justo equilibrio en la demanda.

79. Tomando de nuevo el hilo del asunto por lo que hace á los árabes diremos, que segun el sábio orientalista M. Reinaud, en un escrito árabe perteneciente á la biblioteca real, se encuentran muchos detalles sobre el uso de las armas blancas y de tiro, asi como sobre las diferentes composiciones para incendiar, inclusa la pólvora que hoy dia conocemos, como se infiere de las tres siguientes recetas de varias de sus composiciones 1.ª *Bâroud* 10 *dracmas, azufre una dracma, carbon dos dracmas.* 2.ª *Bâroud* 10 *dracmas, azufre* $1^1/_4$ *dracmas carbon* $2^1/_2$ *dracmas.* 3.ª *Bâroud* 10 *dracmas, azufre* $1^1/_8$ *dracmas, carbon* $2^1/_4$ *dracmas.* El autor de este documento que revela el estado de los conocimientos de los árabes en la pirotecnia y en las mezclas salitrosas, es Nedjm-eddin-hassan-abdad que murió el año 1295 de la era cristiana; manifestando que su escrito estaba formado por las observaciones hechas por su padre, sus abuelos y otros sabios del arte.

80. Los datos que llevamos manifestados, unidos á cuanto de sí arroja la historia que trata de la dominacion de los árabes en España, como por ejemplo el sitio de Niebla en 1157, y lo que concierne á las guerras de otros pueblos de Europa con los señalados como los primeros dueños de las composiciones incendiarias, dejan fuera de toda duda, que los árabes han precedido á los europeos en el conocimiento y uso de la pólvora de cañon, asi como que la primera aplicacion de esta fué la de incendiar, pasando progresivamente por los trámites de utilizar mal el fenómeno de la esplosion y el de la detonacion, habiendo llegado un dia que como consecuencia natural de la observacion, y en vista de sus efectos, *acaso en el petardo*, se principió á tomar en consideracion la fuerza proyectiva, y á usarse bajo este punto de vista en España é Italia. El sitio de Zaragoza en 1118 por Don Alfonso I, llamado el *Batallador*, y la culebrina de á cuatro llamada *Salomónica* fun-

dida en 1132, están conformes con la opinion de M. Viardot al escribir la historia de la dominacion de los árabes en España, de que fueron sus naturales los primeros europeos que hicieron uso de la pólvora.

En el estado á que habian llegado las cosas, y con el espíritu de ambicion y de conquista que se habia apoderado de los hombres, este nuevo medio de vencerse se fue estendiendo con rapidez; y á la Francia, ya fuese por medio de su comunicacion con la Alemania, ya con la Italia ó la España, aunque la opinion general se inclina á que fue la primera, la vemos retar á la Inglaterra en 1338, y embestir las costas que obedecian á Eduardo III con una flota aprestada de orden de Felipe de Valois, y municionada con la pólvora de cañon. Tal es el primer hecho que puede presentar la Francia que pruebe esta clase de adelantos en sus ejércitos.

Ocho meses despues tuvo lugar el siguiente que justifica de una manera cierta el principio de su artillería, pues que en él se menciona el arma, el proyectil y dos de los componentes de la pólvora. Creyéndose que no se habla en él del carbon, porque su abundancia é ínfimo precio lo tenian fuera de la consideracion de los documentos de buena cuenta y razon de los almacenes del arsenal de marina de Rouen llamado (Clos des galées).

Documento que se cita.

"Sachent tous que je Guillaume du Moulin de Bouloigne, »ai eu et receu de Thomas Fouques, garde du clos des galées »du Roi nostre sire á Rouen un pot de fer á traire garros (car»reaux) á feu, quarante huit garros ferrés et empanés (empen»nés) en deux cassez, une livre de salpetre et demie livre de »souffre vif pour fare poudre pour traire les diz garros; des»quelles chosses je me tien á bien paié et les promets á ren»dre au Roy nostre sire ou on son commandement toute fois »que mestier será. Donné á Leure, sous mon seel, le 11e jour »de juillet l' an mil ccc triente et huit."

81. La pólvora siguió despues aplicándose en Francia á la guerra en el sitio de la plaza de Puy-Guillem en Perigord, hácia la frontera de Agenais en los meses de Marzo y de Abril de 1339, y sin embargo de no hacer mas que un año que esta clase de artillería se habia introducido en ella, ya en el mes de Setiembre de 1339 presentó Felipe de Valois en la plaza de Cambrai para su defensa contra Eduardo III, cinco cañones de hierro, cinco de metal, y la pólvora compuesta de los tres ingredientes salitre, azufre y carbon. Desde esta época se iba aumentando en Francia la fabricacion de la pólvora y cañones de hierro, y en 1345, no solo tiraban los cañones franceses balas de misto incendiario, sino que tambien los dotaban de tiros de balas de plomo. Y este proyectil usado ya por los ingleses en la batalla de Crecy, hizo grande destrozo en el ejército francés.

82. Despues de cuanto queda referido, y cuando parece que debe tomarse como origen de la pólvora el de las composiciones incendiarias, y mirarse tan solo este compuesto como desprendido de aquel tronco genealógico para perpetuarse mas que los de su tiempo, nos encontramos con que hay mas de uno que pretende la gloria de su invencion. Tenga esto el fundamento que se quiera, nosotros nos escudamos de la verdad de lo que vamos á manifestar, con no comentar ninguna de las razones que están á cada lado de las partes interesadas, y repetir lo que hemos leido en diversos autores que tocan este asunto, con aquel pulso y delicadeza que ecsige una materia tan poco justificable, en el momento que se trata de señalar *tan solo un punto determinado*, entre los de un cuerpo ó materia compuesto de infinitos de especie todos muy semejante. Segun esto diremos, que hay quienes créen que el inventor de la pólvora fue Alberto el Grande, que nació en 1193 y murió en 1280. Otros opinan que lo fue el inglés Rogerio Bacon llamado el enciclopedista del siglo XIII que nació en 1214 y murió en 1292, gozando la general opinion de haber pasado su

vida en el estudio de todos los conocimientos, sin ocuparse nunca de perfeccionar ni aumentar ninguno. Asi es que al paso que se crée que conoció á la pólvora en su composicion y en algunos de sus efectos, se le niega la gloria de haber sido su inventor. Tambien se dice, que refiere la tradicion mas antigua sobre el origen de la pólvora de cañon, que un alquimista llamado Berthold Schwartz, habia mezclado en un mortero salitre, azufre y carbon; que el mortero estaba tapado con una piedra, y que se introdujo casualmente una chispa que inflamó á la mezcla y despidió á la tapadera á considerable distancia.

No obstante un hecho de tanta significacion, nada se dice de las reflecsiones que sobre él hizo Schwartz, y tambien se le niega el derecho de invencion, asi como no el que fuese á este mismo al primero que se le ocurrió aumentar despues las dimensiones de la artillería que se usaba en su tiempo. El Franciscano Noël Taillepied opina que el inventor de la pólvora de cañon fue en 1384 *Juan Tilleri*; y que de *arte de Tilleri* se origina la palabra ARTILLERIA. Sea de todo esto lo que se quiera, nosotros no hemos encontrado todavia ningun documento en donde se justifique bien, en qué época ni qué hombre fué el que tocó esa línea divisoria que se concibe que hay entre las composiciones incendiarias de los primeros tiempos con el modo primero de usarlas, y el de haberse confeccionado la receta que hoy se llama pólvora y su aplicacion como tal en las armas de fuego. Tenemos sin embargo la seguridad de que haya sido uno y otro el objeto del estudio de hombres sábios, y vamos á manifestar la teoría que hoy se presenta con mas fundamento para determinar las dosis de su formacion, valuar su potencia, y fabricarla de modo que cumpliendo bien bajo este punto de vista, destruya lo menos posible á las piezas, sobre cuya naturaleza y construccion hablaremos despues.

Teoría de la composicion de la pólvora.

83. El uso esclusivo que en el dia se hace de la pólvora y con el cual las naciones sostienen el derecho de sus leyes y sus prerrogativas, no está en discordancia con las miras de humanidad que deben presidir á los siglos de civilizacion y de cultura. Y esto lo verá demostrado todo el que se tome el trabajo de comparar la prespectiva que ofrecian antiguamente los campos de batalla, y el aspecto que han presentado en los tiempos modernos aquellos en que se han resuelto cuestiones vitales que afectaban á la paz y bien estar del mundo. Y por hallarse cuanto queremos significar con esta idea al alcance de los que se dediquen á un estudio reflecsivo de la historia de las guerras, pasaremos desde luego á manifestar de qué modo se ha discurrido para llegar á poseer en su mayor potencia á un agente tan poderoso.

84. El salitre, el azufre y carbon, son los cuerpos que se reunen para la fabricacion del compuesto que lleva el nombre genérico de pólvora sin adjetivo ninguno; de consiguiente los principios elementales de ella son *oxígeno, ázoe, carbono, azufre y potasio,* todos cuerpos simples y de propiedades conocidas, ya cuando se los considera particularmente á cada uno, ya combinados en cuanto es posible, ya mediando temperatura ordinaria, ya la elevada. Este compuesto, es uno de los cuerpos cuyo conocimiento constituye mucha parte del saber de un oficial de artillería; y como cuerpo compuesto, que por la influencia del calor se transforma en otros de una fuerza espansiva que pone en movimiento móviles que están en reposo, ha dado entrada á diversas opiniones de hombres inteligentes, sobre las proporciones en que deben reunirse el salitre, el azufre y el carbon. Todos marchan bajo el principio de que *la mejor pólvora será aquella que en menos tiempo forme la mayor cantidad de cuerpos espansibles*; y la razon de que entonces la resultante es la mas potente las primeras lecciones de mecánica lo enseñan. Todos con-

vienen que los gases capaces de formarse con la reunion de los espresados principios, lo verificarán en el menor tiempo posible cuanto mas homogénea y proporcionalmente reunidos se encuentren los elementos del compuesto. La razon que apoya á este comun pensar es, que habrá mas simultancidad en la reaccion de las partes integrantes del compuesto, y á la vez y con independencia, si asi es posible decirlo ya que lo es concebirlo, se reunirán muchas cantidades de gases de la naturaleza que la inflamacion de la pólvora los dá, y crecerá casi instantáneamente un poder contra el cual las obras mas sólidas no tienen resistencia, y el valor del hombre es insuficiente. Acordes están todos en la propiedad del efecto, mas no sucede lo mismo en cuanto á los medios que deben reunirse para obtenerlo. No puede negarse, que el azoato de potasa es descomponible por el fuego, como está demostrado; y sépase que llega la disgregacion de sus principios, hasta el punto de presentarse libre el oxígeno de él, si entre el carbon y azufre auxiliados de la temperatura, forman los gases el compuesto de que muy pronto se hará mencion. La fuerza espansiva de los gases es pues la que crea ese prodigioso poder de la pólvora, que la naturaleza ha hecho conocer á los hombres, y que estos lo emplean para labrar su fortuna y su poder, á espensas del mas débil, ó de menos resolucion ó inteligencia. No es indiferente cambiar unos gases por otros, y por lo mismo no lo es sustituir con el azufre las faltas del carbon; y de esto pronto se tendrán ideas mas claras, y por ellas se verá demostrado patentemente, que es de absoluta necesidad el que los tres ingredientes que componen á la pólvora, estén en determinadas proporciones. Otros inconvenientes poderosísimos tiene el usar mas azufre que el necesario, y se espondrán en un parage que creemos mas oportuno; pero este cuerpo está, en cierta dosis, reconocido como necesario para la consistencia de los mismos granos de la pólvora, á la par que para las consecuencias que están anunciadas, y de ningun modo es bien remplazado por el carbon.

85. Si dicho está el servicio que en la inflamacion de la pólvora hace el azoato de potasa, la accion que ejercen los cuerpos que en ella se crean, no se ha manifestado: tampoco se ha demostrado que no son sustituibles recpírocamente el azufre y el carbon; y como sobre todo esto han estudiado los hombres para fijar las proporciones en que deben reunirse los ingredientes con los cuales se fabrica la pólvora, necesario se hace poner aqui algunos de los resultados que han merecido la preferencia, pues discurriendo por la variedad que debe haber habido en mirar una cuestion de tanto tiempo debatida, no puede nadie asegurar que han llegado á su noticia todas las investigaciones prácticas que ha habido desde el siglo XVI hasta el XIX.

La siguiente tabla, es copiada á la letra del tratado de artillería, que hace inmortal al Escmo. Sr. D. Tomas de Morla, cuya profesion es tan conocida, como su nombre europeamente respetado. Ella espresa las opiniones que hubo, antes que la imaginacion del hombre se pudiera ocupar de examinar químicamente la reaccion de los principios elementales del compuesto inflamado. Los que tienen la suerte de vivir en tiempos de mayores adelantos, verán, compárandolas con cuantos resultados salen de lo que á continuacion se espresa en el artículo de pólvora, que lejos de ser disparatada la opinion de los que no conocieron la senda de esta teoría tan praticable como lo está hoy dia, ellos han sido los que reconocieron las verdaderas proporciones, y á las que los sábios del siglo XIX conceden la supremacía. Podremos pues decir, que la imaginacion de los hombres desde el siglo XVI hasta el presente, ha recorrido una serie de tanteos buscando con incierto paso las proporciones en las cuales deben estar los ingredientes que crean á la pólvora, para que esta en su inflamacion surta el mayor efecto. De otro modo, despues de haber creido que las proporciones de 75 partes de salitre, 12,5 de azufre, y 12,5 de carbon no eran las convenientes, y haberlas en su consecuen-

cia variado, no se habrian vuelto á admitir en el siglo XVIII, cambiádolas por otras nuevas diferentes de las que primero la sustituyeron; y finalmente, despues de otras diversas opiniones, reconocer y demostrar hoy dia, que en cada 100 partes del compuesto, deben entrar 75 de azoato de potasa, 12,5 de azufre y 12,5 de carbon, segun el pensar que se ve espresado en la antigua obra de Julio César Firrufino.

TABLA

de las proporciones que en distintas épocas han guardado los componentes de la pólvora.

ÉPOCAS.	Números.	Salitre.	Azufre.	Carbon.
En el siglo XVI.....	1	75 p 100	$12^{1}/_{2}$	$12^{1}/_{2}$
Se ignora.....	2	75	13	13
1784.....	3	$76^{14}/_{51}$	$10^{46}/_{51}$	$12^{38}/_{51}$
	4	80	5	15
1795.....	5	75	$12^{1}/_{2}$	$12^{1}/_{2}$
	6	76	9	15
	7	77	6	17
	8	80	5	15
	9	77	9	14
	10	78	10	12
	11	65	20	15
	12	62	20	18
	13	75	10	15
	14	76	10	14
1797.....	15	$76^{12}/_{63}$	$10^{50}/_{63}$	$13^{1}/_{63}$
1800.....	16	80	5	15
	17	76	7	17
	18	76	8	16
	19	80	$2^{2}/_{3}$	$17^{1}/_{3}$
	20	79	0	21
	21	76	9	15
1802.....	22	78	9	13
1806.....	23	$75^{25}/_{73}$	$10^{70}/_{73}$	$13^{51}/_{73}$
	24	$77^{9}/_{73}$	$8^{16}/_{73}$	$15^{5}/_{73}$
1807.....	25	$76^{52}/_{73}$	$10^{20}/_{73}$	$13^{1}/_{73}$

86. La consecuencia inmediata despues de todo lo dicho, es abocarse de lleno, y con abstracion de otro empeño, en la demostracion de que las proporciones del salitre, azufre y carbon, están procsimamente en debida forma desde el siglo XVI. Con este objeto, las reflecsiones de la teoría recaerán sobre las cuatro diferentes clases de pólvora que están en uso en Francia, distinguiéndose entre sí el compuesto, con los nombres de pólvora *de guerra, de caza, de mina* y *del comercio.*

Las proporciones de los componentes de cada una de ellas son las de la siguiente tabla.

PÓLVORAS.	Salitre.	Azufre.	Carbon.	Total en partes.
De guerra.....	75,0	12,5	12,5	100
De mina.....	65	20	15	100
De caza.....	78	10	12	100
Del comercio.....	62	20	18	100

Si todos estos compuestos salen de su estado natural particular, para crear otros nuevos desde luego que como fuerza motriz se introduce en ellos el calor, no cabe la menor duda que el número de los últimos debe ser limitado, porque dependerá de los elementos suministrados por cada cuerpo para formar otros compuestos, que como todos los de la naturaleza tienen proporciones marcadas y definidas de componentes. Si en las reacciones de compuestos cuyos principios estan *combinados* sucede esto, no podrá menos de verificarse con mayor facilidad y razon, en aquellos que, en parte, solo se miran ligados por una simple *mezcla.* Sentado este principio y convencidos de las razones que lo crean, se deduce como consecuencia natural, que una sola es la relacion de los componentes que forman la mejor pólvora; y por lo mismo es un deber siguiendo

el camino de la teoría, el hacer las investigaciones que si precisamente no se detienen en el punto único que hay, igualando por el pronto otras mil circunstancias influyentes, á lo menos se aprocsime á él todo lo mas posible. La cuestion es de átomos, puesto que en estos se efetúan las combinaciones, y por lo mismo, las razones de los resultados que se espongan, no solo estarán en la teoría de las proporciones químicas, sino tambien en la tabla de la relacion que guardan entre sus principios los cuerpos compuestos.

87. El azoato de potasa (salitre), es igual segun su fórmula, KO,Az^2O^5 ; á seis átomos de oxígeno, dos de ázoe y uno de potasio. Por la sola accion del fuego, el ácido y el radical de esta sal se separan, y si en aquel momento se hallan el carbon y el azufre en disposicion de obrar con ellos, el carbon descompone totalmente al primero en oxígeno y ázoe, y el azufre no puede por sí solo hacer lo mismo con el segundo, porque siendo el potasio metal de la primera seccion, su protocsido es irreductible por el fuego aunque intervenga la influencia de un cuerpo que tenga con el oxígeno mucha afinidad. En este concepto, si sucede que ademas del carbon necesario para la saturacion de él con el oxígeno procedente de la descomposicion arriba espresada, queda todavia cantidad de él que pueda á su vez obrar contra la potasa; esta se descompone en virtud de las afinidades que ecsisten respectivamente entre el carbon y el oxígeno; el azufre y el potasio. Resulta pues finalmente, que el salitre es descompuesto en su totalidad, y que hay creacion de nuevos cuerpos compuestos. Veamos pues de qué naturaleza son, y si cumplen bien al objeto de la pólvora. El carbon y el oxígeno pueden dar lugar á los gases óxido de carbono y ácido carbónico, de los cuales el segundo tiene mayor fuerza elástica que el primero. El azufre puede obrar de dos modos en el caso presente; pues ó tomará el oxígeno de aquella cantidad del ácido azóico y de la potasa que quedasen sin descomponer por falta de la accion del carbon,

ó si esto no sucede, y sí que la cantidad del último sea la suficiente para neutralizar á todo el oxígeno de la sal, entonces el azufre se unirá con el potasio dando lugar al súlfuro de este radical cuerpo sólido por naturaleza.

En el primer caso resulta, que ademas de emplearse mucha cantidad de salitre que es el componente que cuesta mas, se forman el ácido sulfuroso y el ácido sulfúrico; que el primero no sustituye bien al ácido carbónico, y el segundo se combina con la potasa, que ahora no ha podido descomponerse, y forma el resíduo de sulfato de esta base. Debe, pues, aspirarse á que se cumplan las condiciones del segundo caso, ya por el aumento que se logra de ácido carbónico, ya porque se priva de todo punto la formacion del sulfúrico, que es á lo que debe aspirarse, sin que para descuidar esto se tenga en consideracion la salvaguardia que con la potasa tiene el metal de las armas.

88. De todas estas consideraciones resulta, que para que una pólvora cumpla bien con cuantas circunstancias se le ecsigen en el fenómeno de su inflamacion, es preciso que sus componentes guarden una determinada relacion; y á fijarla se dirige el siguiente raciocinio.

La fórmula atómica del ácido carbónico es $CO.^2$
La del súlfuro de potasio es KS.

Y habiéndose dicho ya que la del azoato de potasa es $KO, Az^2 O^5$; se deduce, que para que cada átomo de esta sal produzca la mayor cantidad posible del primero, sin que despues de formado el súlfuro de potasio correspondiente quede azufre libre, es necesario unirle tres átomos de carbono y uno de azufre; y en este caso sucederá, que en el acto de la combustion de la pólvora, sus principios elementales obrarán segun puede verse en el siguiente cálculo.

$$\left.\begin{array}{l}\text{Pólvora. .}\\ \text{Fuego. . .}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{c}KO,\ Az^2\ O^5 + S + 3C\\ Fuego\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}KO + Az^2\ O^5 +\\ +S + 3C\end{array}\right\} =$$

$$= \left\{\begin{array}{l}K + O + Az^2 + O^5\\ +S + 3C\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}K + 6O + 2Az +\\ +S + 3C\end{array}\right\} \begin{array}{l}3CO^2 + 2Az\\ +KS\end{array}$$

Para determinar en peso las proporciones de los componentes en cada 100 partes, granos por ejemplo, representaremos por p el peso atómico del azoato de potasa, por p' el del carbono, por p'' el del azufre, por x, v, y z lo que corresponde en peso de cada uno de estos ingredientes á las espresadas 100 partes; y se tendrán las tres ecuaciones que siguen.

$$x(p + 3p' + p'') = 100p$$
$$v(p + 3p' + p'') = 300p'$$
$$z(p + 3p' + p'') = 100p''$$

No podemos pasar á la resolucion de estas ecuaciones, mientras no se nos dén conocidos p, p' y p''. Con respecto al segundo y al tercero, sus valores determinados practicamente y con referencia al peso atómico del oxígeno, son respectivamente 76,438; y 201,165; y el de p se determina por el raciocinio que es consiguiente á la fórmula de su composicion KO, $Az^2\ O^5$: porque sustituyendo en ella por cada componente sus pesos atómicos, dando á los esponentes la consideracion que tienen, saldrá que $p = KO,\ Az^2\ O^5 = 1266,952$. Resultado correspondiente á ser $O = 100$; $K = 489,916$ y $Az = 88,518$.

Sustituyendo en las ecuaciones estos valores y resolviéndolas resulta,

$$\left.\begin{array}{l}x = 74,639 \text{ de azoato de potasa.}\\ v = 13,509 \text{ de carbono.}\\ z = 11,852 \text{ de azufre.}\end{array}\right\} = 100 \text{ de la mezcla; que}$$

en productos gaseosos de la reaccion completa, dá 1006,380;

resultado de ser 276,438 el peso atómico del ácido carbónico, y 88,518 el del ázoe: quedando el resíduo sólido de súlfuro de potasio, cuyo peso atómico es 691,081.

89. A la vista de estos resultados, ningun comentario haremos acerca del acierto de los que en el siglo XVI fijaron para la pólvora las proporciones de 75 partes de salitre, 12½ de azufre y 12½ de carbon, cuando ni conocian algunos de sus principios elementales, ni menos el modo con que obraban reciprocamente en el acto de quemarse aquella. Todo cuanto pudiera decirse, tendria menos significacion que la que de sí arrojan las consideraciones espresadas, y el que en el dia se miren como de las proporciones mas á propósito (*) para alcanzar de la pólvora una potencia con la cual se concilien tambien las cargas con los calibres y las longitudes de las piezas para obtener de ellas efecto y duracion.

Nosotros sin embargo debemos entrar en algunas consideraciones, antes de que llegue el caso de que se nos arguya. 1.° Con los resultados de la teoría y esta misma receta acabada de manifestar que recuerda los dias de Cesar Firrufino. 2.° Con la poca conformidad que se advierte en las proporciones de los componentes que por otra parte constituyen buenas pólvoras.

90. Si fuera posible que el carbon, el azufre y el salitre se obtuvieran en toda su pureza, tan solo lucharíamos con los medios de trituracion de presion, de compresion &c. para conseguir una completa homogeneidad y proporcion en el compuesto y tan solo tambien serian admisibles las dosis del siglo XVI, por la dificultad de llevar el trabajo mecánico á tal grado de perfeccion, que únicamente debiéramos atenernos á los resultados de la teoría. Pero lejos de suceder asi, al salitre le acompaña el cloruro de sodio; al azufre cuando no algo de sílice muy dividi-

(*) Las que se usan en Prusia se aprocsiman mas á la teoría, y son pólvoras muy celebradas, y en la segunda tabla del (90) se manifiestan.

da ú otro cualquiera óxido metálico, y aun sulfato ó súlfuro que no sea el de arsénico, este último, si se halla en el mineral, es muy dificil separarlo; al carbon que está generalmente acompañado de una parte de hidrógeno, se le asocian ademas cierta cantidad de sales alcalinas constituyendo las cenizas que son el resíduo de su combustion, y mucho ácido úlmico. Al primero únicamente se consigue desalojarlo por la accion de un calor intenso cuyas consecuencias afectan á su combustibilidad y su importante influencia jamás se debe desatender como despues manifestaremos. De las segundas nunca queda bien depurado, y el tercero si bien se compone en cada cien partes, de 57,64 de carbono, 4,70 de hidrógeno y 37,56 de oxígeno, que pueden obrar en sentido favorable por la naturaleza de los gases á que sus componentes acaso dén lugar, siempre contribuyen á error desde luego que por solo el peso se determina la cantidad de carbon que debe entrar en la fabricacion de la pólvora. De todo esto resulta la diversidad de pareceres acerca de las proporciones en que deben entrar el salitre, el azufre y el carbon, y que solo teniendo presente los resultados de la teoría para aprocsimarse lo mas posible á ellas, haya diferentes dosis reconocidas cada una en su pais como la mejor, debiendo advertir ademas, que las diferencias que aun en esto ecsisten y que creemos que son hijas de los diferentes resultados obtenidos por repetidas esperiencias, dimanan en mucha parte de la diferente procedencia de los carbones, cuyo artículo no puede tener el mismo origen en todas partes.

Sucede ademas, que para que la reaccion de los componentes de la pólvora sea lo mas completa posible, y por consiguiente su inflamacion origine el mayor número de gases en el menor tiempo dable, se hace preciso que dicha pólvora reciba de repente y no por grados succesivos los 300,° de calor marcados en el termómetro centígrado. De lo contrario, habria lugar á la volatizacion de tanta mas cantidad de azufre, cuanto siendo menor la presion, mas lenta fuera la ley crecente

del calórico aplicado. De este modo se esplica el que en el vacío no se verifique el fenómeno de la inflamacion.

En consecuencia de todo resulta, que los productos de la inflamacion son muy variables, y que dependen de las circunstancias que concurran en el acto. Tanto por causas diferentes de las ordinarias é irremediables á veces, como por la imperfeccion de los aparatos en donde se han tratado de recoger y analizar los productos resultantes, no debe estrañarse que haya sido un problema cuya resolucion ha presentado tan distintos valores, ya con respecto á las reacciones que se obran entre los componentes de la pólvora, ya sobre la temperatura que se desenvuelve durante el fenómeno, ya sobre las cantidades de gases, de vapores y de productos sólidos. Los productos gaseosos que generalmente se recogen de la combustion de la pólvora son, el ázoe y el ácido carbónico; algunas veces el óxido de carbono, y un poco de hidrógeno sulfurado y de hidrógeno carbonado. Los sólidos son el súlfuro de potasio, el sulfato de potasa, el sub-carbonato de potasa mezclado con un poco de carbon y azufre libre. Estos cuerpos que se presentan sólidos despues de la detonacion, se crée que han sido volatizados en gran parte en el primer momento, en razon á la alta temperatura que en él se desarrolla; y que despues que disminuye la cantidad de calórico y esperimentan la influencia de cuerpos inmediatos mas frios, pasan al estado sólido en que se les encuentra. En apoyo de que es posible la espresada volatilidad, se presentan las esperiencias de Rumford, ademas de ser sabido que el azufre se volatiza á menor temperatura que la necesaria para la inflamacion, y que segun Berzelius, tambien lo hace sin descomponerse el súlfuro de potasio.

Mr. Chevreul, quemó dentro de un tubo pequeño de cobre pólvora de guerra pulverizada, y habiendo recogido los gases por medio del mercurio, encontró para cada cien partes en volumen,

45,45.....de ácido carbónico.
37,53.....de ázoe.
8,10.....de gas azooso.
0,59.....de hidrógeno sulfurado.
3,50.....de hidrógeno carbonado.
4,87.....de óxido de carbono.

Sin embargo de suceder que generalmente estos productos de una combustion lenta, no coinciden con los de la rápida que tiene lugar en las armas de fuego, siempre se verifica que en ambos se encuentra el azufre, el hidrógeno y el vapor del agua.

Despues de lo espuesto, no se estrañará que esté en uso la siguiente tabla que manifiesta las dosis que reconocen mejor cada una de las naciones que en la misma se espresan.

Paises.	Salitre.	Carbon.	Azufre.	Observaciones.
Inglaterra.....	0,750...	0,150...	0,100	
Austria.....	0,700...	0,170...	0,160	
Prusia.....	0,750...	0,135...	0,115	Esta se aprocsima mas á la teoría.
Rusia.....	0,750...	0,150...	0,100	
Bélgica y Holanda..	0,750	Indeterminada.	Indeterminada.	

En Francia no obstante de lo dicho en el (86), se han usado las siguientes:

Designacion de la pólvora.	Salitre.	Carbon.	Azufre.
Pólvora de Basilea (Bâle).....	0,7600....	0,1400....	0,1000
» de Grenelle.....	0,7600....	0,1200....	0,1200
» de Guyton.....	0,7600....	0,1500....	0,0900
» de Riffault.....	0,775	0,150	0,075
» de Bouchet.....	0,770	0,135	0,095
» ».....	0,7732....	0,1344....	0,0924

Se dice que la primera de estas dosis es la de mayor potencia, pero que sus granos no tienen la duracion necesaria, y se atribuye á la poca cantidad de azufre.

91. Volviendo á las consideraciones que reclaman las dosis de 75 partes de salitre, $12^1/_2$ de azufre y $12^1/_2$ de carbon, y haciendo la debida comparacion con los resultados que dá el cálculo, no podemos menos de confesar que la primera debia modificarse, desde luego que fuera dable conseguir pureza, y homogeneidad en las partes y en el todo; pues que de no hacerse asi, sobra azufre por dos lados: el uno porque se mezcla mas cantidad que la que dá el cálculo; y el otro, porque siendo menor que la necesaria la del carbon empleado, queda potasa sin reducir, y por consiguiente libre el azufre que de otro modo se hubiera combinado con él. Partiendo del principio de que la pólvora de mina se compone de un átomo de azoato de potasa, dos de azufre y nueve de carbon, no cabe la menor duda en admitir que los productos de su inflamacion son, un átomo de bi-súlfuro de potasio, dos de ázoe, seis de óxido de carbono y tres de ácido carbónico. El cálculo dá, que para que todo esto se verifique en completa neutralizacion, las partes de salitre sean 63,3; 20,0 las de azufre, y 16,7 de carbon. De consiguiente se vé, que tambien en este caso se separan muy poco las proporciones del cálculo, de las de la práctica. Esta clase de pólvora es la que suministra mas numero de gases, como puede deducirse del ecsámen de los producidos por la de guerra, y los de las demas que á continuacion siguen; y en ella es muy notable, que eleva menos su temperatura en el acto de la combustion, presumiéndose ademas que debe quedar bastante azufre libre para obrar contra las paredes metálicas de las armas de fuego.

Los escesos de azufre en la pólvora, son siempre muy perjudiciales para las armas metálicas en donde se quema, pues está ya demostrado, que azufre, metal y fuego en union, forman desde luego el súlfuro metálico; y como este compuesto es tanto mas fundible, cuanto menos lo es por sí solo el metal, y los que

sirven para la construccion de las armas de fuego, necesitan serlo á una temperatura muy elevada, resulta que el uso continuado de una pólvora con esceso de azufre, acaba con el tubo de bronce ó hierro dentro del cual se quema. Convencido de los grandes perjuicios que reporta el uso de las pólvoras en las cuales esté el azufre en esceso, jamás seremos de opinion de que se quemen en salvas, ni que con ellas se cargue la municion hueca, cuando asi deba almacenarse. En estas puede, acaso, ser la causa de esplosiones cuyo origen se ignora á veces, y cuyas consecuencias son siempre de gran cuantía. Es tan general la ecsistencia de la electricidad, es tan conductora la materia de las bombas y granadas, pueden ser tales los efectos del fluido si hay principio de formacion de súlfuro, ó elementos en libertad para su formacion..... que creemos que la recomposicion de una pólvora á la cual le falte salitre, reportará siempre mas ventajas á los intereses y al servicio, que no su consumo en las salvas, inutilizando unas piezas por cuya conservacion debe tenerse estremado celo, no solo por el costo y trabajo de su buena construccion, sino porque es á veces de las mas funestas consecuencias, llevarlas con poca vida á los combates. Despues de estas consideraciones, téngase presente que una pólvora mal construida porque la mezcla de sus ingredientes se haya descuidado y no esté hecha con la proporcionalidad que ecsige el fenómeno de su inflamacion, ofrece los mismos funestos resultados que la que tiene esceso de azufre; ademas de que los gases que se forman en la mezclada mal, son en menor cantidad que los que corresponden á la masa que se quema. Ataca á la parte metálica, porque como de no estar proporcional y homogeneamente mezclados sus ingredientes, es forzoso que en algunas partes haya mas azufre que el necesario; por esta resulta el mismo efecto que quemando pólvora con esceso de azufre, es decir súlfuro metálico. Y como si los componentes se sumaron en las necesarias proporciones, debe resultar que sobrando azufre en algunas partes del compuesto sea á espensas de faltar en otras, resultará evidentemente, que

en estas el carbon no ha podido apoderarse del oxígeno de parte de la potasa, y es menor la cantidad creada de ácido carbónico.

92. De lo dicho ya en las dos pólvoras de guerra y mina, puede inferirse aunque solo se reflecsione con bastante ligereza sobre las proporciones en las cuales entran los componentes de la pólvora de caza, que debe sobrar una cantidad de oxígeno, despues de convertido en ácido carbónico todo el carbon empleado, y en súlfuro de potasio todo el azufre. Ahora bien, como entre el ácido azóico y la potasa, es esta la última que abandona á su asociado, y el carbonato de potasa es uno de los que no se descomponen por el fuego, no hay dificultad en concebir que el nuevo ácido que origina la inflamacion, pueda unirse con la base no descompuesta en el acto de verificarse tal fenómeno, y que una de las reacciones que ejercen variadamente los cuerpos resultantes, origine el carbonato de potasa que al fin de ella resulta formado. Está dicho que aqui no hay azufre sobrante, de consiguiente, en este caso no resulta perjuicio á la poca masa metálica que hasta en su recámara tienen las escopetas, y como el fusil guarda semejanza con ellas, parece que en esta arma tambien debia quemarse de la misma pólvora. Sin embargo, atendiendo al objeto, y á que ademas de otras circunstancias que reunen las dosis de la pólvora de guerra, como vá á verse sin interrupcion, en ella es insignificante la cantidad de azufre que resulta libre, es de esta clase la que se quema en el fusil, tercerola, &c. del soldado.

Con respecto á la cuarta clase de pólvora que presenta la tabla del (86) bastan los corolarios que pueden salir de cuanto se ha dicho en las tres anteriores, para colocarla en la categoría que le corresponde: mas si asi no sucede, retrocédase á consideraciones sobre ella despues de las siguientes pruebas y reflecsiones, y no habrá dificultad ninguna en deducir la consecuencia de las propiedades que reune.

93. Manifestada con toda estension la teoría general de la conversion de la pólvora en principios gaseosos de naturaleza es-

pansible, creados en el menor tiempo dable y produciendo una elevacion grande en la temperatura, restanos esponer los ingeniosos esperimentos de M. Proust para demostrar prácticamente en la relacion que deben encontrarse el carbon y el azufre con respecto al salitre para entre los tres formar la pólvora de mas potencia.

Principió tomando por cantidad invariable al salitre, y mezclarle diversas porciones de carbon, pero cada una de ellas en determinada relacion con la cantidad constante; y como su objeto no se limitaba solo á observar la velocidad de la combustion, sino tambien, los resíduos que despues de ella dejaba cada suma, formó la siguiente tabla de los resultados que apreciaron su celo y conocimiento; y por ella, y las observaciones que la son de necesidad, dejó resuelta una parte de su cuestion.

Mezclas.		Duracion de la combustion en segundos.	Peso del resíduo.
Salitre..	1/8 de carbon de cañamiza	30	40
	1/7 de id	25	32
	1/6	10	12
	1/5	9	10
	1/4	7	10
	1/3	7	10
	1/2	40	»

Esta tabla, ecsaminada solo en el valor abstracto de sus dos columnas de resultados, dice claramente, que la relacion en que deben estar el salitre y el carbon, es en la de uno á 1/3; pero profundizando mas su conocimiento se ve, que los resíduos que solo valen como diez, contienen hipo-azoitos y car-

bon libre; que el de la mezcla de $^1/_7$ de carbon, consta, sino de este, de hipo-azoitos; que el de la de $^1/_8$ además de hipo-azoitos, contiene salitre nó descompuesto. De todo lo cual se deduce, que menos de un sesto de carbon, es una cantidad insuficiente para descomponer todo el salitre, y que mas del un sesto es demasiado fuerte; por consiguiente, que la de $^1/_6$ es la que mas conviene, porque si bien no es en este caso cuando la inflamacion resulta mas rápida, el tiempo necesario para ella disminuye con la adiccion del azufre, y de este modo sobresale sin ninguna contra, la ventaja de la total descomposicion de la base y ácido del azoato de potasa que es el objeto primero.

La siguiente tabla presenta con respecto al carbon de pino un ejemplo igual al de la anterior.

Mezclas.		Duracion de la combustion en segundos.
Salitre..	$^1/_8$	32
	$^1/_7$	20
	$^1/_6$	17
	$^1/_5$	10
	$^1/_4$	10
	$^1/_3$	9

Los resíduos están compuestos de carbonatos; y los cuatro últimos contienen carbon libre é hipo- azoito de potasa. El 2.° no contiene carbon, pero sí mucho hipo-azoito: el 1.° no solamente contiene gran cantidad del hipo-azoito de potasa, sino tambien azoato de la misma base; lo que prueba, que menos

de un sesto, la dosis del carbon es insuficiente, y mas es muy grande.

94. El mismo Proust, no contento con el lenguage claro y significativo del resultado de sus manipulaciones, pasó á poner en nuevo juicio á equivalentes proporciones de salitre y carbon, con la idea de no dar su confianza á los primeros resultados, sino cuando ya todas las pruebas contestasen de un mismo modo. La siguiente tabla espresa bien su camino, y las reflecsiones que la acompañan llevan el convencimiento, de que un sesto de carbon es el que con respecto á la cantidad del salitre, conviene emplear en la fabricacion de la pólvora.

Cantidad en granos de carbon, mezclada con 60 granos de salitre.	CANTIDAD EN PULGADAS CÚBICAS DE GASES PRODUCIDOS.				
	Bi-óxido de azoe.	Azoe.	Ácido carbónico.	Óxido de carbono é hidrógeno protocarbonado.	TOTAL.
8,5.....	11	17,5	34	0,0	62,5
10.....	14	24,5	38	0,0	76,5
12.....	14	24,5	34	4,0	76,5
15.....	14	24,5	30	8,0	76,5
20.....	12	24,5	30	20,0	86,5
30.....	12	24,5	30	20,0	86,5

En esta tabla no se nota ninguna contradiccion si se la compara respectivamente con las anteriores, pues se vé que la primera proporcion dá menor cantidad de gases que la segunda, á la cual no siempre igualarán ni escederán las demas;

pues debe observarse, que si la tercera y cuarta consiguen lo primero, y lo segundo las dos últimas, no es por el aumento del ácido carbónico, pues este compuesto que es el mas esencial, disminuye desde el momento que es un quinto del salitre el carbon que se le mezcla; sino que lo hace un sumando cuya concurrencia ni es constante en cantidad ni infalible en ecsistencia, como es forzoso que asi suceda, dependiendo uno y otro de la accion que el esceso de carbon ejerce sobre el agua de la mezcla, ó sobre el mismo ácido carbónico; circunstancias que indican ademas una combustion incompleta, temperatura menos elevada, y por consiguiente la fuerza espansiva con esta falta de motriz.

95. La tabla que sigue espresa resultados obtenidos por el mismo Proust, ecsaminando la mezcla con todos sus componentes, á fin de determinar la dosis de azufre que referente á la cantidad de salitre conviene mas al objeto propuesto en la mejor pólvora posible.

OBSERVACIONES.	Salitre, granos.	Carbon de cañamiza granos.	Azufre, granos.	Duracion de la combustion en segundos.	Pulgadas cúbicas de los gases producidos.
1.ª En estas tres series se han valuado los gases en menos cantidad que lo es la real, pues de esta ha desaparecido el bi-óxido de ázoe que se ha podido combinar con el oxígeno del aire de la campana, por cuya razon podrian añadirse 15 pulgadas cúbicas á cada resultado.	60	15	0	9	62
			4	7	76
			6	6,5	76
			8	6	76
			10	6	80
			12	7	84
			14	7	84
			16	8	82
2.ª En cada serie, las tres últimas dosis contienen un esceso de azufre que se volatiza durante la detonacion.	60	12	0	10	62
			4	7	66
			6	6,5	72
			8	6	76
			10	6	80
			12	6,5	82
			14	7	82
			16	7	82
			18	8	80
3.ª El resíduo de las tres primeras dosis de azufre, contiene sulfito é hiposulfito de potasa. En los otros se encuentra solo el súlfuro ó el polisúlfuro de potasio.	60	10	0	25	62
			2	11	00
			4	8	68
			6	6,5	70
			8	6	76
			10	6	76
			12	6,5	80
			14	7	82
			16	8	82
			18	8	82

Reflecsionando sobre esta tabla con presencia de las observaciones que contiene, se deducirá facilmente que tambien debe ser un sesto del salitre el azufre empleado en la fabricacion de la pólvora; y reuniendo resultados se deduce, que el menor tiempo posible, el resíduo mas puro, y á la par de esto la mayor cantidad posible de gases se obtienen á la vez mezclando íntimamente seis partes de salitre, una de azufre y otra de carbon. Véase, pues, confirmado en el sesto renglon de la tercera seccion de esta tabla, lo que en el (93) se anunció de que la adicion del azufre hacía que la inflamacion resultára acelerada comparativamente á otros casos que entonces tenian en este punto la ventaja.

96. Todas las esperiencias se han hecho con el carbon de cañamiza, porque está probado que si el vegetal no es indiferente para esta aplicacion, las proporciones del carbon con el salitre son independientes de la procedencia de él; y que siempre sucede, que sea cualquiera, la adicion del azufre, acelera la combustion y aumenta el volúmen que ocupan los gases producidos, como es fácil ver en lo que sigue:

DOSIS EN GRANOS. Salitre.	Carbon.	Azufre.	Segundos que dura la combustion.	Volúmen de la suma de gases.
60.....	15	»	9	76
	15	10	6	91
	12	»	10	76
	12	10	6	91
	10	»	25	76
	10	10	6	91
	$8^4/_7$	»	30	62
	$8^4/_7$	10	7	88

Esta tabla no contradice nada de cuanto sobre esta teoría se ha ido sentando como cierto; y solo resta la siguiente, que nacida de los resultados de quemar pólvora en igualdad de cantidades, prueba evidentemente, que los gases que se originan de la fabricada con seis partes de salitre, una de azufre y otra de carbon, son los que ocupan mayor volúmen; y por consiguiente, que es la que aunque se quemára en el mismo tiempo, tendria mas fuerza espansiva: pero que como esto no sucede asi, sino por el contrario, que es la que concluye su inflamacion completa en menos unidades de tiempo, hay una nueva razon para que su potencia sobrepuje en mucho á la de las otras.

Partes de pólvora.	Proporcion de componentes.			Volúmen de los gases que producen, valuados en pulgadas cúbicas.
	Salitre.	Azufre.	Carbon.	
100.	70	12	18	107
	73,3	12,2	14,6	100,0
	75	12,5	12,5	113
	76,2	12,8	11,0	112

97. En este estado, y cuando ya hemos hecho todas cuantas reflecsiones pueden conducir á determinar bien las proporciones en que deben entrar los principios constituyentes de una pólvora que sea capaz de producir la mayor cantidad posible de gases en el menor tiempo dable y con desprendimiento del mácsimo calor, nos resta una breve recopilacion sobre los puntos que deben tenerse siempre presentes para hacer la debida recomendacion del siguiente resúmen, que se origina

naturalmente de cuanto ya se ha dicho en el desenvolvimiento de la teoría á que dá lugar la reaccion mútua que se verifica entre el oxígeno y el carbono, el azufre y el potasio.

98. En toda pólvora en que se desée potencia, es necesario que el carbon se halle en cantidad suficiente para producir con el oxígeno que contiene el salitre, la mayor posible de ácido carbónico. Si entrase demasiado carbon, se incurriria en el inconveniente espresado en el (93).

99. Sujetando á la accion del fuego una mezcla nitro-carbonosa, se produce ácido carbónico ú óxido de carbono, segun las proporciones y potasa que, como ya se ha dicho (87), no es reductible por solo el carbon. De suerte que faltando á la pólvora el azufre, se pierden los efectos del oxígeno de la potasa, que no lo cede sino en cambio de combinarse atómicamente con el azufre, y todo por la influencia que ejerce en las descomposiciones el ser diferente la naturaleza de los cuerpos que se originan; pues de no creerlo asi, y ateniéndonos tan solo al estado eléctrico de los cuerpos simples, caeríamos en la contradiccion de que el potasio electro-positivo por sí mismo, abandonaba el oxígeno que es el mas electro negativo, por tomar al azufre que aunque de la misma naturaleza, no ocupa el primer lugar. Si esto fuera un curso de química, espondríamos en este momento la estensa y luminosa teoría de los cuerpos que obran como reductivos, en qué casos es mayor su poder, cuándo lo es menos y en cuáles se ven los hechos en oposicion con ciertos principios obedeciendo á otros; pero es solo una parte de aquella ciencia aplicada á uno de los ramos del artillero, que no puede dar un paso sin su auxilio, y volvemos á las consideraciones principiadas sobre el azufre, cuya falta orígina la disminucion del ácido carbónico, no tan solo porque se forma en menor cantidad, sino tambien porque parte del que se crea se combina con la potasa para dar lugar al carbonato, que es fijo, y por lo tanto amortiza la elasticidad que en estado libre tendria el ácido carbónico con él empleado, y

no solo se disminuye tambien por este lado la potencia de la pólvora, sino que por elevarse á menor número de grados la temperatura, el enrarecimiento de los cuerpos gaseosos es menos: y como la fuerza elástica disminuye en el mismo sentido que este, la potencia de la pólvora decrece cuando lo hace esta componente.

Es, pues, necesario el azufre en la pólvora en determinadas proporciones, para que en el acto de la inflamacion de esta se origine la mayor cantidad de gas ácido carbónico, quedando libre el ázoe, y formando el súlfuro de potasio. Y en estas reacciones de principios elementales se producirá tanto mas calor cuanto se verifiquen en menos tiempo; resultando por último, que el azufre considerando á la pólvora en el acto de la inflamacion, contribuye al incremento de los dos factores de accion en los gases, que son la densidad y la temperatura: y se puede decir con respecto á la conservacion en los almacenes y en los transportes, que influye dando mas consistencia al grano, é impidiendo, en parte, que el carbon absorba la humedad, y el azoato de potasa se disuelva.

100. Ha llegado uno de los casos en que nos vemos en la necesidad de suplicar á nuestros lectores, hagan la debida comparacion entre lo que acabamos de decir en la teoría de las reacciones electro-químicas que se desenvuelven en el acto de la combustion de la pólvora, y lo que sobre el mismo é interesante punto se dice en el artículo 1.° párrafos 202, 203 y 204 páginas 134, 135 y 136 del primer tomo del tratado de artillería del E. S. Don Tomas de Morla, cuya copia es la siguiente, y á la cual no precederá comentario ninguno de parte nuestra, para decir que son páginas que ya no encierran una verdad positiva, sino una creencia dispensable en tiempos en que las conjeturas, dimanadas solo de los efectos mas visibles, ocuparon el lugar que hoy pertenece de derecho á las consecuencias de los adelantos de la química.

"Desde la invencion de la pólvora se creyó que su fuerza

»consistia en el pronto desprendimiento del aire contenido en »ella; pero ignorando la naturaleza de los principios consti- »tutivos de este misto, los mas sábios químicos y filósofos de »la antigüedad no pudieron imaginarse la existencia de otro »aire que el comun que respiramos; y atribuian á la pólvora »la propiedad de contener dentro de sí una gran porcion de »este aire, el cual enrarecido con la combustion, juntamente »con el que se hallaba entre los granos ó intersticios de la »pólvora y el ánima ó hueco de la pieza, producia la esplo- »sion, y empuje del proyectil. Pero los nuevos descubrimien- »tos en la química neumática han demostrado que esta era »una de las causas acaso la mas pequeña de los efectos de la »pólvora, y analizando con la mayor exatitud el producto de »los fluidos aeriformes ó gases, desprendidos en su combustion, »se ha hallado que se componia de otros varios aires de natu- »raleza muy diversa del que respiramos."

"En efecto segun hemos indicado ya en el curso de este »artículo, el principio acidificante del salitre, que es el ácido »nítrico, se resuelve con facilidad en el acto de la combustion »de la pólvora en sus dos elementos oxígeno y ázoe, los que »pasando del estado concreto y diminuto en que se hallaban »al de gases, ocupan un lugar infinitamente mayor; y tiran- »do á ponerse en libertad y equilibrio impelen cualquier cuer- »po que se opone á ello. Pero no son estos los únicos gases »que concurren á este efecto: el carbon como se ha dicho con- »tiene dentro de sus poros porcion de hidrógeno concretado »el que tambien toma su estado aeriforme: el mismo ingredien- »te por mas seco que parezca, tiene tambien algo de humedad »que convirtiéndose parte en vapores y parte en sus dos prin- »cipios hidrógeno y oxígeno aumentan tambien la cantidad de »gases: igual efecto produce tambien la humedad de la pól- »vora y de la pieza en que se hace la combustion; y finalmen- »te el aire atmosférico contenido dentro de la carga y dilata- »do mucho con el calor."

"Para pasar el oxígeno, ázoe é hidrógeno del estado con»creto en que se hallan en la pólvora al de gases, necesitan una »porcion de calórico, el cual se halla tambien en dicho misto »en el estado de fuego latente. En efecto el oxígeno tiene tan »grande afinidad con el calórico, que lo abandona con suma »dificultad, y asi en el salitre, y mucho mas en el muriato »oxigenado de potasa, está el oxígeno hasta cierto punto en »el estado de gas oxígeno, pero condensado y reducido á un »volúmen el mas pequeño que puede ocupar; y como el ca»lórico se dirige continuamente á reducir al oxígeno al estado »de gas, basta la menor fuerza para desprenderle de sus com»binaciones, y para tomar el estado de gas, en un instante casi »indivisible. A este tránsito repentino del estado concreto al »estado aeriforme, es á lo que se le ha dado el nombre de de»tonacion, á causa de que realmente va acompañado de ruido »y de estrépito, con llama y calor. El calórico, pues, puesto »en libertad, no solamente sirve para dilatar los gases que se «desprenden en el primer momento de la inflamacion de la pól»vora, sino que hay un sobrante que concurre tambien por »su parte á la potencia deste misto, porque aunque pasa li»bremente al través de los poros de todos los cuerpos, solo »puede ejecutarlo sucesivamente y en cierto y determinado »tiempo; y cuando se desprende repentinamente una gran »cantidad de él, obra en todos sentidos al modo de los demas »fluidos elásticos, llevándose consigo todo lo que se oponga á »su paso. Esto es lo que se verifica cuando se inflama la pól»vora en un cañon pues aunque por sus poros penetra parte »del calórico, y en efecto lo pone sensiblemente caliente, se »desprende tanto á un mismo tiempo, que no hallando bastan»te salida por dichos poros, hace un esfuerzo en todas di»recciones y es el que impele la bala y hace retroceder al »cañon."

101. El respeto que nos merece el nombre de nuestro antiguo é ilustre maestro, no nos permite trasladar á este pa-

pel otros párrafos cuyas ideas, como todas las cosas, tuvieron su dia nada conforme con el de hoy; y sea dicho esto como de paso, *porque no es nuestro objeto tratar de eclipsar una reputacion que no podriamos obscurecer, ni dar el ejemplo de ingratitud al que nos hizo artilleros, á la par que trabajamos porque el cuerpo camine al nivel de los últimos adelantos.*

Teoría de la combustion y de la inflamacion de la Pólvora.

102. Despues de tratada la pólvora en cuanto corresponde á la relacion que deben guardar entre sí sus principios constituyentes, pasemos á ecsaminar las causas que por otro lado influyen en su potencia, porque hagan mas ó menos simultánea la formacion del total de los gases en número y en cantidad.

103. Dos son las causas, combustion ó inflamacion, que ademas de la buena proporcionalidad de que tanto hemos hablado, contribuyen al aumento de potencia en la pólvora; y aunque parecen confundirse en una, sólo puede concederseles la dependencia precisa que entre sí tienen para crear el efecto que caracteriza á la espresada potencia.

104. Por combustion entendemos, aquel acto por el cual la accion del fuego aplicado á la pólvora é interesado con el carbon de ella antes que con los demas asociados, pone en completa libertad y con la debida intervencion del azufre á todo el oxígeno del azoato de potasa y se verifican las respectivas combinaciones que tenemos espresadas. En este acto, hemos dicho tambien que se desprende cantidad variable de calórico, y aguardábamos esta oportunidad para manifestar, que su influencia se ejerce enrareciendo á los cuerpos gaseosos creados en la reaccion, dotándolos de esa espansibilidad que constituye su fuerza motriz, y que

caracteriza á la inflamacion. La combustion se verificará en tanto menos tiempo, cuanto en mas conveniente proporcion atómica obren, á su vez y en totalidad el azufre y el carbon sobre el salitre; porque solo en este caso la descomposicion atómica de la sal se verificará lo mas pronto posible, y solo tambien entonces se formarán simultaneamente las componentes de la resultante que se busca, y cuyo valor está en funciones del número y poder de las primeras. Segun esto, cuanto el carbon sea mas combustible, y la naturaleza de la pasta mas penetrable por la cantidad del calórico necesario, en tanto menos tiempo se quemará una carga determinada, como asi lo hacen ver los resultados de numerosas esperiencias, que han concluido por dar una solucion definitiva á las cuestiones sostenidas por mucho tiempo entre Benjamin Robins, Belidor, Arcy y otros, á cerca de si era instantánea ó progresiva la combustion de la pólvora.

105. Los efectos de la inflamacion se hacen notar instantaneamente, si se atiende tan solo á que el proyectil se pone en movimiento en el acto casi, que el fuego se interesa con la pólvora. Mas si se reflecsiona un momento sobre la definicion que hemos dado de la inflamacion, se verá que esta no puede ecsistir sin que la combustion, de naturaleza progresiva, se haya completado; y que asi como esta es de formacion atómica, aquella lo será tambien hasta en su mismo poder espansible, porque este depende del calórico que sucesivamente se desenvuelve con la marcha de la reaccion y combinacion atómica de los principios elementales. Hay á favor de la velocidad de la inflamacion, que desde el momento que se desprende calórico tiene ya cuerpos espansibles sobre quienes obra, como el ázoe que queda libre y la primera cantidad de ácido carbónico que se forma en la combustion, la cual tambien por el aumento de temperatura acelera la descomposicion y las nuevas combinaciones, y contribuye con la prontitud que es fácil de concebir á que en un tiempo corto y sin completarse la combustion de las cargas, el proyectil se ponga en movimiento, efecto que se vé y que contribuye á la

dificultad que la imaginacion encuentra en dividir el tiempo transcurrido entre la ecsistencia de las causas y del efecto.

106. De cuanto queda manifestado se deduce: 1.° que la combustion y la inflamacion de la pólvora son progresivas: 2.° que si hay diferencia de velocidad en la marcha que llevan en sus funciones peculiares, la de la primera es mas lenta que la la de la segunda: 3.° que los medios que se empléen en la fabricacion, deberán contribuir mucho á que disminuya el tiempo necesario para obtener de aquellas el mayor efecto posible, que es el norte que toman desde este momento las consideraciones; pero en las cuales partiremos siempre del supuesto que la mezcla es proporcionalmente atómica no solo porque la teoría nos demuestra su indispensabilidad, y nosotros la consideramos de la primera y mas atendible influencia, sino para que el raciocinio se apoye en un dato fijo que contribuya á hacer determinadas las cuestiones; lo que no se conseguiria ecsistiendo la facultad de variarlo todo, que equivaldria á admitir en todos sentidos las compensaciones, y á formular con datos desiguales espresiones del mismo valor, pero con la contra poderosa de no poder establecer reglas fijas en la práctica, ó llámese fabricacion del misto.

107. La pólvora debe usarse en grano en las cargas y no en masa, porque de presentarse á la accion del fuego en el primer estado, este se interesa mas pronto con aquellas y se favorece asi á la velocidad de la combustion, y por consecuencia á la de su inflamacion. De aqui resultan las diferentes magnitudes de los diámetros de los granos, y que guarden una razon directa con las cantidades de las cargas. Ejemplos citaremos de pólvoras á quienes será necesario mezclar granos de diferentes gruesos para disminuir su fuerza, y hacerlas de efecto menos destructor en las paredes de las ánimas de las armas. De aqui se deduce tambien, si como es necesario se atiende á la cantidad de materia que debe obrar contra proyectiles determinados, el que la pólvora de fusil sea mas me-

nuda que la de cañon, si por otra parte se tiene presente que la velocidad de la combustion y por consecuencia la de su dependiente, está en razon inversa de la longitud de las cargas. Este dato asi como otros que con él influyen en la velocidad de la combustion, son tanto mas atendibles cuanto son mayores las cargas; pues en las muy pequeñas, siempre se verifica que la rapidez de aquella puede tomarse como instantánea, si se cumple en todas las pólvoras la circunstancia de que sus componentes están debida y proporcionalmente mezclados.

108. La figura del grano modifica tambien el espacio y comunicacion de los intersticios que entre sí dejan en su contacto y que son el camino de comunicacion de la llama cuyo calor interviene para la combustion en el sentido favorable que hemos dicho en el cuerpo de otras consideraciones todavia mas generales, y en las cuales se fundaron los de la mezcla que acabamos de manifestar de granos de diferentes gruesos.

109. La densidad mas ó menos grande de la masa, concentrará á la combustion en un espacio mayor ó menor, é influirá por consecuencia no solo en la menor ó mayor densidad de los gases nacientes, sino en la pérdida del calórico que absorben las paredes de la parte del ánima de la pieza que ocupa la carga. Si no hubiera mas observaciones que hacer sobre esto, desde luego deberia determinarse que la pólvora se fabricára de modo que la densidad del grano fuera la mayor acsequible; pero como á proporcion que este cierra y disminuye el número de sus poros, su combustion, se aprocsima á no tener otra marcha que la concéntrica de la superficie al centro, porque se han obstruido todos los pasos que en los granos porosos tiene la llama para interesarse con mas cantidad y en todos sentidos con la materia combustible, se sigue retraso en la combustion, falta de produccion de mucho calor en un tiempo determinado y oportuno, y por consecuencia de todo, disminuida la fuerza motriz, y con ella la velocidad inicial de los proyectiles. Hay todavia mas en favor de la poro-

sidad del grano, y es el aumento de su superficie y con él el del primer término de esa progresion que se quiere concebir que ecsiste determinando la velocidad de la combustion de la carga, y en la cual la influencia de aquel se nota en toda su marcha. Asi que, uniendo estas poderosas razones, á las tan bien atendibles y dadas cuando esclusivamente se espusieron las ventajas de la densidad, se saca por resultado final, que la porosidad del grano de la pólvora debe ser tal que concilie todos los estremos; pues que jamás traerá ventajas atender á los unos, despreciando en totalidad las contras de los otros. Estas consideraciones, y las esperiencias que son consiguientes y de las cuales se hablará, entre otras cosas, en capítulo aparte para no interrumpir aqui el natural curso de la teoría que nos ocupa, son las que han debido fijar como conveniente para los efectos que se buscan en la pólvora, la densidad de 1,85 á 1,90; no debiendo llegar nunca á la de 2,00 y ni bajar de 1,80: pues aunque algunas pólvoras de menos densidad que la marcada por este último límite han dado buenos resultados en las pruebas del morterete, estos no han guardado la misma consecuencia quemándolas en las piezas de ánima larga. Sobre esta divergencia diremos tambien lo necesario en su respectivo lugar.

110. Refiriéndonos esclusivamente ahora á la influencia que en la rapidez de la combustion ejerce la figura del grano, diremos partiendo del supuesto de haberse por otra parte elegido lo mejor de los puntos ya tratados, que el acto de la combustion será tanto mas veloz cuanto sea mayor la facultad conductriz de la pólvora; y en este caso, no cabe la menor duda que la angulosa ó prismática llevará ventajas á la redonda ó esférica por la facultad reconocida en las aristas y en las puntas de absorber y emitir el calórico con mas facilidad que las superficies; pero hay en favor de los granos redondos el mayor espacio de comunicacion que le queda á la llama para interesarse con mas parte de la carga en un tiempo dado, y por lo

tanto, el retardo de las superficies en trasmitir el calórico por capas sucesivas, está compensado con el efecto que produce la mayor invasion de la llama en la masa de las cargas de granos esféricos que la que tiene lugar en la de granos prismáticos, cuya coincidencia á veces ecsacta, de superficies, obstruye el paso de aquella, retarda por este lado la inflamacion y disminuye sus naturales efectos.

111. Las superficies de la pólvora graneada y la densidad de su masa, son, á igualdad de magnitud en los granos, mas considerables en los angulosos que en los redondos; y á estas dos cualidades á favor de los primeros, y que como hemos visto tan ventajosamente intervienen en el efecto de la fuerza motriz, hay que sumar por propender al mismo fin, la de que quebrándose la llama en las aristas y ángulos salientes, se circunscribe á toda la superficie del grano, y obra en sentido contrario que lo hace esta misma llama al interesarse con la superficie de los granos redondos, por la cual es en algun tanto rechazada y disminuidos por consecuencia sus efectos. Y si en virtud de la influencia que á favor de la rapidez de la combustion tiene el aumento de superficie, se quisiera decir que las contras que, por lo últimamente espuesto, están al lado de los granos redondos podrian *mas que compensarse*, haciendo á estos tan pequeños que su valor superficial sobrepujase al de los granos angulosos de mayor diámetro, aun queda sin contestar el diferente modo con que reciben á la llama unos y otros, y se origina ademas la pregunta de si el aumento de superficie en los granos redondos por la disminucion del grueso, hacen *mas que compensar* los efectos contrarios que se originan de disminuir por este medio la libre y rápida circulacion de la llama al través de la carga, de cuyas ventajas nos hemos ocupado ya, y si nunca podrá suceder que tales intersticios *sean mayores, ni tanto ó mas libres* en los granos angulosos, cuando como en el caso presente nos hemos separado de la igualdad de gruesos. Mientras no se conteste de un modo convincente á to-

dos estos puntos, nosotros no concederemos *en absoluto*, mas ventajas á los granos esféricos sobre los angulosos, que su mas fácil conservacion; porque careciendo de ángulos y aristas se rompen con mas dificultad, y ceden menos á la influencia de la humedad atmosférica.

112. Los resultados de pavonar los granos son: 1.° limpiar y hacer tersa su superficie: 2.° destruir sus ángulos y aristas y por consiguiente redondearlos. Del primero sale la consecuencia conforme con las ideas ya emitidas, de que si bien á la llama le queda mas franco el paso al través de los granos limpios, los poros naturales de estos han sido obstruidos por el polvo originado en la operacion, y el grano no solo resulta menos penetrable por la llama, sino que su misma superficie la rechaza mas que antes porque carece de la escabrosidad que ha perdido. El corolario que es consiguiente al segundo resultado, pesará mas ó menos en la balanza de la eleccion, segun sea el convencimiento que tenga en la cuestion de la figura del grano, el que deba decidir sobre pabonarlos ó nó. Nosotros en el asunto presente nos limitaremos á esponer lo que con referencia á él puede leerse en la obra escrita por el Coronel de Artillería M. C. Timmerhans, que es asi.

"Cuando la cantidad de pólvora es poco considerable, y »que por consecuencia la llama se trasmite con facilidad á to»da la masa, la pólvora pavonada debe ser necesariamente »mucho menos viva que la que no lo está. Pero cuando la car»ga es fuerte, la rápida penetracion de los gases al través de »la masa en el momento que esta está toda quemada antes del »desalojamiento de la resistencia, puede abreviar la duracion »total de la combustion, y encerrar á esta en un espacio menor »que aquel, en el cual se acaba la combustion de la pólvora »no pabonada."

"En la probeta, la pólvora pavonada tiene una desventaja »marcada. Meyer cita una esperiencia, (Artillería Technik, to»mo I, página 215) con dos pólvoras de las mismas dosis y ma-

»nipulacion, la una pabonada y la otra nó, que dieron por al»cances en el mortero de prueba, la primera 75 (aunes) y la »segunda 98. En los cañones por el contrario, y sobre todo en »los de grueso calibre, las pólvoras pabonadas tienen constan»temente la ventaja."

113. Aqui se ha presentado un caso en el cual se nota la influencia que en la velocidad de la combustion tiene la cantidad de la carga; y como es dificil establecer una tabla de resultados correspondientes á las diversas combinaciones entre las causas favorables y contrarias al hecho que nos ocupa, tan solo diremos en conformidad con los autores que hemos consultado, y acordes con cuanto de sí arrojan esperiencias que mas adelante manifestaremos tambien, que la cantidad de la carga es á veces la compensadora de otros defectos que posée la pólvora para alcanzar rapidez en la combustion, acto en el cual é igualando todas las demas circunstancias, los gases reciben tanto mas calor para su enrarecimiento, cuanto las espresadas cargas son mayores, porque en este sentido crece igualmente la velocidad con que se ponen en juego las reacciones ya espresadas.

114. La circunstancia de ser de naturaleza progresiva la marcha que lleva la combustion total de cualquier cantidad de pólvora, y que resulta por primera consecuencia, el aumento tambien progresivo del calórico libre que en ella se desprende, hace que en nuestra opinion esté en un todo conforme con la de M. C. Timmerhans, acerca de la influencia que en el espresado acto de la combustion ejercen. 1.° El punto de aplicacion del fuego. 2.° La naturaleza del cuerpo que lo comunica. 3.° El grado de resistencia que opone el objeto que debe ser desalojado.

115. Cuanto mas concéntrico á la carga se encuentre el punto de aplicacion del fuego, mas se igualarán las distancias que tienen que recorrer los primeros rayos caloríficos, de los cuales ningunos se perderán como sucederia si dicho pun-

to estubiera entre la carga y las paredes del tubo en donde se hallase contenida; y por lo tanto, este punto concéntrico que reune la espresada ventaja, admite como consecuencia legítima de ella, el que tambien crece la rapidez de la combustion segun la ley que corresponde á los términos de una progresion ó llámese serie crecente de diferencias variables, formada de la suma de todas las que originan los rayos caloríficos dimanados del primer grano quemado, y cuya naturaleza mas ó menos combustible, añade ó quita tambien de velocidad á la combustion del todo, por ser mas ó menos intenso el calor libre que se desprende desde el primer momento, y que tan ligado se encuentra con el último. Si á esto añadimos para comunicar el fuego, un cuerpo de llama veloz é intensa, su invasion entre los granos de la carga avanzando mucho terreno en poco tiempo, originará efectos tan poderosos como pueden concebirse sin embargo de no ser fáciles de sujetar á los resultados ecsactos de una fórmula matemática, y mucho menos, si á estas dos circunstancias les damos aplicacion para arrancar de su reposo á un cuerpo bastante pesado ó por cualquiera otra circunstancia muy resistente, en cuyo caso la combustion tiene reconcentrado en poco espacio todo el calor, este está por otra parte lo menos disminuido posible por la absorcion de los cuerpos circunstantes y de que ya hablaremos, por consiguiente su efecto útil es el mayor posible.

116. Lejos de nosotros toda presuncion de suficiencia para manifestar mejor que Timmerhans las aplicaciones particulares, que se originan inmediatamente de nuestros últimos raciocinios, esponemos á continuacion las debidas á quien con tanta maestría ha sabido hacerlo con referencia á la Artillería.

"Cuando una cantidad de pólvora está encerrada en un cir»cuito en que todas las paredes ofrecen igual resistencia, está »fuera de toda duda que la inflamacion y la combustion de »la pólvora serán lo mas prontas posible si el fuego se aplica »al centro de la carga."

«En las armas, las resistencias que la fuerza desenvuelta »encuentra, no son las mismas en todas direcciones: el proyec»til cede desde que una fuerza suficiente para desalojarlo puede »obrar sobre él, y como la combustion de la pólvora es mu»cho menos viva que lo que ordinariamente se supone, sucede »que una gran parte de la carga no se quema sino despues »del desalojamiento del proyectil, y acabándose la combustion »en un espacio mucho mayor que el que ocupaba la carga, la »tension de los gases y su velocidad serán mucho menores. »Ademas, los granos no quemados, arrastrados por la corrien»te de los gases, se sustraen en algun tanto de la llama com»burente, y necesariamente debe de ello resultar un retardo »en la entera combustion de la carga. Si esto sucede, es evi»dente que será tanto mas pronta la combustion, cuanto mas »se resista el proyectil á ser desalojado, y que tendrá su ve»locidad mácsima, cuando sea el menor posible el espacio en »el cual se queme la pólvora.»

«La colocacion del fogon influye sobre el tiempo que tar»da el proyectil en ponerse en movimiento. Asi por ejemplo, »con los fogones en uso, es la parte superior de la carga in»mediata al estremo del fogon la que primero toma el fuego, »la inflamacion se propaga en seguida hácia atras y hácia adelan»te del fogon, y pronto alcanza hasta el proyectil, parte de los »gases inflamados se escapan por encima de este último, y los »demas lo desalojan de su puesto. De todo se sigue que en esta »posicion del fogon, el espacio en el cual la combustion tiene »lugar, se aumenta desde el principio, y que la combustion se »acaba en un espacio mucho mayor que el ocupado primiti»vamente por la carga.»

«Si el fogon está abierto en el sentido del eje del cañon, »y termina en el centro del fondo de la carga, los gases in»flamados no pueden tener un contacto inmediato con el pro»yectil antes de la entera combustion de la carga, y el pro»yectil no puede ceder antes de este momento, á menos que

»no le fuese comunicado el movimiento por la pólvora no que-»mada todavia, interpuesta entre él y los gases ya desenvuel-»tos. Pero esta trasmision ecsige cierto tiempo, y es probable »que la combustion de la pólvora sea bastante activa para que »el proyectil no se mueva sensiblemente antes que la combus-»tion alcance á las partes de la carga que están en contacto »con él."

Por lo que antecede, parece quedar demostrado que para que la combustion sea mas viva, es necesario que el estremo del fogon penetre hasta el centro de la carga, segun ya pensaron que convenia así en 1766 Muller y Desaquillers; y en 1830 quedó demostrado en Francia por el resultado de las esperiencias hechas en las escuelas de artillería de Douay, Strasbourgo y Tolosa (como puede verse en el memorial de artillería tomo IV, página 435).

.....

.....

"Reasumiendo los hechos principales de estas esperiencias »hay necesidad de decir, 1.° Que la posicion ordinaria »del fogon produce el menor retroceso, y que tiene la venta-»ja ademas, sobre las otras dos posiciones, en la doble rela-»cion del alcance y de la ecsactitud del tiro. 2°. Que esta »misma posicion ordinaria del fogon, no ha dado lugar á nin-»guna alteracion sensible en la pieza, mientras que las dilata-»ciones del metal han sido de dos líneas en las piezas cuyo fo-»gon estaba en prolongacion del eje, ó formando un ángulo con »dicho eje de 30°."

"Las degradaciones considerables que se han notado en las »piezas cuyos fogones estaban en direccion del eje ó con una »inclinacion á este de 30°, al paso que no sucede nada de es-»tos aumentos de calibre en las piezas del fogon ordinario; no »pueden esplicarse sino por una combustion mucho mas viva »de la pólvora en las primeras piezas que en las segundas, por-»que estas degradaciones debidas á la accion espansiva de los

»gases, deben necesariamente ser otro tanto mayores, cuanto »la tension de ellos es mas fuerte."

"La fuerza, y sobre todo, la velocidad con la cual la lla»ma que procede de un estopin fulminante penetra en la car»ga, son incomparablemente mas grandes, que los de los gases »inflamados de la pólvora ordinaria. Por lo tanto, en el pri»mer instante se quema una masa mas considerable de granos, »y la velocidad de la combustion de toda la carga, se aumen»ta considerablemente."

"La pérdida de gases por el fogon es mucho menor em»pleando un estopin fulminante. La esperiencia ha demostrado »que usando de estos estopines, puede disminuirse bastante la »carga de las armas portátiles, sin que la bala deje de adqui»rir la misma velocidad que recibe con la carga ordinaria ce»bada con pólvora comun. Y esto se esplica por la disminucion »de los gases que se pierden por el fogon, por la adiccion de »la fuerza procedente de los gases de la pólvora fulminante, »pero sobre todo por la inflamacion mas viva de la carga que »acompaña incontestablemente al empleo del estopin fulmi»nante, y que en las armas portátiles arrastra siempre una »velocidad mas grande del proyectil."

"El viento del proyectil y el diámetro del fogon influyen »tambien en este caso. Cuando uno de ellos aumenta ó los dos á »la vez, se desprende mucha cantidad de gases por estos espa»cios; y es tanto mayor, cuanto es mas viva la pólvora en su »combustion. Resulta pues pérdida de gases y de temperatura; »que ya queda manifestado como obran simultáneamente en la »fuerza total de la pólvora."

"Cuando el proyectil ofrece mayor resistencia, se desaloja »mas tarde que cuando la resistencia es pequeña, y su movi»miento en los primeros instantes es entonces menos rápido. De »todo pues resulta que la combustion se acaba en un espacio »otro tanto menor, cuanto la resistencia que hay que vencer es »mas grande. Por otra parte se verifica, que cuanto mas pe-

»queño es el espacio, mas concentrado queda el calor, mayor es »la temperatura de los gases, y por lo tanto su velocidad; me»nor es el camino que tienen que recorrer los gases inflamados; »y de todo resulta finalmente, que se acelera la combustion de »la carga, y por consecuencia se debe abreviar muy sensible»mente la duracion de esta combustion."

117. Se infiere como corolario de todo lo dicho, que si el metal del arma es muy conductor del calórico, en la combustion de la pólvora se empleará menos cantidad de este fluido, y ni se acabará de quemar la carga en el menor tiempo posible, ni el enrarecimiento de los gases será á impulsos de la mayor fuerza. De aqui se origina, como lo ha desmostrado la esperiencia, que las piezas de bronce tienen menos alcance que las de hierro; y que en vista de la relacion de densidades que guardan los metales simples y las ligas, puede determinarse la influencia respectiva de todos ellos en la consideracion presente. Asi como tambien, que será favorable para la combustion, el que las diferencias de temperaturas de las piezas y de los gases nacientes en dicho acto, sean las menores posibles.

118. Es llegado el caso en que debemos referirnos al espíritu del artículo 189 del primer tomo del tratado de artillería del E. S. Don Tomas de Morla, cuando trata del mismo asunto que á nosotros nos ocupa, y con el cual aparecemos en contradiccion, no obstante que admitimos cierta parte del principio que le sirve de base, como es que influyen en la rapidez de la combustion de la pólvora, la presion atmosférica y la temperatura del aire.

Para mayor claridad, y con el objeto de reunir en un solo volúmen las ideas que todavía se conservaban en 1816, y las que deben sustituirlas en 1847, espondremos copiado á la letra el referido artículo 189, que dice así.

"De este principio se infiere: 1.° que cuantos mas disparos »se hayan ejecutado con una misma pieza (que por consiguiente »estará mas caliente y enrarecerá mas el aire) tendrá menos

»fuerza la pólvora, y será menor el alcance de los proyectiles: »2.° que será menor la fuerza de la pólvora al mediodia que por »la mañana; es decir que las variaciones de la temperatura ten»drán influjo en ella: 3.° que cuanto mas redondos sean sus gra»nos tanto mejor será: 4.° que la pólvora desecha reducida á pol»vo, y atacada tendrá poca ó ninguna fuerza: 5.° en fin que ata»cada la pólvora con esceso, y no lo suficiente para que se reu»na, tendrá menos potencia. Estas consecuencias no son tan ge»nerales que no varíen y aun se contraríen en ciertas circuns»tancias. En efecto, se observa que cuando la pólvora está algo »húmeda, el calor de la pieza por los disparos anteriores disipa »esta humedad superabundante, y haciéndose la inflamacion con »mas prontitud, el segundo disparo suele arrojar el proyectil »mas lejos que el primero. Igualmente si el calor de la pieza »proviene del de la atmósfera, aun cuando la pólvora esté seca, »como el proyectil atraviesa un medio mas rarefacto, tiene ma»yor alcance."

Con respecto al primer corolario diremos, que si bien es cierto que el aire enrarecido perjudica á la velocidad de la combustion, porque reconocemos que los efectos de la presion están acordes con los de la mayor resistencia del proyectil para ponerse en movimiento, no podemos convenir igualmente con la idea de que se retarda aquella con la mayor temperatura del aire, porque precisamente uno de nuestros últimos raciocinios para acelerar el acto de la combustion, ha tenido por objeto refiriéndonos á razones anteriormente dadas, el hacer ver que el modo de emplear el mayor calórico posible para quemar una determinada carga, y por lo tanto conseguirlo en el menor tiempo dable, y con la mayor espansibilidad en los gases, era hacer de modo que ecsistiera poca diferencia entre la temperatura de la pieza y la desarrollada en el momento de la combustion; asi como tambien que la materia metálica fuera de naturaleza tal que se resistiera á dar paso al calórico. Nosotros damos poca importancia á la influencia de las presiones atmosféricas, porque en

ellas por un orden regular no puede haber grandes diferencias; y por lo mismo no recorremos los trámites de inflamar la pólvora desde el caso de gravitar sobre ella toda la presion barométrica hasta hacerlo en el vacío. Nos basta saber que la pólvora se inflama con un determinado grado de calor, y recorremos solo las circunstancias favorables ó contrarias á que el acto se verifique en poco tiempo, desde el momento, siempre dado, de la inflamacion del primer grano. Prescindimos tambien de las consideraciones que se vierten en el artículo 188 del mismo tomo y tratado, sobre la influencia de la cantidad del oxígeno que tenga el aire que rodea á la pólvora, porque nosotros, *si acaso lo necesitamos*, es tan solo el necesario para principiar el acto; en razon á que desde el momento inmediato lo encontramos con tanta mayor ventaja en el azoato de potasa, cuanto que es tanto mayor el calórico libre que se desprende al verificarse las reacciones electro-químicas manifestadas en el (88) cuanto son estas mas completas: que en nuestro concepto, y refiriéndonos á una composicion atómica, lo serán, cuando el carbon solo tome oxígeno de la sal, facilitando por este medio al azufre la total y dificil reduccion de su radical. De no mirar la cuestion asi, incurriremos en el inconveniente de tener produccion de mayor número de gases, pero no de la naturaleza conveniente; y recordamos se tengan presentes las reflecsiones que hicimos en el (87) al recorrer y comparar los resultados de la pólvora de guerra y la de minas.

La segunda consecuencia del artículo nos parece quedar contestada diciendo, que no vemos el apoyo que habrán tenido las razones que han fallado tan en absoluto; puesto que nosotros admitimos compensaciones entre los efectos de la presion y los de la temperatura, y sucederá lo que sea consiguiente á la combinacion de los efectos de ambas concausas.

Nada tenemos que añadir á lo ya espresado, para no manifestarnos adictos sin alguna condicion, á lo que se dice en la 3.ª consecuencia del artículo que nos ocupa. Con referencia á

las observaciones que pudiera arrancarnos la 4.ª tambien nos referimos á las que hemos hecho en el lugar que se ha creido oportuno; alli dimos las razones, y aqui repetimos nuestra conformidad con la espresada consecuencia. La 5.ª del artículo se apoya en las mismas causas que presenta como mala á la 4.ª y la admitimos hasta el punto de prevenir, que somos partidarios de que la carga se halle reunida en el menor espacio posible, sino afecta en nada á la libre comunicacion de la llama entre los intersticios de los granos; pues que para pensar asi, tenemos presente que la mayor estension de las cargas se opone á la reconcentracion del calórico y condensacion de los gases en el menor espacio posible, para que la resultante de las fuerzas motrices no se disminuya por la parte del calórico absorbida con el aumento de la superficie del ánima en la cual se haya inflamado la pólvora. Admitiríamos cuanto se dice con respecto á la humedad, si de manifestarnos indiferentes á que la hubiese en la pólvora, no tocáramos mas de un inconveniente para la potencia de ella, y para la conservacion de las armas. Con respecto al primer punto diremos, que en todos los disparos obrará disminuyéndola, por la pérdida del calórico latente que absorbe el agua para convertirse en vapor; y con referencia al segundo, que por haber disuelto el agua al salitre, este, aglomerándose en la superficie del grano, ha dejado de tener su composicion atómica, cual es conveniente para que las reacciones fueran lo mas simultáneas deseable, y por lo tanto disminuida la velocidad de la combustion. Prescindimos de hacer aqui las reflecsiones que son consiguientes á la conservacion de las piezas por la accion del azufre que en este caso de defecto en la mezcla pudiera no alcanzar á descomponer á la potasa, porque de ello hicimos artículo separado. En la última consideracion del párrafo 189 se habla de mayores alcances cuando la atmósfera se halle mas rarefacta, y nosotros estamos conformes con esta idea, porque conocemos y respetamos las consecuencias del cálculo; y tambien porque convenimos que para la igualdad de la fuerza

motriz, y por consiguiente de todas las circunstancias que ponen en movimiento al proyectil, ha habido compensacion de los efectos de la menor presion con los del mayor calor del aire. Y con esto último damos á entender, que no admitimos como atmósferas que obran del mismo modo á aquellas igualmente rarefactas; pero una en virtud de su mayor temperatura, y la otra por su mayor cantidad de agua en vapor.

119. Despues de haber ecsaminado con la estension conveniente todas las causas que en nuestro concepto deben ejercer una inmediata influencia en la velocidad de la combustion de la pólvora, y por consecuencia en los mayores efectos de su inflamacion, admitimos con M. C. Timmerhans, que aquellas y estos dependen: 1.° de la temperatura de los gases, que determina la velocidad y la tension de ellos, 2.° de la fácil penetracion de los gases inflamados al través de la masa, 3.° de la inflamacion mas ó menos fácil de los granos, 4.° de la combustibilidad de estos.

120. La temperatura de los gases, y por lo tanto su velocidad, dependen principalmente: 1.° de la calidad de las materias, 2.° de su dosis, 3.° de su manipulacion, 4.° de la sequedad de la pólvora, 5.° de la cantidad de la carga, 6.° de la resistencia que tiene que vencer, 7.° de la estension y forma del parage en donde se verifica la combustion, 8.° de la magnitud del viento y del fogon, 9.° del parage en el cual se comunica el fuego á la carga, 10. de la calidad del estopin que comunica el fuego, 11. del metal de la pieza, 12. de la temperatura del arma.

121. La penetracion de los gases al través de la masa, depende de la estension de los vacíos que hay en el interior de ella; si estos vacíos son los intersticios de los granos entre sí, estan determinados; 1.° por el grueso del grano, 2.° por la forma, 3.° por su igualdad, 4.° por su limpieza.

122. La facilidad con la cual los granos toman el fuego, depende: 1.° de la estension de su superficie, 2.° del pavon,

3.° de la forma de los granos, 4.° de su densidad, 5.° de la mayor ó menor limpieza del grano.

123. Finalmente, la combustibilidad de los granos está determinada: 1.° por el grueso del grano, 2.° por su densidad, 3.° por la intensidad de la llama comburente.

124. Antes de dar por concluidas las consideraciones que nos merece la pólvora al pasar del estado sólido al de gas en los términos que estensamente hemos manifestado; advertiremos, que no se crea que el calor que en tal acto se desenvuelve, es originado tan solo por el súlfuro de potasio que se forma, ni porque subsiste todavía como única y esclusiva razon, el que este calórico estaba en el estado latente en el ácido azóico, y se pone en libertad en el momento de separarse sus principios, pues tambien hay opiniones de que es debido á la neutralizacion que de sus propiedades eléctricas hacen los cuerpos elementales que se reunen para formar los nuevos compuestos que hemos manifestado en el (88), como resultado de una completa combustion. Nosotros estamos mas conformes con esta teoría, porque para admitir la idea de aquel calórico latente, necesitamos ver mas desenvuelta de lo que lo está la de la formacion del ácido azóico en la naturaleza, y los fenómenos que se presentan en el acto de la condensacion de sus principios elementales, al través ó con la intervencion de la materia calcárea. Tiene tambien la ventaja de no estar en contradiccion con la teoría que admite la produccion del calórico cuando los cuerpos de estado raro pasan al denso, ó de gaseosos á líquidos, ó de estos á sólidos. Porque si en tales casos es convincente la razon, de que se desprende, porque ha desaparecido el lugar en donde se alojaba en cierta combinacion con el cuerpo, y de aqui se ha sacado por consecuencia que uno de los orígenes del calor es la presion y el rozamiento; tambien se sabe, que la electricidad de distinta naturaleza desarrollada ó acumulada en dos diferentes cuerpos, producen una cantidad considerable de calor al tiempo de combinarse, y esta es la pre-

gunta de por qué se desprende calor en el acto de la inflamacion de la pólvora, en el cual de cuerpos sólidos se originan gases en su mayor cantidad. Y está tambien conforme con que á mas completa reaccion haya mas desarrollo de calor; pues que en un tiempo determinado, es mayor el número de los átomos polarizados y combinados de oxígeno y carbono, de potasio y azufre.

125. Una vez que por efecto de raciocinio fundado en consideraciones las mas atendibles, nos hemos hecho partidarios de la opinion que mira como de naturaleza progresiva á la combustion é inflamacion de la pólvora, copiamos á continuacion la marcha y los resultados de los procedimientos prácticos debidos al caballero de Arcy, y transmitidos por todos los autores despues de las razones filosóficas que á cada uno les ha sugerido no solo el modo de obrar del espresado fenómeno, sino tambien la fuerza de los argumentos de hombres respetables como Benjamin Robins, en quien se quiere suponer que trató de establecer una ecsacta coincidencia entre la velocidad de la inflamacion de la pólvora, y la indivisibilidad del tiempo necesario para ella. Sin embargo, nosotros no damos este carácter de generalidad á los raciocinios de Robins, sino en cuanto tienen referencia á determinada cantidad para las cargas, en cuyo caso crée, que es tal la velocidad de la inflamacion, que considera de dificil divisibilidad en unidades de tiempo la marcha que lleva dentro del ánima de la pieza la de una carga ordinaria, y que por ello concibe la total inflamacion de ella, antes que la fuerza motriz ocasionada por la de una parte, haya puesto en movimiento á la bala. Somos tambien de opinion, que nada de esto se opone al espíritu del principio que admite la naturaleza progresiva de todo movimiento, como por ejemplo el de la propagacion del fuego, y la fulminacion de una determinada cantidad de pólvora encerrada en el ánima de una pieza, y que guarda una ecsacta semejanza con los regueros tambien de pólvora á que apeló Arcy en algunos

de sus esperimentos. Si se reflecsiona pues bien, la cuestion no es tan atrevida porque no tiene ese carácter de generalidad por la cual el sentir de Robins seria de dificil demostracion; y tan solo se reduce á hacer ver, *de que naturaleza puede ser considerado el movimiento que inflama á una cantidad determinada de pólvora encerrada y oprimida en la recámara de una pieza y capaz de alterar el reposo de la bala.*

126. Para la resolucion de este problema, damos la preferencia al siguiente esperimento del caballero Arcy, copiado de la obra del Sr. Morla y ejecutado por medio de la máquina representada en la figura (7.ª lám. 10) que se compone de un tubo de bronce, cobre ó hierro ecsactamente cilíndrico de 1 $^1/_2$ pulgadas de calibre, que tiene tres fogones, uno en medio, y los otros dos á una pulgada de él: y á un cilindro de dos pulgadas de largo que se ajusta dentro del tubo, y tiene un ánima en su eje de 4 á 5 líneas de diámetro, y un fogon en medio. Para hacer uso de esta máquina, se llena de pólvora el ánima del cilindro, y se introduce en el tubo de modo que su fogon coincida con el situado en medio de aquel. Cargado este con iguales cantidades de pólvora por una y otra boca y atacada igualmente con un pedazo circular de fieltro oportunamente preparado para este destino, se observa, que si se dá fuego á dichas cargas por el fogon de en medio, se inflaman ambas quedando el cilindro en la situacion que tenia, como es regular respecto á ser impelido en direcciones contrarias por fuerzas iguales. Mas si se dá fuego al tubo por uno de los fogones laterales, se nota, que el cilindro sale con mucha violencia por la boca correspondiente al otro lado; prueba clara de que la carga inmediata á aquel fogon se inflama, é impele al cilindro antes que se queme la situada en el otro estremo, y por consecuencia que la inflamacion no es instantánea.

127. Con el objeto de ver el mismo Arcy cuando era mas veloz la inflamacion de la pólvora, si al aire libre ó encerrada

en tubos; colocó dos regueros de ella de 44,m2 de largos; y de 0,m009 de alto y ancho: al uno no lo cubrió, pero al otro sí aunque no con toda ecsactitud en el sentido de su longitud; dió fuego á ambos por un estremo, y tardó en llegar el fuego al otro 25,5 segundos en el abierto, y 7,25 segundos en el cubierto. De donde dedujo, que la pólvora se inflama con mas lentitud cuanto menos encerrada se halla. Nosotros resolvemos el hecho por la influencia del calor rechazado por las paredes del aparato, y no nos causa admiracion el resultado.

128. La ley segun la cual varía la velocidad inicial del proyectil en funcion de la longitud del ánima, es una nueva é irrefragable prueba, no solamente de que la combustion de la pólvora no es instantánea, sino que dicha inflamacion es á lo menos en la pólvora ordinaria de guerra, mucho mas lenta de lo que comunmente se crée. En efecto, si la pólvora de la carga se quemase toda antes del desalojamiento del proyectil, la fuerza elástica de los gases producidos, no contando con la disminucion de su temperatura, seguiria la ley de Mariotte y estaria en un punto cualquiera del ánima, en razon inversa de su distancia al fondo de esta última. Si ademas se hace abstraccion del calórico absorbido por las paredes, es evidente que el decrecimiento real de la fuerza aceleratriz de los gases, deberia ser todavia mas rápida. De lo acabado de decir se deduce, que cuando se vea que en dos puntos cualesquiera del ánima las fuerzas aceleratrices están en una relacion inversa mas pequeña que la que guardan sus distancias al fondo, es por causa de que la combustion de la pólvora no se ha concluido todavia, y que la pérdida de la fuerza elástica de los gases debida á su estension en mayor espacio, ha sido compensada en parte, por el desprendimiento de una nueva cantidad de gas.

En esto se funda la primera de las mácsimas prácticas debidas á Robins, y en la cual se lée lo siguiente. *En toda pieza de artillería, cuanto mas fuerte sea la carga, será mas con-*

siderable la velocidad de la bala. En la misma mácsima se pone, segun sea la pieza, cual es la que considera su justa carga; entendiéndose por esta, aquella cantidad de pólvora que se inflama hasta el momento de salir el proyectil de la boca del ánima. Se dice tambien, que se crée que aquella no debe ser mayor que la mitad del peso de la bala, ni menor que el tercio del mismo peso. Pero nosotros haremos ver que esto depende de la clase de pólvora que se use; y tanto mas, si se ha de conciliar una velocidad conveniente en el proyectil, con la conservacion de la pieza.

129. La segunda mácsima del mismo Robins dice. *Si dos piezas de igual calibre y diferentes longitudes se disparan con iguales cantidades de pólvora, la mas larga comunicará á la bala mayor velocidad.* Nosotros resolvemos este problema, apoyado en la esperiencia, del modo siguiente. Si suponemos que la carga es mayor que la justa para la pieza corta, es evidente que cuando el proyectil salga de la larga será impelido por mayor cantidad de gases porque se habrá quemado mas pólvora, y no hay duda en cuales son las causas del hecho. Si la carga es la justa para la pieza corta, el tiempo que el calórico reconcentrado en el espacio del ánima está obrando sobre los gases nacientes, es menor en la pieza corta que en la larga, y hé aqui el motivo por el cual la mayor fuerza espansible en el segundo caso origina mayor velocidad en el proyectil, y por consecuencia mayor alcance ó mayor efecto segun sea el objeto.

130. La tercera mácsima dice. *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.* Al hacer nosotros las consideraciones que estas ideas reclaman, prescindiremos, por no ser de este lugar, de las peculiares á los pesos; y con respeto á la influencia que puede resultar de la diferencia de metales, nos referimos en un

todo el espíritu de lo que hemos manifestado en el párrafo (117) con relacion al efecto que se origina del que el metal del arma sustraiga, por razon de su naturaleza conductriz, de mas ó menos cantidad de calórico á los gases que se desenvuelven en la combustion de la pólvora.

131. Nada diremos de las veinte mácsimas restantes, porque la naturaleza de sus consideraciones son agenas de este lugar; y adoctamos con preferencia la unidad de las ideas, porque creemos con ello hacer mas fácil el estudio de todo asunto.

Densidad de la pólvora.

132. Habiendo visto en la teoría general de la combustion, é inflamacion de la pólvora, que la densidad de ella es una de las circunstancias que intervienen en la verificacion conveniente de aquellos actos, se hace necesario ocuparnos no solo de la clasificacion que admite segun se la considere, sino tambien del modo de determinar la que goza una pólvora dada; asi como tambien del papel que juega en las consideraciones que tienen lugar desde luego que la pólvora pasa al estado de gas.

133. La densidad de la pólvora se divide en *absoluta* y en *relativa ó gravimétrica.* Por la primera se entiende á la de la pólvora no graneada, ó sea su masa, que es la que verdaderamente esplica cuál es la densidad del grano de la pólvora; y por la segunda á la que tiene despues de graneada, que en realidad es la que manifiesta la densidad de una masa de granos bajo su volúmen aparente.

Para averiguar la primera, se llena y tapa bien un frasco que contenga alcohol bien rectificado y privado de agua, en

cuyo caso su densidad á 15° es de 0,7947, y no disuelve á ninguno de los principios constituyentes de la pólvora. En tal estado se pesa en una balanza bien sensible, y añadiendo al platillo en que esté el frasco la masa de pólvora de ensayo, se restablece, con pesas el equilibrio del otro platillo, y ellas son las que manifiestan el peso de la citada masa de pólvora. En seguida se introduce esta en el frasco, lo que ocasiona el derrame del volúmen igual de alcohol que desaloja; por cuya razon, el platillo de la balanza del cual penden la pólvora, el frasco y el alcohol restante, necesita aumentar de peso para recuperar con los del otro el equilibrio perdido. Este peso añadido, es el del alcohol desalojado del frasco por haberse introducido en él á la pólvora.

Si se representa pues por d la densidad del alcohol, por x la densidad absoluta de la pólvora, por p el peso del alcohol desalojado y por p' el de la masa de la pólvora de ensayo, puesto que los volúmenes de estos últimos cuerpos son iguales se tendrá $d : x :: p : p'$. De donde $x = \frac{d\,p'}{p}$ será la ecuacion que resolverá el problema; cuya ecsactitud en los datos dependerá de la total concentracion de alcohol y sequedad de la masa de pólvora. Y para conseguir esto último en el límite posible, se la coloca en una cápsula debajo de la campana de una máquina pneumática, acompañada de otra que contenga ácido sulfúrico concentrado, el cual absorbe tanto mas la humedad de aquella, cuanto con mas perfeccion y totalidad se consigue el vacío en el recipiente que las contiene.

134. Por el mismo medio se podria encontrar la densidad de una pólvora graneada, pero generalmente se procede del modo siguiente.

Se toma una probeta *a* figura (6.ª lám. 2.ª) con su obturador *s*, y se pesa; se llena despues de agua destilada y se vuelve á pesar; restando del segundo peso el primero, la diferen-

cia será el peso de un volúmen at de agua destilada, que podrá llamarse P. Despues de bien seca la probeta, se hace lo mismo con agua saturada de salitre puro, para del mismo modo deducir el peso del mismo volúmen at de agua saturada de salitre, y llámese P'. Se seca de nuevo la probeta, se pone dentro de ella un peso esacto de la pólvora cuya densidad se busca, y el espacio restante, se llena de agua saturada de salitre,en la cual ningun principio de la pólvora se disolverá. Ahora bien, la diferencia entre el peso total, y el de la pólvora, mas la probeta, mas el obturador, dará el agua que sobre la pólvora, se echó en la probeta, y la diferencia entre esta y P', dará el peso del agua cuyo volúmen ocupa la pólvora, y que podrá representarse por p' cantidad de este modo conocida. Luego tampoco podrá negarse la legitimidad de la proporcion $P' : p' :: P : x$ que dará siempre el peso del agua destilada, desalojada por el volúmen de la pólvora empleada, y que puede ya representarse por p. Fundada en el principio de que los pesos de los cuerpos están en razon sencilla y directa de las densidades, cuando los demas factores que los reprentan son dos á dos respectivamente iguales, hay necesidad de estimar como cierta y conducente la proporcion

$$p : \text{peso de la pólvora} :: 1 : x'$$

en cuyo caso

$$x' = \frac{1 \times \text{peso de la pólvora}}{p} = \frac{1 \times \text{peso de la pólvora}}{\dfrac{P \times p'}{P'}};$$

todas cantidades conocidas que dan el valor de la densidad de la pólvora, que era el objeto del problema.

135. En Francia se usa del gravímetro para valuar la densidad relativa de la pólvora, y se procede del modo siguiente.

En un tubo bien calibrado se vierte por ejemplo un hectó-

gramo (*) de agua destilada; el espacio que ocupa se divide en 100 partes iguales y se continúa la division hasta la boca de aquel. En seguida se vierte el agua, se seca bien el tubo, y desde una altura determinada y constante para todos los casos, se echa igual peso de pólvora por medio de un embudo y se marca la altura á donde llega, que por ejemplo serán las 116 divisiones. Ahora bien, como las densidades de dos pesos iguales de dos cuerpos diferentes, están en razon inversa de sus volúmenes, y estos en la directa de las alturas de los espacios que ocupan en el tubo perfectamente cilíndrico, se tiene la proporcion de

$$z : 1 :: 100 : 116; \text{ de donde } z = \frac{100}{116} = 0{,}86206896551...$$

es el valor pedido de la densidad relativa de la pólvora.

Cualquiera que sea el proceder de la fabricacion y el peso específico de las pólvoras, siempre sucede que á igualdad de composicion, la densidad gravimétrica de ellas crece con el diámetro de sus granos. Tambien se verifica que en el proceder de los molinos de percusion, la densidad aumenta con la duracion de la trituracion hasta cierta época, la cual pasada no se percibe en aquella la influencia del nuevo trabajo. El efecto de los molinos de muelas para dar á las pólvoras una determinada densidad, es todavía menos conocido, pues no se verifica siempre, el que con la mayor duracion del trabajo aumente la densidad gravimétrica de ellas.

Por medio del pavon se aumenta tanto mas la densidad gravimétrica de las pólvoras, cuanto mayor es el tiempo que lo sufren sus granos.

El pavon ordinario aumentará tanto mas la densidad gra-

(*) Hectógramo equivale á 100 grammas, y una gramma á 18,83 granos.

vimétrica de las pólvoras cuanto mas ligeros y gruesos sean los granos sobre quienes obre. Y se ha averiguado, que para aquellas pólvoras ligeras y de granos gruesos, el aumento de densidad por medio del pavon, es de $^1/_{15}$ á $^1/_{18}$; y de $^1/_{27}$ para las demas pólvoras. Las pólvoras ordinarias tienen de aumento de densidad por medio del pavon $^1/_{27}$, $^1/_{36}$ y $^1/_{60}$ segun sus granos las clasifiquen de mina, de cañon ó de fusil.

Las densidades gravimétricas de las pólvoras fabricadas en los molinos de percusion, no varían notablemente entre sí de un año á otro en las procedentes de un mismo establecimiento; pero sí cuando no se cumple esta circunstancia, aunque se hallen prócsimos los molinos.

Las densidades de las pólvoras fabricadas por otros procederes, no solo no reconocen la ley arriba espresada, sino que sus mutaciones son mas variables.

El volúmen de las pólvoras medido en el gravímetro, es mucho mas considerable que el que ellas ocupan ordinariamente; y la diferencia aumenta con la menor igualdad del grano, y la menor procsimidad á la figura esférica de este: sucediendo por lo mismo que la espresada diferencia disminuye en los granos esféricos, á proporcion que son mas iguales sus diámetros. Ahora bien, como el uso comun de las pólvoras es hallándose reunidas en las cargas ó en las municiones, por esta razon es de mas interés considerar en tal estado la densidad de la pólvora; y por la misma lo es tambien el saber que las pólvoras angulosas de cañon aumentan de $^2/_{15}$ á $^1/_7$ su densidad gravimétrica; las de fusil de $^1/_{10}$ á $^1/_9$; las de caza de $^1/_{11}$ á $^1/_{10}$; y que el aumento de densidad de las primeras puede ser de $^1/_8$ á $^1/_6$, cuando no están pavonadas, han sido fabricadas por medio de los molinos de percusion, y en estos obtenidas de una densidad ordinaria.

La densidad de los granos de la pólvora, se valúa, ó por el volúmen aparente del grano, ó teniendo en consideracion su porosidad superficial, ó contando ademas con los huecos inte-

riores que tienen comunicacion con los de afuera, y son impermeables á los líquidos y á los gases. En el primer caso se tiene la densidad aparente del grano, la cual influye sobre el volúmen de la pólvora, sobre su densidad gravimétrica y sobre muchas de sus propiedades: en el segundo la densidad real del mismo que tiene una influencia grande sobre la rapidez con la cual se verifica su combustion: y en el tercero la densidad absoluta de la materia que forma al grano, la cual depende del grado de trituracion y mezcla de los tres ingredientes, y que tanto papel juega en el fenómeno de la inflamacion.

136. El peso específico ecsacto de la pólvora, ó el volúmen real de las diversas materias que entran en ella, no puede ser determinado por los procederes ordinarios para otros cuerpos; porque en la pólvora si se usa del agua disuelve al salitre, el aceite ataca al azufre, y el mercurio se adhiere tan fuertemente á la pólvora que no se divide convenientemente para alojarse en los intersticios.

El *Stereómetro* debido á H. Say, nos parece un instrumento á propósito para valuar el peso específico de la pólvora, sino ecsigieran su construccion y uso una prolijidad casi imposible de conseguir, y por cuya razon, y la de ser estraordinariamente influyentes en los resultados los defectos del instrumento, ó la menor falta que se cometa en la práctica, tan solo ha tenido el original otra aplicacion que la de ser conservado, en honor á su autor, en el gabinete de la escuela politécnica; pero renunciando de todo punto el encontrar, por este medio el peso específico de un cuerpo sin emplear otro fluido que el aire, y determinando el volúmen de él en dos estados diferentes de presion.

En vista de lo dicho, nos abstenemos de trasladar íntegra la memoria del autor del Stereómetro, con la enumeracion de ventajas y contras que en concepto de su inventor tiene; pues con esta franqueza la presentó á la academia de las ciencias: é íntegra puede verse en el tomo 23 de los anales de

química, página desde la primera hasta la veinte inclusive de dicho volúmen.

137. Siendo asi que estando reunidas en una pólvora todas las circunstancias que influyen favorablemente en los alcances, el volúmen que ocupan los gases que origina su combustion depende de la densidad que goza, siempre que esta no esceda de los límites convenientes para que tenga lugar la mas pronta reaccion; vamos á manifestar suponiendo igual á 1,85 la densidad espresada, *el modo de valuar el volúmen que ocupan los gases de un litro* (a) *por ejemplo de ella, con relacion al que la pólvora tiene antes de ser quemada.*

138. En el acto de la inflamacion de la pólvora, los gases que se desarrollan tienen un volúmen determinado que aumenta en la consumacion del fenómeno con dependencia de la cantidad que se quema de pólvora, y con la temperatura que por resultado final se aprovecha en la dilatacion de tales cuerpos gaseosos. Cuanto mayor y mas pronta es la dilatacion, tanto mas grande es la potencia de la pólvora, á igualdad de las demas circunstancias que la favorecen.

Está admitido en física el principio de que todos los gases se dilatan uniformemente con el aumento de temperatura, y que desde cero á 100.° cuando la presion es de 0,^{m}76; el volúmen de aquellos á 0.° ha crecido 0,375; que dá para cada grado el aumento de 0,00375. Se sabe ademas que Gay-Lussac inflamó en pequeñas porciones dentro de un tubo calentado hasta el rojo, y con disposicion para recoger los gases, un litro de pólvora del peso de 900 gramas, y obtuvo una mezcla gaseosa de 450 litros á la temperatura de 0.° y á la presion de 0,^{m}76 (*b*). Con estos

---

(a) Un litro equivale á 1 cuartillo y 3 $\frac{9}{10}$ de copa en los líquidos, y en los áridos á 3 ochavos y 1 $\frac{4}{5}$ ochavillos.

(b) Analizado este volúmen de gases resultó que se componía en ca-

::

datos, y apreciando en 1000 los grados de calor que se desenvuelven en la inflamacion de la pólvora, el volúmen ocupado por sus gases será 2137,5 veces mayor que el de la pólvora como puede verse: pues para encontrar este producto, se debe multiplicar por 1000 y por 0,00375 la cantidad 450, y al resultado añadirle los 450 volúmenes que tienen los gases en el punto de partida.

A todo esto, se ofrece añadir para tomarlo en consideracion oportunamente, que la temperatura al inflamarse la pólvora, escede á los 1000°; y que segun lo dicho por Regnault últimamente, el coeficiente de la dilatacion de los gases por el calórico, no puede pasar en cada grado de los de 0.° á 100,° de 0,003665; en cuyo caso, y despues que se demuestre que esta misma cantidad no es comun á todos los gases, y cual es la que corresponde á cada uno, bien por naturaleza ó por gases en particular; la modificacion del resultado final variará con los datos y las nuevas reflecsiones que puedan originarse.

139. Despues de todo lo espuesto en la teoría de la combustion y de la inflamacion de la pólvora, y de haber manifestado los resultados de las esperiencias de Arcy, creemos innecesario hacer un relato de los argumentos de Robins, tan solo cuestionando la mayor ó menor velocidad de aquellos actos que fue todo el espíritu de sus ideas como puede verse á poco que se reflecsione. Cuanto pudiera decirse está, cuando no esplícita, implícitamente comprendido en las consideraciones de la espresada teoría, y por lo tanto somos de opinion, que si se debe creer que con respecto al tiempo, se miró de distinto modo el acto de las

---

da 100 partes de 25,6 de CO^2; 5 de CO; y 42,4 de *Az*. Pero si como sucede generalmente, la cantidad de productos gaseosos es mayor que la suma de gases permanentes, es evidente que ha habido descomposicion del agua que contenía la pólvora. Tambien puede suceder que se encuentre algo de ácido sulfohídrico por efecto de la combinacion que es fácil inferir.

reacciones que se ponen en juego, fue mas bien porque no estaba en aquellos tiempos bien concebido cuanto en él pasaba. Nosotros sin embargo, somos de opinion, que la diferencia que ecsiste entre la de Arcy, Belidor y otros, y la de Robins; está solo en la cantidad de tiempo y de ningun modo en si es ó no progresiva la combustion de la pólvora, *ni aun en la necesaria cantidad para sacar al móvil del estado de reposo*; porque no podemos creér que Robins, *en esta cuestion*, atribuyera á la parte lo que él mismo convenia en no conceder al todo. Asi como tiene que confesarse que una determinada cantidad de pólvora variable con el peso del proyectil, es la que concluirá su combustion antes que este se ponga en movimiento. Y lo que está sujeto á compensaciones, y en esto apelamos al cuerpo de la teoría general, es la diferencia de velocidades que hay entre la combustion de la pólvora que se quema precisamente en el lugar de la carga, y la que lo verifica sucesivamente en el espacio de la longitud del ánima de la pieza.

Son tantas las combinaciones que en esta cuestion hay de datos para llegar á un mismo resultado, que convendremos en que por diversos caminos se pueden conseguir pólvoras de determinada potencia; y si con mas ó menos restricciones admitimos su aplicacion, por nuestra parte jamás creeremos conveniente su fabricacion con ingredientes de mala calidad, porque siempre que á estos les falten los principios que se prestan á la formacion de los gases que ya hemos dado á conocer, no puede desarrollarse ni por la prontitud ni por su intensidad natural, la fuerza que es conveniente ni contra la línea de menor resistencia en las minas, ni contra el proyectil en las armas.

140. En esta consideracion hemos prescindido de las reflecsiones que nos habrian sugerido las suposiciones de determinados cuerpos estraños asociados con los ingredientes clasificados por de mala calidad, porque son muchos los que pueden acompañarles, y diferentes las causas que á cada uno de ellos los reprueba, ya para conseguir fuerza en la pólvora en su uso or-

dinario, ya tambien para garantir su buena conservacion en los almacenes y trasportes. Quedan pues como tantos problemas anunciados que piden una resolucion particular, y que se encontrará siempre con la solidez que es deseable, apelando á las propiedades químicas de los cuerpos que intervengan en la cuestion. No de otro modo que el manifestado aunque no con toda latitud en el (91) donde se demuestra lo perjudicial que es para las armas el esceso de azufre en la pólvora, cuyo esceso no pasa de ser un cuerpo estraño del compuesto atómico, que arrastra las siguientes consecuencias.

Primera. Si por su esceso é interposicion superabundante, sofoca la accion del carbon, y se consigue con la humedad, *poco desarrollo de calórico al principio de la combustion*, (véase química ácido sulfúrico y temperatura elevada) é intervencion de la potasa desprendida ya del ácido azóico, *se formará el ácido sulfúrico*, y para ello tambien puede contribuir algo el bióxido de ázoe y el oxígeno que aparecen libres, y no es dificil acertar de donde proceden. El sulfato de potasa obtenido por resultado y no descomponible por el calórico (véase química generalidades de los sulfatos) privará á la inflamacion de una cantidad de gases sensible para su potencia. Esta consecuencia si se quiere, es compensable aunque dificilmente. Veamos si á la *segunda* le sucede lo mismo.

Consiste, en que suponiendo que la pólvora ha verificado sus reacciones como cumple á toda composicion atómica y no contrariada en su marcha por ninguna causa estraña, el azufre sobrante se interesa con el metal ó metales de que se compone la pieza, y se forma lo que se llama uno ó mas súlfuros; que por pertenecer á radicales de dificil fusion, ellos son de naturaleza muy fusible, y un servicio poco continuado inutiliza al arma completamente por desaparicion de materia.

Enumerar aqui si es en estado de súlfuro precisamente, ó en el de sulfato soluble *si ha habido intervencion oportuna de humedad y calor* &c. &c., lo consideramos tanto mas inútil,

cuanto que es una teoría larga entrar len as propiedades de estos compuestos tan familiares á los metalurgistas, y que tanto á veces les cansa la paciencia en la alternada lucha que sostienen, por ejemplo en la pirita cobriza, con los súlfuros, los óxidos, los sulfatos y los silicatos &c.

Cuando suceda pues que por desaparicion del salitre en razon á la solubilidad que goza, el análisis manifiesta prepotente en una pólvora al azufre, no queda otro recurso que su recomposicion principiando por determinar las cantidades atómicas de sus componentes tanto con respecto al salitre como al carbon; porque si falta de este, nos encontramos en el mismo caso anterior: en razon á que si bien despues que el carbon toma el oxígeno de parte del ácido del azoato de potasa, el azufre puede seguidamente hacer lo mismo con la cantidad que este le deja, y si esta no es suficiente para neutralizarlo todo, el restante no puede descomponer por sí solo á la potasa, (véase química propiedades de los óxidos metálicos de la primera seccion), y por lo tanto no le queda otro camino que interesarse con el metal ó metales de la pieza, y estamos en el caso de la segunda consecuencia arriba espresada.

141. Todo lo dicho podrá convencer de la razon que nos asiste para no considerar como de puro lujo entre los oficiales científicos de artillería al estudio de las ciencias naturales; y no nos detendremos en decir para que lo sepa todo el mundo, pues que es nuestro convencimiento íntimo, que la menor falta de proteccion á este estudio, y la tibieza en aplicarlo en nuestros talleres, podria ser la causa de que una medida de gobierno despojase al cuerpo de artilleria español, cuyo renombre no nos corresponde á nosotros encomiar, de la direccion de nuestras fábricas, fundiciones y otros talleres que acaso veríamos pasar á manos de estrangeros que en su dia nos tuvieron por sus maestros, y de quienes al presente ya recibimos lecciones!!

Elaboracion de la Pólvora.

142. Despues de todo lo que queda dicho, el primer paso que debe darse es manifestar de un modo general la fabricacion de la pólvora en cuanto se roza esclusivamente con la práctica que conduce mejor á la buena mezcla, y á la proporcionalidad que en el resultado deben guardar sus componentes.

Varios son los métodos prácticos que se usan; nuestras consideraciones generales recaerán por de pronto sobre los molinos de percusion, y no terminaremos este interesante punto sin recorrer los demas, porque asi lo reclaman las reflexiones que mas adelante haremos con el objeto de comparar resultados.

143. Para que la operacion de la mezcla ó llámese *trituracion*, quede bien concluida, es necesario que la máquina contribuya en mucha parte á ello, y nada dejará que desear aquel aparato que ademas de tener una marcha igual y uniforme en todas sus partes, obligue á que la pasta esté siempre en un contínuo movimiento, relevándose constante y alternativamente, desde las paredes al fondo del morterete, punto en el cual se verifica el choque del mazo; pues de este modo no sólo resulta triturada con igualdad la pasta, sino que presentándose siempre parte de ella entre las dos superficies que se chocan, impide que la continuacion de la percusion de un cuerpo duro sobre otro que tambien lo es, produzca una cantidad de calor que mas de una vez acarrearia consecuencias funestas. La necesidad de conseguir á la par ambas cosas, ha obligado á que la forma interior del morterete no sea la misma que tuvo al principio, sino la representada en la (figura 7.ª lám. 2.) con cuya sola inspeccion se concibe bien, que debe satisfacer á los objetos propuestos.

144. Elegido el aparato en que debe fabricarse la pólvora,

y siéndolo el molino de percusion; la direccion de toda una *jornada*, es lo bastante para prescribir las reglas de todo el tiempo que esté sin modificacion la práctica: pues los pasos de la segunda principian y concluyen donde los de la primera. Lo primero que se hace, es resolver si los ingredientes que segun la capacidad del molino deben emplearse, se han de mezclar en totalidad unos y otros, ó si la carga de cada mortero es la que debe separarse en las debidas proporciones, y hacer la mezcla en cada uno durante la marcha del molino. La esperiencia y la razon, han mirado á este último medio como el mas capaz de conseguir buena pólvora, y es el que ha prevalecido. Por esta resolucion, es la práctica introducir en cada mortero el carbon que le corresponde, echarle agua hasta que se sacie de ella, y molerlo hasta que su volúmen quede en la mitad de lo que era; en cuyo caso se detiene la marcha del molino, se introduce el azufre y se le revuelve con el carbon por medio de espátulas ó con las manos, y continúa la trituracion solo por un corto espacio de tiempo, despues del cual se une al salitre, y reunidos ya los tres ingredientes, el molino está en su natural ocupacion durante tres cuartos de hora, tiempo que se calcula suficiente para que los ingredientes se mezclen, y que pueda decirse que está *sentada la picada*. Con este conocimiento continúa la trituracion, y al cabo de cada hora, y para que al artífice no le quede la menor duda que por su parte ha puesto en práctica los medios capaces de obtener igualdad en el todo, se cambian entre sí las pastas de unos morteros á otros; escepto cuando solo falten dos horas para dar por terminada la jornada, que desde entonces las pastas siguen triturándose en el mortero que cada una se encuentra, con el objeto de que tomen consistencia.

Si el carbon estuviera de antemano saciado de agua, no habria inconveniente en mezclar primero los ingredientes destinados para la carga de cada mortero; pero en este caso se introduciria poco á poco, y á proporcion que se fuera redu-

ciendo el volúmen, para que las primeras percusiones del mazo, no echáran á fuera parte de ella, habiendo lugar á lo que se llama *soplido*.

Como durante el trabajo las pastas se presentarán secas, hay necesidad de disponer la adicion de agua; y como la época y cantidad la deben marcar mejor la práctica y necesidad particular observada sobre el trabajo, que no las reglas de una invariable teoría, aqui, solo se dirá con respecto á esto, que generalmente se procura conservar á los ingredientes en el mismo estado higrométrico en que estaban despues de mezclados. Dice Morla, que en Francia se humedecen las pastas con un dos á un tres por ciento de agua en dos veces, cuyas épocas son las ocho y once horas de trituracion; otros autores dicen que se hace cuando se traspasa de unos morteros á otros. En España segun el primer autor, para cada setenta y tres libras de pasta, que componen la carga de cada mortero, se emplean de diez á doce y media libras de agua. Lo mas invariable es, que segun sea el tiempo seco ó húmedo, la cantidad de agua llegue ó no á un sesto de la carga, para que las pastas al fin de la trituracion, no se encuentren tan secas que no tengan trabazon para formar grano, ni tan húmedas que formen fideos: pues aunque en este caso se podria esperar para el graneo á que se secasen, el salitre disolviéndose, se presentaría en la superficie en mayor cantidad de la que le pertenece, y quedaria alterada la proporcionalidad de la mezcla, para cuyo logro se ha trabajado tanto.

Tampoco es arbitrario el tiempo de la percusion, ó mejor dicho, la suma de golpes que sufre la pasta hasta dar por concluida la íntima union de sus ingredientes; y con el fin de trazar la senda que algun dia puede acaso conducir á un investigador feliz á fijar sobre este punto una regla razonada, se espondrán en su debido lugar las diversas prácticas, con los diferentes datos que en esta cuestion juegan con un valor de significativa influencia. Lo mismo haremos con cuan-

to tiene relacion con el granco, y demas trámites que recorre la pólvora hasta su conclusion y almacenage.

Molino de percusion.

145. El perfeccionado por Belidor ha sido el que ha servido de base para todos los que de su especie se usan y su descripcion es la siguiente.

La figura 1.ª de la lámina 3.ª representa el plano de este molino. *A A* canal que suministra el agua necesaria para mover la máquina: *t u* cabezal del marco, en cuyos costados juega la *tajadera, paradera ó compuerta* por sus correspondientes batientes; *x* espiga unida á la tajadera, es un tornillo ó husillo que atravesando por un agugero del cabezal enrosca en la manivela: *i z* manivela con su agugero de tuerca correspondiente al tornillo de la espiga *x*; por medio de la cual haciéndola girar hácia un lado ú otro se sube ó baja la tajadera: *B C* rueda hidráulica de 24 alas ó paletas: *D E* su eje, en el cual está colocada y asegurada verticalmente la rueda dentada *F G*, siendo dicho eje comun á ambas ruedas. Gira por medio de espigones, muñones ó gorrones, en quicios, lunetas, muñoneras ó gorroneras *n*, colocadas y aseguradas encima de durmientes *o*, que descansan sobre sus respectivas plataformas ó caballetes, véase la lámina 5.ª: *H I* linternas en que engrana la rueda dentada *F G* de 26 bolillos: están unidas á los árboles ó ejes *K J*, *M V*, que giran, como el *D E*, sobre sus correspondientes lunetas: *aa'*, *bb'*, *cc'* &c. doce levas ó palancas que atraviesan cada árbol formando 24 brazos de palanca, y sirven para elevar las mazas ó pilones de los respectivos morteros 1, 2, 3, &c. Para comprender la disposicion de las levas en el árbol, considérese este como un prisma

::

duodecagonal, y que la primera leva le atraviesa por dos planos opuestos, y á iguales distancias de las dos aristas pertenecientes á cada uno de estos planos; la segunda por los dos planos opuestos contiguos á los anteriores; la tercera por los dos planos opuestos siguientes á los que preceden, y asi sucesivamente; dividiéndolas á todas por medio el eje del árbol. Como los morteros están equidistantes, los puntos de este eje en que están divididas por medio las levas lo están igualmente; infiriéndose de lo dicho, que los estremos *a*, *b*, *c*, &c. ó los *a'*, *b'*, *c'*, &c. de las levas se hallan en una línea espiral, como las aristas de la espiga ó rosca de un tornillo. Al árbol asi armado de sus levas ó palancas se llama *erizo* : 1, 2, 3, &c. fila de morteros donde se asientan, trituran é incorporan los ingredientes. Están abiertos, formados ó vaciados en un grueso madero fajado con abrazaderas de hierro *r* para mayor resistencia. En los lados mayores de la superficie superior de este madero hay colocadas dos tablas *s* puestas de canto ó perpendicularmente, y aseguradas á él con las mismas abrazaderas, para evitar en lo posible el desperdicio de los ingredientes que escupen los morteros. A la del lado opuesto al árbol se dá menos altura que á la otra como manifiesta la lámina 5.ª, para que no impida las operaciones de poner en los morteros los ingredientes, y remover y estraer la pasta: *O*, *P*, *Q*, *R*, pies derechos á que se ensamblan y aseguran los tirantes que forman los cepos por donde suben y bajan verticalmente las mazas: *S*, *T*, toneles enfilados por sus respectivos ejes *J L*, *V N*, al rededor de los cuales giran por medio de los árboles *KJ*, *MV*, que dan movimiento á las mazas. Se pone en cada tonel como $1^1/_2$ quintales de pólvora. Su objeto es pavonar esta municion y dar á su grano una forma mas redonda; á cuyo fin se atraviesan en el interior cuatro ó seis listones paralelos y equidistantes entre sí, y con el movimiento lento y continuado recibe el grano aquella frotacion necesaria para destruir sus asperezas y partes mas angulosas. El tonel *S* se representa visto por su parte esterior; y el *T* cortado por medio, para manifestar

los espresados listones. Los estremos esteriores de los espigones *J, V*, deben ser mas gruesos que los restantes, y haber en ellos mortajas cuadrangulares en que entren los estremos de los espigones de los ejes de los toneles, para poner y quitar estos con facilidad cuando convenga: *Z Y*, zapata en que están espigados los pies derechos y las tornapuntas de los caballetes, que sostienen los cabezales por los estremos *K, M*, de las linternas y erizos. Por los otros estremos se sostienen en los cabezales comunes á los erizos y toneles, donde encajan las lunetas *J, V*: *X* paredes del molino.

La fig. 2.ª representa las vistas de una maza y el perfil del mortero cortado por un plano vertical, transversal al madero, en que está abierto y que pasa por su eje: *A* es la maza vista de costado, ó por la parte opuesta á la linterna: *c d* es la *contera* ó *gorron* de bronce que obra inmediatamente sobre la pasta en las percusiones de la maza; y *e b* la *sobarba* ó *maneta* en que engrana la leva para levantar dicha maza, á la cual está asegurada por la cuña *b' g*: *B* la maza vista de frente, pero sin la contera, sobarba y cuña: *h d* es la espiga que entra y se asegura en la contera: *l m* la abertura ó mortaja para colocar y afirmar la sobarba; y *n* un agugero por donde se atraviesa una clavija para colgar ó suspender la maza sobre los tirantes, cuando conviene suspender su movimiento: *E* perfil de uno de los doce morteros iguales que hay abiertos en cada madero. Su boca forma una especie de embudo, para facilitar la operacion de cargarle; y lo demas es como se vé, de una figura conveniente para que cuando cae en él la maza *A*, el misto comprimido suba siguiendo las paredes hasta cierta altura, y caiga despues al medio de su fondo, para recibir nuevos golpes, con lo que se revuelve naturalmente el misto por la accion misma de la maza, y resultan bien triturados é incorporados los ingredientes. El macho *F* es una pieza de madera fuerte, que se introduce ajustada en su correspondiente mortaja, hecha en el fondo de cada mortero, atravesando el madero en que este está construido, para que recibiendo el macho el gol-

pe de la maza, no padezca dicho madero. Su figura debe ser la de un cono truncado, cuya base mayor está en la parte superior.

De todo lo espuesto resulta, que elevando la *tajadera* por medio de la manivela *y z*, el agua entra por la canal en que está la rueda *B C*; choca contra sus paletas, y pone en movimiento de rotacion á dicha rueda, y por consiguiente á la dentada *F G*: esta lo comunica á las linternas, á los árboles y á las levas; y estas últimas elevan las mazas que caen por su propio peso, cuando dichas levas las sueltan.

La lámina 4.ª representa la elevacion del molino de percusion de la lámina anterior.

Para evitar confusion en la figura, se ha suprimido la linterna que debiera verse delante de la rueda dentada, que es la *I* de la lámina anterior, y el árbol y demas piezas de la máquina que corresponde á ella; representando solamente las pertenecientes á la linterna *H*, como si el molino fuera sencillo. *B C* rueda hidráulica: *F G* rueda con 42 dientes: *DE* eje comun á estas dos ruedas: *H H'* linterna: *N* árbol en que están dicha linterna y las levas que mueven las mazas: *O P* madero en que están formados los morteros: 1, 2, 3, &c. sus mazas: *a e*, *f g* tirantes ensamblados y asegurados con clavijas á los pies derechos *Q*. A la parte opuesta hay otros dos como manifiesta la lámina 3.ª; pero son mas anchos en la parte comprendida entre los dos pies derechos *Q* que entre los estremos, que es lo que se descubre en la citada lámina. En los planos interiores del tirante *a e* y el opuesto á él, y lo mismo en el tirante *f g* y su opuesto, hay cortes ó mortajas que forman correderas por las cuales suben y bajan los mangos de las mazas con la precisa holgura, para que sin dejar su posicion sensiblemente vertical se eleven y caigan con libertad: *b c d* cabezas de los tornillos con que se aseguran entre sí cada dos tirantes: *x u* maderos que atraviesan el edificio por su ancho, en los cuales están asegurados los estremos superiores de los pies derechos *Q* de la máquina: *o o*; *p p*, espigas de los pies derechos que atraviesan por mortajas abiertas en los maderos

x, u: *S* tonel para pavonar la pólvora: *m* gafete para mantener cerrada la portezuela de la abertura por donde se introducen y sacan las pólvoras: *Z* paredes del edificio: *T* estribo: *X, V* vigas maestras para sostener y asegurar la tablazon con que está cubierto el edificio.

La lámina 5.ª representa otra elevacion del molino de percusion de las dos láminas anteriores, visto por la parte opuesta de las linternas.

Se han omitido los toneles y sus ejes: de suerte que si se prescinde de los extremos de los maderos en que están construidos los morteros y que sobresalen de los pies derechos, se puede considerar esta lámina como el perfil de la máquina representada en la 1.ª, cortado por entre los espresados pies derechos y los ejes de los toneles *S, T*: *AB* marcos para la compuerta con que se dá y quita el agua que mueve la máquina: *c d* batiente del mismo: *n o* tajadera ó compuerta. Se la supone levantada, dejando una abertura cuya altura es *B n*: por esta abertura sale el agua á chocar contra las paletas *h* de la rueda *J*, que es la *B C* de las dos láminas anteriores: *Bfkls* suelo de la canal: *O* rueda dentada que es la *FG* de dichas láminas: *E* eje comun á las ruedas hidráulicas *J* y dentada *O*: *IG, HF* linternas: *N, L* erizos: *Q* caballetes que sostienen al eje *E* y á los erizos *N, L*: *R, P* maderos en que están construidos los morteros: *x u* puente atravesado por el ancho del edificio, y cuyas paredes se afirman por sus estremos: *gr, gp* pies derechos: 12 mazas: *t* sobarbas: *e* tirantes enlazados á los pies derechos, que forman los *cepos* ó *guias* para el juego de las mazas: *VV, XX* vigas maestras sobre que se colocan y aseguran los órdenes de tablas con que se cubre el edificio: *m* clavijas para asegurar entre sí las tablas.

146. El trabajo útil de la máquina, partiendo del grado de division de la mezcla y de la compresion de las materias sometidas á la accion de las mazas, depende evidentemente del trabajo mecánico que en cada caida ejercen las espresadas mazas sobre la materia, y del número de golpes que la carga,

supuesta invariable, sufre. La accion mecánica de cada maza en cada caida, es igual á la mitad de su fuerza viva, que ella misma es igual, al producto del peso de la maza por la distancia recorrida en la caida. De donde resulta, que el trabajo útil del molino en un tiempo determinado, por ejemplo un segundo, es igual al producto que resulta de multiplicar el número de mazas que caen durante este tiempo, por la altura de su caida. Este efecto con respecto al trabajo motor, es siempre menor en virtud de los rozamientos; y la pérdida puede disminuirse combinando la buena construccion de las partes, con su mas útil colocacion.

147. La velocidad de un punto cualquiera de la circunferencia de la rueda se encontrará facilmente, cuando se conozca el número de golpes que dá una maza en un tiempo determinado como por ejemplo un minuto; pues que si aquel se representa por n, como que la máquina es conocida, se sabe el número n' de los palillos que tiene la linterna, asi como el rádio R de la rueda y el número n'' de sus dientes. Ahora bien, por la construccion del erizo y combinacion de este con la linterna y rueda de la máquina, resulta 1.° que $\frac{n}{2}$ será el número de revoluciones que ha hecho el erizo en un minuto; 2.° que las del árbol y las de la rueda estarán en la misma relacion que n' y n''; por lo tanto que $x = \frac{nn''}{2n'}$, espresará el número de las revoluciones de la rueda en la unidad de tiempo: y $\frac{nn''}{2n'} \times 2\pi R$ la velocidad del punto dado de su circunferencia.

148. Segun las noticias que hemos podido adquirir de la fábrica de pólvora de Murcia, resulta que la diferencia que hay entre el molino de percusion acabado de describir, y el de la

misma naturaleza de nuestra fábrica, consiste en que en el de esta, cada molino se compone de dos edificios con la separacion necesaria para que una rueda hidráulica dé movimiento al mastil erizo de cada uno, y estos se lo dén á las mazas (*que no tienen gorrones*) por medio de las levas que apalancan en las sobarbas. Cada edificio encierra su máquina con ocho morteros de piedra, en cada uno de los cuales se coloca un quintal, ó bien de ingredientes, ó de polvos resultantes de elaboraciones anteriores. La cantidad de movimiento de las mazas varía notablemente *por ser distintos sus pesos.*

149. Con respecto á la marcha que en este establecimiento lleva la fabricacion de la pólvora, tambien sabemos lo siguiente.

Para proceder á hacer el asiento, de los ingredientes, se conduce á los molinos el salitre y el carbon en los mismos sacos que se hallan en los almacenes en los cuales están pesadas de antemano las 75 libras del 1.° y las 12 $^1/_2$ del 2.°. El peso del azufre no se hace hasta el momento de emplearlo, que entonces se lleva al molino en panderos proporcionados al volúmen. Preparado todo de este modo, se vierten en cada mortero los dos tercios de la cantidad de carbon que corresponde á su carga, en seguida el total del azufre, y despues 12 cuartillos de agua del rio Segura, bien que esta cantidad puede variar á juicio de los maestros polvoristas, segun es el estado de la atmósfera, la temperatura, y el peso de la maza. Ejecutada esta operacion de pura práctica, se revuelve todo con espátulas de madera hasta que el azufre y el carbon se hallen mezclados lo mejor posible, en cuyo caso se vierte ya en cada mortero la mitad del salitre que corresponde á su carga, dejando el resto en el saco abocado á su correspondiente mortero, y que sucesivamente se derrama en él á proporcion que el trabajo de las mazas que principia en este momento va permitiendo su cabida. Lo mismo se hace despues con el tercio reservado de la cantidad de carbon, y desde luego

que están los tres ingrediantes en totalidad, se tiene el mayor cuidado en que la pasta tome el movimiento de circulacion desde la parte superior del mortero á su fondo, y de este á aquella subiendo por las paredes del espresado mortero; porque de este modo se establece la posible igualdad y homogeneidad en el resultado. Es dificil conseguir el movimiento circular antes de la media hora de trituracion por el estado de la pasta; pero se ayuda al efecto con la espátula colocándola sobre la pasta que hay en el fondo, de suerte que la comprima contra los costados por el golpe que sobre la misma espátula dá la maza: y al mismo tiempo que sube por las paredes del mortero se prepara el mismo útil para obligarla á caer en tiempo oportuno, porque no solo asi se consigue la espresada igualdad, sino que se evita el caso factible de una voladura si chocase siempre la maza sobre un mismo punto.

Conseguido el movimiento de circulacion en la pasta se cierran los molinos, y se hacen cargo de las llaves los maestros de guardia, que con frecuencia deben ecsaminar el estado de la máquina y de la pasta.

Estando prevenido que la trituracion de los ingredientes se haga en 30 horas, se toma la prevencion de disminuir en una mitad la velocidad de las mazas durante la noche; quedando reducidas á dar unos 12 golpes por minuto cada una de ellas.

La operacion de *vuelta de plato*, se acostumbra á practicarla á las 24 horas del asiento de la jornada, y está reducida á sacar la pasta de un mortero y colocarla en un saco: se cuelga y limpia la maza, y se traspasa el material del inmediato al que ha quedado desocupado siguiendo este orden entre cada cuatro; de modo que en el último mortero se pone la pasta del primero que se habia colocado en dicho saco. Traspasadas las pastas de unos morteros á otros con los platos de cobre, se procede á desmenuzar con las manos los terrones que forma; concluido se deja á las mazas que estaban colgadas, dar

tres ó cuatro golpes sobre el material para que haga asiento, y en seguida se vuelven á colgar y se vierten como tres cuartillos de agua sobre la pasta, ó la cantidad necesaria segun las circunstancias del tiempo y la humedad que conserven, y se revuelven perfectamente con la mano, para que absorban igualmente aquella agua: procediendo en seguida á descolgar las mazas y continuar la trituracion; pero ayudando con las espátulas, hasta que se establezca la circulacion en las pastas, desde la parte inferior del mortero, hasta la superior, y que desde estas se desprenda al centro. Dos ó tres horas antes de concluir el tiempo total de la trituracion, se procede á apiñar el material; lo que se verifica colgando las mazas para poderle remover con las manos; se añade al de cada mortero el agua que necesite para salir en buen estado, conociendo esto los maestros por el tacto y volviendo á removerlo, se deja continuar la accion de las mazas. Desde esta nueva operacion los maestros tienen cuidado de que no se seque demasiado la pasta, para lo que van colgando las mazas que corresponden á las que están en su punto; pero la práctica les hace rociar las pastas con la cantidad de agua necesaria, para que lo general de ellas marchen con igualdad en el todo de la jornada.

150. Terminada la trituracion, se sacan las pastas de los morteros, sirviéndose de platos de cobre y puestas en sacos, se conducen al taller de granear. En este se vacían las pastas sucesivamente y conforme se van necesitando, en capazos de esparto forrados interiormente de badana, de donde toman los operarios con panderas pequeñas, como seis libras de materia que vierten en cada criba *rompedera*, estando estas pendientes de una percha por tres ramales de cordel de azote, que se reunen á distancia de dos y media varas. Como no seria suficiente para reducir á grano la pasta con las cuatro ó cinco piedras de estaño de peso de media libra cada una que se ponen en las cribas, segun conocen los maestros ser la densidad de aquellas, comprimen las partes mas voluminosas con la ma-

no, ó las rompen con pequeños mazos de madera antes de ponerlas en las cribas; y dando el operario á estas el movimiento horizontal asi como el vertical, aunque insensible, obligan á pasar la pasta por los agugeros de la criba: cayendo en las artesas, no solo el grano, que es del mismo diámetro que dichos agugeros, si que tambien el de menores dimensiones y el polvo fresco que resulta de esta operacion. Se recojen de las artesas estos productos en cedazos con telas de cerda, conteniendo cada uno cuatro ó seis libras y se separa el polvo, cerniendo aquella porcion y manejando cada operario dos cedazos á los que dán sobre la cernedera un movimiento semejante al de las cribas.

151. Cuando se reune suficiente cantidad de grano, se conduce en sacos al *Pavon*, cuyo edificio está dispuesto del mismo modo que los molinos; pero en el interior en vez del mecanismo para las mazas, solo hay un mastil en cada lado que pasa por medio y sirve de eje á dos toneles, en los que se pone el grano en cantidad de 4 ó 5 quintales que ocupan el tercio de su capacidad; siendo muy lento el movimiento de rotacion de los toneles, en los que permanece el grano por espacio de una hora.

152. Despues que está pavonada toda la jornada y cumplidas las circunstancias prevenidas por ordenanza, se procede al asoleo. El local destinado para este objeto esta dentro del establecimiento en una plazuela que baña el sol desde que sale hasta que se pone, y en el que hay dispuestas diferentes calles paralelas formadas por postes de piedra de modo que el zarzo de cañas que se coloca sobre ellos, queda en una inclinacion respecto la horizontal de 10 grados, siendo 2 $^1/_2$ y 3 $^1/_2$ palmos la altura de los postes y 5 $^1/_2$ la distancia del mayor al menor. Los zarzos se cubren con mantas de gerga y sobre estas se estiende la pólvora con las manos, formando una capa como de una pulgada de espesor en la estacion de verano y menor en la de invierno. Seca la pólvora por la superficie, se

cogen las mantas por sus estremos reuniendo la de cada una en montones hácia el centro de ellas, y colocadas como al principio las mantas se estiende por segunda vez la pólvora en la forma dicha; cuando se conoce que esta bien seca, se conduce en las mantas al taller de granear y se deposita á granel en artesas, permaneciendo amontonada para que conserve el calor hasta el inmediato dia, en que se limpia y clasifica.

Estas dos operaciones se practican conduciendo los operarios la pólvora en pequeñas panderas, desde la artesa á las cribas igualadoras, cuyos agugeros son de diámetro algo mayor que el del grano de fusil, de modo que pasa este y cae en una artesa mezclado con polvorin, quedando encima de la criba el de cañon y otros de mayor volúmen, que suelen saltar de las en que se rompe la pasta. La porcion que pasa se recoge y en cedazos finos con telas de cerda se cierne quedando por lo tanto libre de polvorin; y la que no ha pasado se criba en otra llamada colador y que permite pasar el grano de cañon; reuniendo con el polvo resultante los de mayor tamaño para volverlos á elaborar como queda dicho.

153. Si nos es permitido hacer algun comentario sobre lo que acabamos de manifestar, diremos: 1.° que seria muy conveniente que el peso de las mazas fuera uno mismo en todas, porque de este modo quedaria mejor garantida la homogeneidad de la picada. 2.° Que se usára de agua destilada para amasar primero, y despues para humedecer la pasta; porque asi se evitará que se incorporen á la pólvora sales y otros cuerpos que ha costado mucho trabajo desalojar del salitre. Lo sencillo y poco dispendioso que es el llevar al agua á un estremo grado de pureza, nos permiten ver *solo* ventajas en que se use asi en un cuerpo en que por consideraciones atómicas se han determinado las cantidades de sus componentes y valuado su potencia. Y es tan interesante el que la mezcla del salitre, azufre y carbon salga guardando en todas sus partes la proporcionalidad atómica conveniente para la mejor y mas pronta reaccion

en el acto de la combustion, que creemos útil lo que en otras naciones se hace en el dia antes de mezclar los componentes de la pólvora; que se reduce á pulverizar separados los ingredientes, ó bien en molinos de percusion, ó tambien y es mejor, en los de compresion, ó en los de balines de metal. En algunos puntos se sigue el método de triturar separadamente por medio de los toneles al carbon cuya pulverizacion es la mas dificil, unirle despues el azufre en panes ó pedazos para hacer simultánea su division con la mezcla de carbon, é incorporarle á esta el salitre tamizado por una tela metálica, á fin de concluir simultaneamente su pulverizacion completa y la mezcla ternaria. Nosotros sin embargo, nó somos partidarios de esta práctica que desde el principio carece de los medios que facilitan el que los cuerpos que deben mezclarse puedan hacer su interpolacion recíproca con toda libertad.

154. En Murcia tambien se fabrica actualmente la pólvora por medio de un proceder misto, como podrá inferirse luego que se traten detalladamente los métodos de compresion y de presion; pues en molinos de muelas verticales (169) pulverizan separadamente los ingredientes; en los mismos los trituran despues de mezclados proporcionalmente, y la pasta que resulta la sujetan á los efectos de una prensa del mismo modo que se manifiesta en el (166). De aqui pasa al granco y demas operaciones que llevamos manifestadas. Se llama al resultado pólvora de presion, y por las esperiencias que hemos hecho con ella la encontramos superior á la obtenida por medio de los molinos de percusion. Nos consta que la junta superior facultativa del cuerpo y su digno gefe, se ocupan sin descanso en hacer que en nuestra fábrica de Murcia se adopten todas las mejoras que reclaman los conocimientos modernos, en cuanto son compatibles con la penuria del erario y otras causas que no son de este lugar.

155. En Francia se fabrica la pólvora en los molinos de percusion del modo siguiente.

Se coloca en cada mortero el carbon sin pulverizar que corresponde á su carga, se le echa agua hasta que se sacie de ella y se lo muele por espacio de veinte ó treinta minutos, en cuyo tiempo los mazos dan á razon de cuarenta golpes por minuto y el volúmen del carbon se reduce á la mitad. En este estado se detiene la marcha del molino, se introduce el azufre pulverizado, y se lo revuelve é incorpora con el carbon por medio de espátulas ó con las manos, y continúa la trituracion solo por un corto espacio de tiempo, despues del cual se une el salitre en arenillas. Reunidos ya los tres ingredientes, se pone al molino en su natural ocupacion durante tres cuartos de hora, tiempo que se calcula ser el suficiente para que aquellos se mezclen, y pueda decirse que está sentada la picada. Con este conocimiento continúa la trituracion, y al cabo de cada hora, y para que al artífice no le quede la menor duda de que por su parte ha puesto en práctica los medios capaces de obtener igualdad en el todo, se cambian entre sí las pastas de unos morteros á otros; escepto cuando solo falten dos horas para dar por terminada la jornada, que desde entonces las pastas siguen triturándose en el mortero que cada una se encuentra, con el objeto de que tomen consistencia.

El movimiento de circulacion de la pasta se procura obtener desde luego y con toda la uniformidad posible. La cantidad de agua con que se humedece la pasta, depende de la temperatura, y se echa ordinariamente á las ocho y once horas de trituracion. Esta dura en el dia poco mas de las once horas. Antiguamente se empleaba en esto mismo veinte y cuatro y despues veinte y una; en tiempo de la revolucion se redujo á catorce horas, despues á doce y aun á tres, segun lo ecsigieron las necesidades.

Por el método que hoy se practica la trituracion, la densidad del grano de la pólvora ordinaria de guerra, no gana nada despues de las catorce horas.

156. Han sufrido tambien ligeras modificaciones el peso

de las mazas, la altura de su caida y el número de golpes que dan por minuto. En el dia pesa la maza 40 kgs. cae de 0,36,^{m} y dá generalmente de 55 á 60 golpes por minuto.

157. El personal necesario para un molino de dos baterías se compone de un maestro y cuatro polvoristas. Aquel lleva la direccion de todas las operaciones que se ejecutan en el discurso de la jornada, y ni él ni los polvoristas entran en el molino sino cuando el trabajo lo reclama.

158. Para poder averiguar el efecto útil de la trituracion en un determinado tiempo, es necesario que se conozca la altura de la caida de las mazas, y el número de golpes que en su respectivo mortero dá cada una de ellas en dicho tiempo. Lo primero es siempre conocido desde luego que se fija la consideracion sobre una máquina dada en la que se conoce la velocidad de la rueda en el momento del choque de las levas con las sobarbas; cuya velocidad depende del efecto útil que produce la caida del agua sobre aquella que en toda máquina construida es calculable. El segundo dato se podrá tener siempre que se quiera, adaptando al árbol de la rueda hidráulica del molino el *Contador de M. Bottée*, instrumento por medio del cual se cuentan los golpes de los mazos, y se regularizan todas las operaciones del molino.

159. A continuacion ponemos la descripcion y el uso en esto caso particular, de la máquina contador introducida por M. Morosi en las fábricas de pólvora en Italia, porque es un aparato de aplicacion general para todas aquellas operaciones que ecsigen regularidad escrupulosa de tiempo, y porque consideramos mas útil para el caso presente determinar el número de golpes que debe sufrir la mezcla contando con el peso de los mazos y la altura de su caida, que no fijar el tiempo de la trituracion en e cual puede variar el número de las percusiones con el de la cantidad de agua que sirve para graduar la velocidad de la rueda hidráulica de la cual depende el movimiento total.

Si se ecsamina bien el enlace que se ha establecido entre el

eje de la rueda hidráulica *A*, figuras (1.ª lám. 11) y el piñon *P* de ocho aspas que engranan en la rueda dentada *R R* de 96 dientes, se comprenderá que el movimiento que se imprima á la primera se comunicará á la segunda con la graduacion correspondiente. Ahora bien, si el eje de esta última se prolonga convenientemente, y en su superficie cilíndrica se marcan los pasos de una hélice, al mismo tiempo que en el indicador *Y* se construye su correspondiente tuerca, se conseguirá que camine por toda la longitud del eje *a a* cuando este se halle animado del movimiento de rotacion que le es consiguiente á estar la máquina en accion.

El indicador tiene en la parte superior el índice *i* que vá marcando en la regla *E E* el número de vueltas de la rueda *R R* y el estremo inferior *p* de aquel, indica en la regla *E' E'*, cuando deben hacerse los cambios y otras manipulaciones que tienen lugar durante toda la operacion del batido, y que quedan ademas espresados en la teoría general de la conducta prescrita para los obreros en cada jornada.

Si pues se crée que 36000 golpes son suficientes para obtener bien triturada á la mezcla, estos 36000 deberán dividirse por 8 que son los cambios que durante la trituracion se efectúan, y resultará que entre ellos dando cada mazo 3600 golpes, el producto de los 8 será de 28800 en cada mortero. Añadiendo á este producto 7200 que debe dar cada mazo desde el último cambio hasta la estraccion de la pasta, resulta el total deseado de las 36000 percusiones.

160. Para llevar á debido punto de claridad todo problema en cualquiera graduador de esta especie que pueda usarse, fijemos, apoyados en el cálculo de las ruedas dentadas, un ejemplo particular al que se podrá mirar como base de resolucion en casos semejantes. Si suponemos que durante una revolucion completa de la rueda hidráulica, percute cada mazo seis veces, es claro que á las 600 revoluciones cada mazo habra dado sobre la mezcla 3600 que es el número de los golpes que debe dar en

los intermedios de los cambios. Ahora bien, las 600 revoluciones de la rueda hidráulica, habrán hecho dar las mismas al piñon del instrumento, este tiene ocho bolillos que engranan con los 96 dientes de la rueda *RR* del mismo; por consiguiente resulta, que el número de revoluciones de esta en el mismo tiempo, se encontrará dividiendo por 12 el de las del piñon: de suerte, que en el intérvalo de cambio á cambio serán 50 asi como las de su eje ó arbol de la hélice. En toda esta marcha, el indicador que se dirige de izquierda á derecha, habrá caminado por la hélice los 50 pasos que corresponden á igual número de revoluciones, y si se señalan en la regla *E E* estos espacios, es claro que sin mas investigaciones, los cambios de pasta deberán hacerse tan solo cuando el indicador lo marque con su índice.

161. Cuando se quiera detener la marcha del instrumento, se separa el piñon del engranage de las ruedas por medio del resorte *r* figura (1.ª lám. 11); en cuyo caso, tan solo el piñon será el que continúe su movimiento de rotacion á la par que siga el de la misma naturaleza en la rueda hidráulica.

Cuando se quiera volver el indicador al punto de partida desde cualquiera que sea aquel en que se halle en el espacio de la rosca, se desengrana el piñon de la rueda para dejar á esta en libertad de dar en sentido contrario sus rotaciones con el movimiento de la misma naturaleza convenientemente comunicado al manubrio *M*.

La rosca del eje de la rueda *RR* no debe llegar al estremo donde está el manubrio, porque si asi sucediera, y al situarse el indicador en el último paso no cesara la rueda hidráulica de dar vueltas, ó el piñon de engranar en su rueda, la máquina se romperia indudablemente: asi que siempre en el estremo del eje debe haber una parte cilíndrica suficiente para que el indicador colocado en ella, no se interese con el movimiento del eje rosca. Si en lugar del gancho que se vé en la figura (1.ª lám. 11) para establecer el enlace ó dependencia que conviene que haya entre la rueda hidráulica y el piñon, fueran los dos pezones cua-

drados y en contacto, sujetos por una hembra de hierro tambien cuadrada y con sus correspondientes tornillos, en donde á la vez entraran ajustadas las cabezas ó dados de los ejes de la rueda y piñon, el movimiento de la primera se trasmitiria desde luego al segundo, acabarian ambos en el mismo momento, y la ecsactitud estaria en su verdadero punto.

Trituracion por medio del molino de martinetes.

162. Este aparato, usado en Suiza y cuyo motor es el agua, tiene una completa semejanza con el molino descrito en el proceder anterior, pues tan solo varía en que cada mazo está sustituido por otro colocado como se vé en la figura (2.ª lám. 11), y por consiguiente no percute descendiendo por la vertical, sino girando en el punto de rotacion *f*. La longitud de la palanca que hay á favor del mazo, y la de las llevas del árbol que sirven para apalancar en ella, unidas al peso natural de aquel, son datos que influyen en el efecto útil del molino de martinetes, en el cual las baterías de morteros están abiertas tambien en maderos á propósito; son los morteros mas pequeños que los de los molinos de mazos, y cada una de aquellas consta de 5 ó 6. La palanca *gg* con su correspondiente tirante, uno y otro colocado en cada mazo, sirve para colgar á este y suspender el movimiento de ellos durante los cambios de que ya hemos hablado en el proceder anterior, al cual nos referimos en el actual para todo aquello que tiene relacion con los espresados cambios, refrescos, regularidad &c., porque todo en el presente es aplicable del mismo modo y por iguales consideraciones.

Método de fabricar la pólvora por medio de toneles, platillos y prensas.

163. Los químicos franceses Carni y Chaptal, conociendo que los métodos comunes de fabricar la pólvora eran demasiado lentos para el grande consumo que se hacia en la guerra de la revolucion de Francia, y bien persuadidos que el mayor enemigo de este misto es la humedad, idearon abreviar y perfeccionar su fabricacion empleando en ella la menor cantidad de agua posible. Su invencion se puso en práctica á principios de la revolucion en la fábrica de la Unidad; y si hubiésemos de dar entero crédito á Chaptal en todo lo que dice sobre esta fábrica en la 3.ª edicion de sus elementos de química publicados en 1796, los efectos sobrepujaron á sus esperanzas. Las operaciones para fabricar la pólvora por este método se reducen: 1.° á moler y tamizar separadamente los ingredientes: 2.° á hacer la mezcla y una division mas perfecta en toneles por medio de balines de metal: 3.° á dar á la mezcla ó composicion despues de bien molida la consistencia necesaria por medio de una corta cantidad de agua y una prensa.

164. La pulverizacion de los materiales se ejecuta en dos muelas verticales de metal de campanas, de 4 á 6 mil libras de peso cada una, que dan vueltas en una canal del mismo metal, en el que se pone el material, y con la misma máquina se mueven 6 cedazos que tamizan el material conforme se va sacando de debajo de las muelas; es necesario que el azufre quede reducido á polvo finísimo, y asi los cedazos en que se tamiza deberán ser muy túpidos. El salitre y el carbon basta pasarlos por telas de cáñamo algo tupidas; pero ambos deben estar muy secos antes de llevarlos á moler, para lo que se po-

nen en una estufa á la temperatura de 40 á 50 grados del termómetro de Reaumur, bien estendidos sobre bastidores, removiéndolos continuamente hasta reducirlos á arena menuda y muy seca: en los paises calurosos puede hacerse esta operacion al sol.

165. Molidos bien los ingredientes se mezclan en las proporciones oportunas, y se echa la mezcla en toneles de 32 pulgadas de largo y 22 de diámetro, los cuales son de encina reforzados, y por la parte interior tienen 6 listones tambien de encina de 15 líneas de salida, y de 12 á 13 de ancho. En uno de los hondones tienen una abertura de cerca de 6 pulgadas en cuadro, con una portezuela para introducir y sacar el material. Estos toneles están enfilados por un eje de hierro guarnecido de madera, que sale por los dos estremos y descansa en un caballete sobre el cual gira libremente. A uno de los estremos del eje está ajustada una linterna con 22 husos, y engranada en una rueda dentada horizontal de 18 pies de diámetro, la que tiene 216 dientes, y mueve 18 linternas ó faroles. Para esta operacion se emplean 4 caballos que dan vueltas en el piso del edificio en que están los toneles; y cada uno de estos contiene 75 libras de composicion y 80 de metal de campanas en balines de 4 líneas de diámetro. Cada tonel dá 35 á 40 vueltas por minuto; y en hora y media ó dos horas de trabajo se consigue hacer perfectamente la mezcla. Se reconoce que está bien hecha, si estendida con un cuchillo de cobre sobre una tabla bien lisa y puesta al sol, no se advierte desigualdad en el color, ni un átomo brillante, ni resistencia en la presion.

166. Para dar á la composicion la consistencia necesaria y poderse granear, se tienen unos platos rectangulares de nogal de 16 pulgadas de largo y un pie de ancho, cuyos costados están guarnecidos de listones de 5 á 6 líneas de altura y del mismo ancho: los ángulos anteriores de estos listones y los bordes de la parte inferior de los platos están dispuestos de

modo que pueden encajonarse ó entrar comodamente unos en otros. Se pone sobre el plato un pedazo de angeo mojado, (*a*) sobre este se echa una capa de la composicion, y se cubre esta con otro angeo mojado, encima se coloca otro plato dispuesto de la misma forma, y asi sucesivamente hasta 25 platos unos sobre otros, cubriendo el último con una tabla que ajuste sobre él como cada plato con el que tiene debajo, y en esta disposicion se ponen en una prensa fuerte, con lo que se forma una pasta dura, que se desmenuza entre las manos, y se deja orear antes de llevarla al graneo.

167. Esta operacion y las subsiguientes, se ejecutan por el método ordinario, y bastan tres ó cuatro horas de buen sol para secarse perfectamente. No dá la pasta mas que 30 á 40 por 100 de grano.

168. Este es el método revolucionario de fabricar pólvora tan ponderado por su autor; y presentado como preferible á los que se conocian hasta el dia, por todos los químicos que han escrito posteriormente sobre el asunto. No obstante, el General Morla lo impugnó en 1800 en su arte de fabricar pólvora; y su opinion la vemos confirmada por Renaud en su memoria, quien despues de describir esta maniobra concluye diciendo que ha sido abandonada en Francia por las contras siguientes: 1.° el solo coste de las prensas inventadas para formar la pasta era muy crecido, y habia que multiplicarlas en gran número: 2.° las capas de la composicion contiguas á las telas mojadas recibian demasiada humedad quedando secas las del centro: 3.° dichas telas se impregnaban de salitre, y lo robaban á la pólvora: 4.° la fuerza de la prensa aglomeraba algunas partes de la composicion, y apenas podian granearse: 5.° la com-

---

(*a*) Es conveniente que el agua en donde se humedecen, esté desde un principio saturada de azoato de potasa; pues de lo contrario se saturaria á espensas del salitre de la pólvora.

presion no era igual en todas las prensas: 6.º en el gráneo resultaban muchos granos de poca ó ninguna consistencia. Esto no obstante, los adelantos de la maquinaria vuelven á presentar como útil y ventajoso el método de compresion de la pólvora en pasta por medio de fuertes prensas, mas cencillas y económicas que las de aquella época.

Método de fabricar pólvora usando del molino de muelas.

169. La esplicacion de este aparato la copiamos íntegra del tratado del artillería del Excmo. Sr. D. Tomas de Morla, y adoptamos por lo tanto las láminas que de él corresponden al mismo.

En la figura 1.ª de la lámina 6.ª se representa el plano del edificio, máquina y parte del juego de aguas de un molino doble de compresion para fabricar pólvora.

A, A. Manivelas por medio de las cuales se hacen subir y bajar las tajaderas, dando mas ó menos paso al agua en los dos ramales del canal, segun la cantidad que sea necesario suministrar á la rueda hidráulica que pone en movimiento la máquina.

B'. Puente.

C, C. Desagües de los dos ramales.

B C. Rueda hidráulica de alas ó paletas.

E D. Arbol ó eje de esta rueda, que gira sobre sus correspondientes lunetas.

F G. Rueda dentada, cuyo eje es el mismo *E D* de la hidráulica.

Sus dientes no están en el canto, ó superficie cilíndrica,

sino en el plano de la pina; y en lugar de ser los ejes de los espresados dientes prolongaciones de los radios de la rueda, son perpendiculares á ellos. A esta especie de ruedas llaman algunos *ruedas estrelladas.*

H. Eje de dos linternas. La inferior es *fs*, á la cual da movimiento la rueda *FG*. La superior es *Ii*, que lo comunica á la rueda dentada *MK*, cuyo eje es *L*.

Nn, *Oo*. Linternas á las cuales dá movimiento la rueda *MK*.

P, *Q*. Ejes de estas linternas. En cada uno se atraviesa una barra de hierro que sirve de eje á dos ruedas de piedra colocadas verticalmente, que ruedan sobre otra fija y horizontal.

S, *R*. Pies derechos sobre que se monta el puente para asegurar los bujes en que giran los pernos ó espigones de los estremos superiores de los ejes *P*, *Q*.

b. Planos de las *yuseras* ó ruedas horizontales, tambien de piedra, sobre las cuales ruedan las verticales de cada molino.

1, 2, 2, 3. &c. Tablones en que se forma la mesa circular para contener los ingredientes y pastas,

6, 7, 10. Pies derechos enlazados con travesaños para unir y afirmar la armazon de la mesa.

Z. Pared que se construye de ladrillo ó piedra, para cerrar el edificio por el costado de la rueda hidráulica.

Y, *X*, *V*. *T*. Pies derechos que sostienen el tejado del edificio; á los cuales se afirman varias piezas de la máquina.

x. Pies derechos para formar los huecos de las ventanas, y para seguridad de las sencillas paredes del edificio.

La figura 2.ª manifiesta una de las linternas que dan movimiento á las dos piedras de cada molino; y la disposicion con que están unidos á su eje los *peines.*

NO. Linterna.

Pp. Su eje cuyo perno ó espigon inferior *p* gira en el correspondiente quicio, como manifiesta la lámina siguiente.

ba, *de*. Dos tirantes que atraviesan este eje; en los cuales se asegura el armazon de los peines.

e f, g h. Tirantes en cuyos estremos *f, h,* se afirman los peines.

Estos siguen el curso de las dos piedras verticales; y su objeto es remover la pasta de las orillas, y echarla al medio, para que aquellas vuelvan á comprimirla.

5. 6. Abertura del buge de bronce donde se asegura el eje de las piedras (véase la lámina 7.ª).

1, 2, 3, 4. Tornillos para asegurar el buge en el eje.

La figura 3.ª manifiesta el plano de la yusera, ó rueda horizontal de piedra, y de los peines.

El espacio comprendido entre los círculos 1, 1 y 2, 2; es el que recorren las ruedas verticales de piedra y *f e, h j* son los peines: las puntas *f, h* van delante; y por la figura y curso de estos peines, se ve que la pasta que encuentran la remueven y la vuelven á echar al parage por donde ruedan dichas piedras.

La lámina 7.ª representa la vista ó elevacion del molino doble de compresion de la lámina anterior.

C. Cimiento de piedra construido con firmeza para montar sobre él las ruedas de piedra.

B, b. Yuseras, ó piedras horizontales sobre cuyos planos ruedan las verticales *A, a, A'.*

1, 2. Mesas construidas de tablones alrededor de la piedra horizontal: sus superficies inclinadas hácia el centro impiden que se viertan los ingredientes y pastas que separa la compresion.

3, 4, 5, 6. Pies derechos y travesaños con que se unen y afirman estas mesas.

P p. Uno de los ejes verticales en que se atraviesan y aseguran los de las ruedas de piedra *A, a.*

El espigon de su extremo inferior gira en su correspondiente gorronera; cuya espiga entra en una mortaja hecha en la yusera *B.*

Q. Extremo superior del otro eje igual al anterior.

Las ruedas *F G*, *M K*, y las linternas *s f*, *N n*, *I i*, *O o* son las mismas que las señaladas con estas letras en la figura 1.ª de la lámina anterior.

L l. Eje de la rueda *M K*.

R S. Puente que descansa sobre los pies derechos y paredes del edificio; en el cual se aseguran los buges en que giran los espigones *P Q*.

z. Espigas de las maderas que se atraviesan de uno á otro puente. Estas maderas se unen en los parages correspondientes por teleras ó travesaños que aseguran los buges en que giran los espigones superiores de los ejes de la rueda *M K* y de las linternas *I i*, *s f*; como se puede comprender por las líneas paralelas de puntos de la figura 1.ª de la lámina anterior.

Las dos muelas verticales se mueven á distancias desiguales del eje de rotacion; y de este modo resulta, que las materias que se escapan hácia el eje por la muela esterior, sufren la accion de la interior, y la que se separa de aquel por esta, se coloca en el camino por donde vuelve la primera. En la fábrica de Wetteren, los puntos medios de las muelas se encuentran el uno á 0,^{m}67 y el otro á 0,^{m}93 del espresado eje.

170. Las paredes del edificio de estos molinos son con frecuencia de madera. En Francia solo es de mampostería la del costado de la rueda hidráulica, y los restantes y el techo ademas de ser de madera, tienen muchas válvulas y las puertas se abren de adentro á fuera; todo con el objeto de que cedan con mas facilidad á la presion de los gases, y sean menores los efectos de las esplosiones. En Inglaterra, el techo es generalmemte de tablas, y el suelo interior del molino consiste en una capa de arcilla batida.

171. En algunos molinos de Cambrige hay un aparato destinado á inundar de repente todo el taller en caso de un incendio.

172. Ecsige la aplicacion particular que se dá á este aparato, que en caso de ser lapídea la naturaleza de las ruedas se

emplée para su fabricacion el carbonato cálido, materia que en sí no envuelve ningun elemento de produccion de fuego. Tambien se usan de fundicion de hierro ó de bronce; y en todo caso es necesario dirigir la operacion y la combinacion de las partes entre quienes se efectúa la mezcla sin olvidar que segun Aubert, Lingke y Lampadius, la pólvora se inflama ó bien por efecto de la acumulacion sucesiva de calórico que es el caso de los rozamientos, ó bien por el producido en consecuencia de percusiones ó choques de hierro con hierro, de laton sobre laton, de este sobre hierro y de cobre sobre cobre aunque este caso es mas raro. De esperiencias hechas en Inglaterra, se ha sacado por resultado que tambien puede inflamarse la pólvora por el choque de bronce sobre cobre, de hierro sobre marmol, de cuarzo sobre cuarzo, de plomo sobre plomo; y que igualmente puede inflamarse si se tira una bala de plomo contra un péndulo polvoreado con pólvora. Por último, está probado que el calor desprendido por la cal al tiempo de hidratarse, es suficiente para poner en combustion á la pólvora y convertirla en productos gaseosos.

Las muelas de mármol, ó de carbonato calizo fétido, son preferibles á las metálicas; porque si bien tienen el inconveniente de absorber la humedad de la pasta, se salva aumentando la cantidad de agua con que debe atenderse á la debida trabazon, y son menos probables de este modo los casos de esplosion.

El peso de las muelas es muy variable, las que lo tienen menor son los molinos de Sajonia que lo es en cada una de 150 kilógramos: el peso de las que se usan con mas generalidad, es de 2500 á 5000 kilógramos, y en Rusia llegan á ser de 14000. La velocidad de la muela está en razon inversa de su peso; y el número de revoluciones que dá por minuto, es ordinariamente de 8 á 10 movida por agua, y de 4 á 5 procsimamente cuando es con sangre.

173. Si se trata pues de atender como es forzoso al efecto útil de esta clase de máquinas, es necesario tener presente tanto para las ruedas verticales como para las que operan en po-

sicion horizontal, que á todo agente mecánico le es necesario un determinado tiempo para ejecutar el mácsimo trabajo; por consiguiente, que para fijar la velocidad de las muelas es preciso contar con su peso, puesto que por el principio establecido, el mínimo trabajo conseguido será cuando una mezcla poco pesada esté animada de una velocidad grande; porque entonces será cuando la pasta, por ambas causas, se hallará menos comprimida. Resulta por lo tanto, que debe ecsistir una relacion determinada entre el peso y la velocidad de la rueda si se quieren uniformar los resultados de esta clase de molinos, en los cuales deben considerarse á las muelas como una parte de ellos encargada de trasmitir la fuerza motriz al punto de la resistencia útil, y de verificar la trituracion con sujecion al resultado que origina la natural descomposicion de la resultante y que manifestamos á continuacion.

174. El trabajo útil es aquel que se emplea en machacar la materia que se presenta delante de la muela y sobre la cual camina esta. De suerte que la fuerza que lleva la muela se descompone en dos; la una en direccion perpendicular al obstáculo, y que continuamente es renovada en el discurso de las revoluciones de la muela, y la otra vertical que se emplea en elevarla hasta colocarla sobre las capas ó montones de la mezcla ó pasta, que en ambos casos no es de naturaleza resistente. El trabajo útil de esta última seria cero, si el peso de la misma muela no la hiciera descender sobre la pasta, é integrase completamente y desde luego el efecto. Asi que, puede decirse que el efecto útil está representado en el producto que resulta de multiplicar la fuerza comprimente, compuesta de la normal al obstáculo y del peso de la muela, por la estension de estas compresiones; y que es la diferencia que hay entre la fuerza absoluta del motor y la suma de las pérdidas que se originan por los rozamientos en diversos puntos del aparato.

175. El diámetro de las muelas es en Sajonia de 0,^{m}5; y en los demas paises varía entre 1,^{m}2; á 2,^{m}6. La figura mas

comun es la cilíndrica; pero en Sajonia son lenticulares, y en Prusia (fábrica de Neisse) tronco-cónicas como las de los molinos de aceite. Esta forma fue propuesta por M M. Bottée y Riffault, con el objeto de evitar el rozamiento que se origina en las cilíndricas en el momento de desviarlas *continuamente* de la direccion de la tangente á la curva que recorren en sus revoluciones, causa á veces esclusiva de inflamaciones; pero hay á favor de las cilíndricas para que sean las admitidas con mas generalidad, que este mismo rozamiento que se mira peligroso, es el que precisamente contribuye á que los componentes de la mezcla lleguen al mayor grado de division, y que esta resulte lo mas íntima posible. Por esto se procura tambien que sea pequeña la distancia de las muelas al eje de rotacion para que resulte muy pronunciada la curva, y el cambio de direccion lo sea tambien y por consiguiente mayor el efecto.

176. Cuando se dá movimiento al molino por medio de caballerías, se dispone de modo que la circunferencia que describen estas no tenga menor diámetro que el de 4 metros como sucede en la fábrica de Wetteren; pero es mas ventajoso para la potencia y el motor que sea de 5 á 6 metros. Datos son estos que requieren su correspondiente raciocinio para fijarlos en cada caso particular, por ser diferentes en cada uno las circustancias que intervienen en el problema, y que influyen en la determinacion mas ó menos ventajosa de las partes en las cuales su intervencion lejos de ser siempre de un resultado absoluto, es las mas veces de pura relacion entre las partes combinadas.

177. En Alemania y en Bélgica se trituran separadamente el salitre y el azufre, y á la mezcla se le une el carbon en pedazos para llevar á cabo la confeccion ternaria. En Inglaterra se muele en algunas partes el azufre, y despues se une el salitre y carbon cuando estos se hallan ya en el mismo estado por la accion de otro molino. Tambien está en uso en la fábrica d' Esquerdes en Francia, y en las de Inglaterra dependientes del gobierno, el reunir á los tres ingredientes en pedazos, y someterlos

desde luego á la trituracion. Por nuestra parte, ninguna reflecsion añadiremos á lo que se ha dicho en la teoría de la composicion de la pólvora; pues que en vista de la necesidad de que esta salga atómicamente compuesta de salitre, azufre y carbon, siempre nos manifestaremos partidarios de que estos componentes se reunan en el estado de la mayor divisibilidad posible, y el azufre en el de flor sin omitir lo que se previene en el (32): por lo tanto, si en nuestra mano estuviera la direccion de un establecimiento de esta especie, haríamos que despues de molidos separadamente el salitre y el carbon, estos se reunieran entre sí y con el azufre en flor, y pasaran á efectuar su mezcla en los toneles por medio de la influencia que se ejerce con los balines de metal y el movimiento de rotacion. Conseguida aquella, sufrirá los efectos de la compresion de los molinos de muelas, para llevar á la pasta al estado conveniente para las demas operaciones que restan. Los ensayos hechos en Holanda, han demostrado que este es el mejor medio de obtener una buena pólvora, pero las prácticas mas en uso, coinciden con uno ú otro de los métodos arriba espresados, y llevan la marcha que puede inferirse de lo que sigue á continuacion.

178. En algunas partes, á las materias se las muele y tritura en seco la primera media hora, con el objeto de facilitar la mezcla; y en otras se las humedece ligeramente desde el principio, temiendo á los efectos de una inflamacion. Al cabo de la media hora se humedece la mezcla con un 2 por 100 de agua y continúa la trituracion hasta que se presente en polvo seco la superficie de la pasta, que entonces continúan los riegos por medio de una regadera de mano, ú otro recipiente á propósito que acompaña en su movimiento á las muelas, y cuya disposicion debe ser tal que cumpla con la circunstancia de conservar á la pasta en un término medio del estado demasiado seco ó húmedo; porque en el primer caso la pasta se aglomera y adhiere fuertemente á las muelas, pudiendo suceder que parte de las periferias de ellas rocen sin

interposicion de materia con el suelo del aparato y se originen esplosiones. En el segundo caso, la mezcla se hace mal porque se desliza delante de las muelas y se sustrae de su accion. De donde se deduce, que para obtener una mezcla íntima es necesario dirigir los riegos con oportunidad, para no tropezar con ninguno de los inconvenientes espresados en ninguna época de la marcha del molino, durante la cual se crée que absorbe de agua la pasta un 7 por 100 procsimamente; aunque este resultado tiene sus variaciones con la influencia de la temperatura y estado de la atmósfera.

Cuando se observa que está bien efectuada la trituracion y la mezcla, lo que se consigue por el ecsámen que hace un obrero de conocida práctica, para cerciorarse que la masa ha adquirido cierta consistencia y untuosidad, se disminuye el movimiento de las muelas si es muy rápido, para que la primera llegue al grado conveniente para sufrir el graneo: pues que siendo mas lenta su marcha su efecto comprimente es mayor por el aumento de tiempo de gravitacion.

179. La cantidad de agua que debe conservar la pasta para ir al taller del graneo en el estado mas conveniente, está en razon inversa de la duracion de la accion de las muelas; siendo muy ventajoso que no lleve demas, para que sean menores en el graneo los efectos destructores del asoleo que esperimenta la pólvora antes de almacenarse, y no resulten porosos aquellos granos que lo sufren sin convertirse en polvo. Esta circunstancia que la hace de mas dificil conservacion, se manifiesta por el estado deslucido que toma la superficie de los granos, por efecto de la mayor avidez con que absorben la humedad y la mayor delicuescencia en que se presenta el salitre, tanto por su afinidad con el agua, como por la mayor absorcion que de esta hace el carbon presentándose su masa mas esponjosa á la influencia atmosférica. Y para conseguir que la pasta adquiera la densidad mas conveniente para obviar todas estas contras, es necesario que no se someta á la

vez demasiada cantidad de materia á la accion de las muelas. Asi que, y á pesar de que varía en razon directa del peso de estas, aquella nunca debe pasar de 20 á 30 y lo mas de 50 kilógramos como sucede en Francia, y de 25 en la fábrica de Wetteren.

180. Todas estas consideraciones y el estado determinado á que es preciso llevar la pasta, manifiestan de una manera indisputable, que la duracion de la trituracion varía y depende de la cantidad de pólvora con que se opera, de la densidad á la cual se pretende llevar la pasta, del agua empleada y de la que se desea que conserve el producto.

181. Con sujecion á todas estas consideraciones, Mr. Maguin, comisario de las fábricas de pólvora d' Esquerdes, opina que basta hora y media de trabajo en un molino cuyas muelas sean de 5000 kilógramos y cuya velocidad sea tal, que den 8 vueltas por minuto; pero que siempre será ventajoso para llevar á mejor estado de densidad á las pastas, el que la trituracion se prolongue á 3, 4 y aun á 5 horas. En Inglaterra se prefiere referirse al número de vueltas de las muelas, mas bien que al tiempo. Nosotros somos de la misma opinion, porque en ello vemos aplicado mas en claro é independientemente de la marcha uniforme del aparato, el efecto útil de él, que es siempre el regulador del resultado: y por lo tanto, nos atrevemos á aconsejar la preferencia por este método, y que se adapte á la máquina el contador á que nos hemos referido en el (159) para los molinos de percusion.

De todos modos, el número de vueltas necesarias para el objeto propuesto, variará lo mismo que el tiempo al que arriba nos hemos referido, segun los componentes de la mezcla vayan ó no de antemano divididos de por sí; pues que en el segundo caso será preciso emplear mayor número de aquellas ó de tiempo que en el primero. Para el segundo crée M. Meyer, que se necesitan 1400 vueltas para llevar al estado conveniente para el graneo la pasta de las pólvoras de guerra, y 5000

para la de caza; al paso que en el primer caso, opina que son bastantes 200 vueltas.

182. Por último, como estamos convencidos que este método de fabricar pólvoras hará que se destierre totalmente el de la percusion, copiamos á continuacion una tabla que hemos visto en la apreciable obra de M. Timmerhans, que contiene los suficientes datos en los cuales podrá apoyarse cualquier problema que tenga por objeto montar con circunstancias determinadas, un establecimiento de esta clase, y dirigir despues su trabajo con las mayores ventajas para obtener un resultado por tantos títulos trascendental y atendible.

PÓLVORA

Tabla *de varios datos interesantes*

PAISES Y LOCALIDADES.	Materia de las muelas.	Forma.	Diámetro.	Espesor.	Peso de una muela.	Distancia del centro de las muelas al eje del árbol.	
						De la mas prócsima	De la mas distante.
					Kilógs.		
Rusia.	Fundicion.	Cilíndrica.	2^m,668	0^m,356	14328	.. » ...	.. » ...
Inglaterra, Dartfort..	Mármol.	.. Id. .	2^m,135	0^m,457	4417	0,101	0,254
Id. Tumbridge.	.. Id. .	.. Id. .	1^m,220	0^m,381	1200	.. » ...	.. » ...
Bélgica, Wetteren.	Carbonato de cal fétido.	.. Id. .	2^m,600	0^m,350	4940	0,670	0,930
Prusia, Berlin..	.. Id. .	.. Id. .	1^m,256	0^m,314	1040	.. » ...	.. » ...
Francia, Esquerdes. . . .	Bronce.	.. Id. .	1^m,800	0^m,450	5500	.. » ...	.. » ...
Holanda.	.. Id. .	.. Id. .	2^m,200	0^m,470	4753	.. » ...	.. » ...
Sajonia, Dresde.	.. Id. .	Lenticular.	0^m,566	0^m,106	154	.. » ...	.. » ...

DE CAÑON.

correspondientes á los molinos de muelas.

Motor.	Número de revoluciones por minuto.	Duracion de la trituracion.	Número total de revoluciones.	Carga de la mesa.	Número de kilográmetros de trabajo útil por kilogramo de carga.	Materia de la mesa.	Observaciones.
				Kilógs.			
Dos caballos.	3 á 4	5 horas	9 á 1200	24,540	53450	Fundicion.	Los caballos que se usan en Wetteren, marchan con una velocidad de $1^{m},25$ por segundo.
El agua.	... 8 ...	... 4 ...	1400	18,120	... » ...	.. Id. .	
.. Id. .	... 8 ...	... » ...	... » ...	... » ...	... » ...	... » ...	
Un caballo.	... 3 ...	... 5 ...	900	25,000	36000	Carbonato de cal fétido.	
.. Id. .	... 4 ...	... 6 ...	1400	21,000	41000	.. Id. .	
El agua.	... 8 ...	... 2 ...	960	20,000	... » ...	... » ...	
Un caballo.	... 3 ...	Variable. 3 hor $\frac{1}{4}$	600	17,780	33000	Carbonato de cal fétido.	
El agua.	... 4 ... pero es variable.	... 5 ...	4200	9,320	... » ...	... » ...	

GRANEO.

183. Cuando manifestamos todos los procederes por los cuales pasaba la fabricacion de la pólvora por el método de percusion en nuestro establecimiento militar de Murcia, espusimos en el (150) cuanto ha llegado á nuestra noticia sobre la operacion que dejamos significada con el epígrafe de arriba; y con el objeto de adquirir conocimiento de lo que en otros paises se practica con respecto á este punto, esponemos cuanto sigue teniendo á la vista la obra del Sr. Morla, y de MM. Bottée y Riffault; ó si se quiere la de M. Timmerhans, que á su vez lo copió de la última.

184. En Francia, asi como en todas partes aunque con diferencia en los tiempos, luego que la pólvora en pasta es conducida al taller de granear, se deja que pierda mucha parte de la humedad que saca de los morteros, á fin de que el grano quede con la debida densidad y de ningun modo poroso y de consistencia débil, como sucederia sino se estimase en su verdadero valor este descanso preliminar de la pasta antes del graneo.

185. Por lo que toca puramente á la operacion de granear, no hay otra diferencia con respecto á la que se practica en nuestro pais, que la mayor comodidad con que trabajan los obreros, por el apoyo de las cribas ó rompederas sobre las aristas de los listones que á distancias convenientes atraviesan á las artesas en donde cae la pólvora en grano; pues que la limpia y clasificacion que se hace de este para darle el destino correspondiente á cada uno de los resultados, no tienen mas que un solo camino al que sirve de pauta la magnitud del grano que se prefiera mas. Asi que, se hace el graneo á mano con cribas en unos artesones como se ejecuta en nuestras fábricas, con sola la diferencia de que los listones por donde corren las cribas no están colocados de plano sino que presentan uno de sus ángulos ó aristas por la parte superior para que la pólvora no se detenga en

ellos, y que solamente hay uno para cada criba ú obrero en lugar de dos que se usan en nuestra fábrica. El primer obrero en una criba de piel que llamaremos rompedera, cuyos agugeros son de 2 á 3 líneas de diámetro, hecha de 30 á 36 libras de pasta y con un mazo de madera, deshace los terrones, y poniendo dentro de la criba un platillo de madera de forma lenticular de 6 á 8 pulgadas de diámetro y 2 de espesor, le dá un movimiento de atrás á adelante, con el cual el platillo toma el de rotacion, y hace pasar toda la pasta en minuto y medio á dos minutos. El segundo obrero con otra criba llamada graneador, cuyos agugeros son poco mas de una línea, que es el tamaño del grano señalado por ordenanza y con otro platillo igual al del primero, criba la pólvora de aquel: en la criba de este 2.° no se echan mas que de 10 á 12 libras y pasa en otro minuto y medio. Con esto queda la pólvora graneada como corresponde, pero mezclada con polvo, y con granos mayores y menores, y para igualarla toda se emplean 3 obreros puestos en hilera y la van cerniendo sucesivamente: los tamices de los dos primeros son de cerda porque su único objeto es quitarla el polvo; y asi el 1.° no hace mas que aclarar un poco el grano, y echarle en la criba del 2.°: este al cernerle le revuelve con la mano para desunir los granos agregados y romper los que son crecidos, y de aqui pasa el grano á la criba del 3.° llamada igualador en fino, que tiene los agugeros iguales á los de la que hemos llamado graneador, pero de una piel mas fina, donde la cierne sin el platillo de madera, y asi solamente pasa el grano igual, quedando en ella el mas grueso que con los polvos se vuelve á los molinos. Cada criba de estos 3 últimos obreros se carga con 10 á 12 libras de pólvora, y la cierne en un minuto, de suerte que se emplean 6 minutos en el graneo total; y aunque no puede calcularse con toda ecsactitud este trabajo, la esperiencia ha manifestado que 3 obreros en los dias de verano en que trabajan 10 horas al dia, pueden granear 1200 libras de pólvora.

Los productos de esta operacion por el método que acabamos

de esponer es segun Renaud un 40 por 100 de grano, y aun menos cuando se hace pólvora fina ó de caza, porque entonces resulta mas polvorin; un 53 por 100 de polvorin, y 10 por 100 de merma por la humedad evaporada y algo de los ingredientes que se volatizan en la trituracion y graneo. El mismo Renaud confiesa que aunque este es el método que se sigue en Francia, es muy largo y dá poco grano.

186. En Alemania se imprime el correspondiente movimiento á las rompederas, por medio de un marco en donde se colocan tres de estas, y el cual está suspendido por encima de la caja ó artesa, por dos tirantes que afianzados por dos de sus estremos á uno de los dos lados estrechos del marco, los otros dos cabos de los espresados tirantes se apoyan á los brazos de una ballesta en figura de cruz que á manera de percha está asegurada en la pared. De este modo, y estando suspendido el marco del restante de los lados estrechos por medio de otros dos tirantes que bajan en la vertical á buscarlo cuando este se encuentra casi en coincidencia con la artesa, resulta todavía mayor comodidad que en Francia para los trabajadores. Pues por lo demas, hay en la marcha de la operacion y en el medio de clasificar el resultado una completa semejanza.

187. En Inglaterra se hace el graneo por medio de 24 cribas ó rompederas colocadas en un marco al cual se le comunica un movimiento oscilatorio que dá sesenta oscilaciones en cada minuto. En cada rompedera se ponen dos torteros de madera (gayac) de 4 milímetros de diámetro el uno y el otro de 100, y ambos 38 de espesor. Dos obreros granulan cada dia por este medio 900 kilógramos prócsimamente, que viene á ser mas que doble del producto que se obtiene por el método frances.

188. El medio por el cual se convierte en Suiza la pasta en grano y que parece preferible á todos los usados es como sigue.

En las fábricas que se trabaja en pequeño, despues de sacar la pasta del mortero, se pasa por tamiz para reducirla á polvorin, y en seguida se mete en un saco de lienzo bien tú-

pido, y se ata con una cuerda junto á la pasta pero sin comprimirla mucho; luego en una mesa bien sólida apoyando un operario las dos manos sobre el saco, le dá vueltas siempre hácia un lado; á medida que rueda el saco se afloja la atadura, y asi de tiempo en tiempo lo van atando mas abajo. Esta operacion dura una hora, al cabo de la cual sale el grano perfectamente redondo: cada saco debe contener á lo menos 3 libras y no pasar de 15. En las fábricas grandes se hace esta misma maniobra con la máquina representada en la lámina 8.ª *M* son unos carretes ó canillas de madera que tienen en sus estremos dos ruedecitas fijas y se acomodan en un eje horizontal *A A* que atraviesa otro eje vertical *E H* por *G*, y alrededor del cual giran los carretes por el tablero ó mesa circular *K L* construida sobre el piso del taller. Cada carrete se cubre con tela de algodon en forma de saco que se ata sobre las ruedas del carrete; y estos sacos tienen una abertura en *B* para introducir la pólvora. Se llenan estos de pólvora húmeda, ya graneada pero irregularmente, se cierra la boca del saco por medio de la atadura *n*, y se enfila cada carrete con su saco en su eje, y descansa sobre el tablero. Este está guarnecido de distancia en distancia de unos listones ó cilindros fijos *a*, y con la resistencia que oponen al movimiento de los carretes, comprimen la pólvora metida en el saco, y dan á los granos un movimiento de rotacion que los redondea. El eje vertical *E H* tiene en su estremo inferior debajo del piso del taller la linterna *F*, que se mueve por medio de la rueda *D*, asegurada en el eje *C* de otra rueda hidráulica. No se dá mas agua á la rueda que la que baste para que un hombre á paso regular pueda seguir el movimiento de los carretes: cada uno de estos contiene 100 libras de pólvora, y al cabo de media hora sale perfectamente redonda, y la tamizan para quitarle el pólvorin y los granos irregulares. A pesar de la perfeccion que se dá al grano por el método que acabamos de indicar, y á la cual se deben los mayores alcances de la pólvora de Sui-

za, no se ha adoptado en las fábricas de Francia, sin duda por la corta cantidad de grano que produce, que por lo general es $^{1}/_{15}$ de la pasta; lo demas es polvorin que vuelven á humedecer y batir de nuevo antes de llevarlo al graneador. La pólvora redonda y pavonada de Suiza, tiene tambien el inconveniente de no prender bien en la cazoleta de los fusiles y pistolas, por el poco ó ningun polvorin que contiene; y aunque se ha procurado remediarlo, mezclando algo de polvorin en los cartuchos, además de lo embarazoso de esta operacion, no ha surtido el efecto deseado, pues siempre el polvorin como mas menudo desciende donde está la bala, y por consiguiente no se halla cuando se va á cebar. Pero el uso de las armas á piston ha venido á remediar este inconveniente.

189. En Berlin granean la pólvora del modo siguiente: en un cuadro de madera, que con cuatro cuerdas está colgado del techo, hay tres nichos ó cajones, en cada uno de los cuales se pone un tamiz doble; el primero de piel con los agugeros del tamaño que ha de tener el grano, y el segundo de cerda: en el de piel echan tres libras de la pasta y encima dos cilindros de madera, un operario dá movimiento al marco de atrás á adelante, y por medio de un resorte de madera que obra en el otro estremo del cuadro adquiere fuerza y viveza. La pólvora se granea pasando por el tamiz de piel, y queda en el inferior de cerda, del cual cae el polvorin en una artesa: al cabo de un cuarto de hora se granean las 9 libras de los tres cajones, y suelen dar $^{9}/_{10}$ de grano y $^{1}/_{10}$ de polvorin; pero sale mucho mas imperfecto que el de Francia y la pólvora se deteriora con facilidad.

190. Nosotros desearíamos que desapareciese este inconveniente en una pólvora cuyas dosis se aprocsiman mas que las de ninguna otra á los resultados que dá el cálculo, para que las reacciones atómicas sean lo mas completas posible en el acto de la combustion; y por lo tanto, la de mayor potencia en su inflamacion.

191. Recomendamos la mayor prudencia y orden en la operacion del graneo de la pólvora, á fin de evitar las consecuencias desgraciadas de una esplosion; y por lo mismo que si estuviera en nuestra mano disponerlo, taparíamos el marco de las ventanas con planchas de sulfato de cal compacto, (alabastritis) aprovechándonos de su propiedad traslucente, coincidimos con el parecer de reemplazar por bastidores de lienzo á los cristales de las ventanas, ó bien untar la superficie de estos con una lechada de cal que impedirá los efectos que podrian ocasionar la reunion de rayos solares en uno ó mas puntos, focus correspondientes á otros tantos lentes que vendrian á formar las partes biconvecsas de las caras de aquellos. Asimismo abogamos por el aislamiento de estos edificios, y porque su construccion, sistema de válvulas, y giro de sus puertas para abrirse y cerrarse, contribuyan á oponer la menor resistencia posible á la fuerza espansiva de los gases, á fin de hacer menor el sacudimiento de un accidente desgraciado, y que por tantos títulos es sensible y digno de la mayor atencion.

PAVON.

192. Si nos concretamos á apreciar á la pólvora tan solo por la actividad de su combustion, en razon á que de aqui parte su potencia impulsiva, y no damos entrada á ninguna de las propiedades que menoscabando en algun tanto á aquella, contribuyen á su mayor conservacion; desde luego consideramos que la operacion del pavon es perjudicial, porque con ella se destruye cierta porosidad en el grano que nosotros creémos ventajosa para que la llama penetre mas pronto su masa, y los gases de la pólvora se desenvuelvan en el menor tiempo posible. De suerte que somos de opinion que la pólvora no debe pavonarse cuando su uso haya de ser inmediato á su

fabricacion, y no tenga que sufrir largos transportes. Es pues de desear que por los medios que se empleasen en las fábricas, pudiera hacerse compatible la consistencia del grano con el estado poroso que saca del taller de granear, si bien conocemos mayor dificultad para evitar la contra atendible que resulta de que las pólvoras que no están pavonadas son mas avidas de la humedad que tanto perjuicio reporta á la conservacion proporcional de la dosis de sus componentes, y por cuya razon acaso, no solo se pavonan nuestras pólvoras, sino que igual operacion sufren en Inglaterra, Austria, Prusia, Sajonia y Suiza. En Bélgica se mira este punto con mas indiferencia, sin embargo que pasan por el pavon las pólvoras de la fabrica de Wetteren. Ni en Francia ni en Rusia se pavonan, y sentimos á la verdad no saber cuáles son las consecuencias del tiempo, de los transportes y remociones en los almacenes; ó bien si estas causas no alteran el estado físico de sus granos, de qué medios se valen para imprimirles la consistencia necesaria, ó si pretenden sacrificar de todo punto la conservacion ante el deseo de obtener la mas rápida inflamacion.

193. En España se pavona la pólvora por medio de dos toneles semejantes al descrito en la lámina 3.ª (fig. 1.ª) con la diferencia que las portezuelas de medio pie en cuadro en lugar de estar en la superficie cilíndrica, lo están en los costados, y se cierran con tapones. En estos toneles se echan 150 libras de pólvora: se arregla el agua de modo que den 12 á 14 vueltas por minuto, y al cabo de 8 á 9 horas sale la pólvora bien pavonada. Despues se cierne en un graneador de guerra, solamente para quitarla el grano mayor, y se guarda hasta lograr un dia claro y sereno para asolearla, pues ha manifestado la esperiencia y resulta acorde con el correspondiente raciocinio, que en tiempo nublado pierde la pólvora parte de su actividad en el asoleo, y suele mermar de 7 á 8 por 100. En seguida la vuelven á pasar por *un igualador*

::

fino, y por último la ciernen en un cedazo de estameña, dándole un movimiento oscilatorio, que hace levantar á la pólvora y despojarla del polvorin.

194. En la sencia, este es el mismo método que se usa en todas partes para llevar el grano al grado de consistencia y hasta cierto punto de impermeabilidad arriba espresadas.

ASOLEO.

195. Esta operacion está reconocida como indispensable en todas partes, y en ninguna se embarrila ó empaca la pólvora sin sustraerle la humedad con que queda despues del pavon. Como el objeto es uno mismo, por el mismo medio se consigue en aquellos paises en los cuales es igual ó poco diferente el clima; asi que, en los meridionales no difieren los métodos, en la esencia, del que se practica en nuestra fábrica de Murcia. En el (152) lo hemos manifestado, por no hacer una division de la relacion detallada que hemos adquirido acerca de los procederes que en dicho establecimiento se usan en el dia para dar por terminada la elaboracion de tan interesante artículo. Al presente, tan solo haremos algunas consideraciones generales, pues que unas son aplicables á todos los métodos de asolear al aire libre, y otras convienen á estos y aun á los usados en las naciones del norte y paises húmedos, donde se ven en la necesidad de secar la pólvora por medio de estufas ó de aparatos semejantes á ellas y que conducen mejor al mismo objeto. Su cañon ó serpentin se halla en el interior del taller ocupando el centro, ó inscrito á sus paredes.

196. Si se quiere conseguir que la pólvora se seque con la menor merma posible, no debe estenderse al salir el sol, ni tampoco esperar á que sus rayos puedan obrar desde luego con mucha fuerza sobre la pólvora. Lo primero, porque esta

roba humedad de la atmósfera, que luego es un contribuyente á deshacer mayor cantidad de granos en el acto de volverse á desprender por efecto de la evaporacion. Lo segundo, por que si la pólvora esperimenta mucho calor de repente, la cantidad de agua que se evapora en un tiempo dado es mayor, y mas destructora su accion de desprenderse al través de las moléculas del grano. Por esta razon se aconseja que se estienda la pólvora en capas muy delgadas, á fin de que el agua de la pólvora de la parte inferior se desprenda, si es posible, al mismo tiempo que la de los granos colocados encima, para que estos no sufran consecutivamente los dos efectos que son consiguientes y de una misma naturaleza, desprendiéndose 1.° de su propia humedad; 2.° de la admision del vapor del agua, y 3.° del paso que esta hace al través de su materia, en un estado de tension que contribuye, y no poco, á aumentar la cantidad de polvorin y por lo tanto de merma en la pólvora graneada.

Se deduce pues de lo dicho, que debe conciliarse todo de tal suerte, que al paso que la pólvora reciba por grados el calor, la evaporacion de la humedad de los granos que forman la cantidad total sea lo mas simultánea posible; para lo cual son muy convenientes las remociones que durante el asoleo están en práctica, si bien este proceder contribuye á su vez al aumento de polvorin.

197. El asoleo al aire libre en los paises calurosos y templados, asi como los ventiladores, las estufas y aparatos que cumplen con el mismo objeto en los frios y húmedos; se funda en que el aire absorbe tanta mas cantidad de vapor acuoso, cuanto mayor es la temperatura que goza segun lo demuestra la adjunta tabla, que manifiesta el peso del vapor contenido en un metro cúbico de aire saturado á diferentes temperaturas, bajo la presion de $0,^{m}76$.

Temperatura.	Peso de vapor en grammas.	Temperatura.	Peso de vapor en grammas.
0, ...	.....5,2....	.....55.....	88,74
5.....	.....7,2....	.....60.....	...105,84
10.....	.....9,50...	.....65.....	...127,20
15.....	....12,83...	.....70.....	...141,96
20.....	....16,78...	.....75.....	...173,74
25.....	....22,01...	.....80.....	...199,24
30.....	....28,51...	.....85.....	...227,20
35.....	....37,00...	.....90.....	...251,34
40.....	....46,40...	.....95.....	...273,78
45.....	....58,60...	....100.....	...295,00
50.....	....63,63...	.....».....	.....»..

198. Los ventiladores se reducen á unas cámaras en las cuales circula el aire que entra sin la cantidad de humedad que admite por su estado y temperatura para su completa saturacion, y que sale saciado de humedad. Asi que, la velocidad de su corriente debe graduarse con dependencia de la temperatura que goza para que el objeto se cumpla debidamente y en el menor tiempo posible; si bien no desatendiendo el principio de que una evaporacion rápida de la humedad contenida en la pólvora, destruye el grano y aumenta la merma. El mismo principio debe tenerse presente al aplicar los efectos del calórico dentro del cuarto donde se verifica el asoleo, ya usando de estufas, ó mejor y menos espuesto, aprovechando el calor, que no pasa nunca de 100°, que se desprende en la condensacion del vapor acuoso que atraviesa los

tubos del serpentin colocado dentro de la misma cámara, y de cuyo aparato y efectos pueden formarse idea facilmente, por el del alambique destinado para efectuar en un laboratorio la destilacion del agua.

199. Damos poca importancia á estos últimos medios que hay para despojar de humedad á la pólvora, porque en nuestro pais, muy pocas veces ó mas bien nunca en el orden comun de las cosas, nos veremos en la necesidad de emplearlos. Pero si advertiremos, que mejor que usar de estufas que desprenden siempre mas calorias en la misma unidad de tiempo que el vapor del agua al atravesar los tubos espresados, debe aprovecharse la ventaja de la regularidad del calórico que se obtiene por este segundo medio, y sin ninguna esposicion, circunstancia de la mayor consideracion para el caso presente.

EMPAQUE.

200. En la suposicion de que al fabricar la pólvora han sido cumplidas todas las instrucciones, y que el producto resulta aprobado en virtud del reconocimiento y pruebas de reglamento; resta atender á su conservacion, en la cual influye tanto el modo de empacarla, que merece este procedimiento que le consagremos algunas consideraciones.

En barriles y en cajones se conserva la pólvora en los almacenes, y si se quiere igualmente bien mientras la influencia atmosférica no altera la colocacion recíproca de las duelas de los primeros, ó las uniones de los segundos. Pero como entre estos dos medios, uno será probablemente mejor que el otro, nos alegramos tener en esta ocasion á la vista la entrega 16 del memorial de artillería español, en la cual se inserta el estracto de una memoria que elevó al Ecsmo. Sr. Director

General del cuerpo, la junta superior facultativa del mismo, acerca de las ventajas del cajon de empaque que en ella se propone, sobre los antiguos barriles. Sentimos de veras no tener íntegro tan respetable escrito, porque en los mismos términos lo copiaríamos aqui; pero en prueba de la justa consideracion que nos merecen los resultados de tan bien sentados raciocinios, les damos cabida á continuacion tales como se hallan en el número 16 del citado memorial.

201. Los cajones de empaque en uso, tienen sus testeras, lados y fondo unidos entre sí por ensambladuras hechas á cola de milano, y la direccion de la fibra de sus cuatro tablas laterales, paralela á los bordes de la tapa y fondo; de modo que no permiten que la presion que pueda hacer la polvora separe una tabla de otra, ni las variaciones atmoféricas aflojen sus uniones ó encajes, pues que todas se dilatarán en un mismo sentido, cual es la direccion perpendicular á su fibra.

La tapa del cajon, que está á corredera, queda sujeta al grueso de la testera por donde entra para cubrirlo por dos tarugos encolados que la atraviesan, fáciles de sacar con una barrena cuando se necesite usar la pólvora contenida en el cajon sin que este se inutilice en lo mas mínimo.

El coste del cajon hecho en Madrid, suponiendo se construyesen á la vez algunos de ellos, con tablas limpias y en sazon es de 35 rs., y su peso 28 libras.

La pólvora debe colocarse en un saco de la misma forma que el usado para los barriles.

En este cajon no entra hierro alguno, tornillos ni precintas de cuero; todo es de madera como en los barriles.

202. Con conocimiento de lo espresado se procedió á comparar el coste y peso del barril con el del cajon; y siendo el peso del primero por término medio 18 libras 12 onzas, y su valor 25 rs. 29 mrs., y el peso del cajon 28 libras 8 onzas, y su valor 35 rs., resulta costar el cajon 9 rs. 5 mrs. mas que el barril, y pesar 9 libras y 12 onzas mas.

Puesto tanto en el barril como en uno de los cajones un quintal de arena y aserrin, se espusieron ambos á la intemperie, y á pocos dias de haber sufrido la lluvia y el sol, resultó que en el barril las duelas quedaron separadas unas de otras y los aros flojos, mientras que en el cajon nada se notó en dicho tiempo.

Con estos datos se adoptó definitivamente el cajon en vez del barril para empaque de pólvoras, teniendo presentes ademas las razones siguientes, que son de mucho peso.

1.ª El barril exige para su construccion duelas, y para conseguirlas cual corresponde es necesario recurrir al estrangero, mientras que para la del cajon solo se necesitan tablas de pino, que con tanta abundancia y de escelente calidad tenemos en la Península.

2.ª Cada vez que se destapa un barril son necesarias las manos de un tonelero para volverlo á hacer útil, mientras que el cajon solo exige una barrena, con la que cualquiera puede sacar los tarugos para poder correr la tapa; y luego otros tarugos para volverla á asegurar: de modo que el cajon puede utilizarse muchísimas veces sin mas coste que el primitivo.

3.ª Un barril se inutiliza en su uso comun mas pronto que un cajon. Para convencerse de esto bastará recordar, que cuando en los convoyes se deshacen varios barriles, el recurso á que regularmente se apela es poner los sacos de pólvora en cajones, y esto sucede con mas frecuencia cuando los carruajes son de embargo y hay que relevarlos á menudo. Los cajones de cartuchos de fusil llegan generalmente á un regimiento sin inutilizarse aunque sufran los golpes que son consiguientes á no descargarlos con cuidado (como sucede las mas veces).

4.ª El cajon, sin embargo del aumento de 9 libras 12 onzas de peso, es mas cómodo para cargar que el barril, pues los que lo manejan tienen mas seguro el agarradero por las aristas que no en la superficie curva de aquel. Ademas el cajon

se acomoda mejor sobre los costados del baste por su superficie plana, y agarrándose mas la cuerda de sobre carga queda mas segura, mientras que el barril no se acomoda bien porque solo se apoya en aquel por un punto de su círculo mácsimo, y cuando su eje queda fuera de la horizontal está espuesto á salirse del amarre y por consiguiente á caer. La ventaja del mejor acomodo del cajon para la carga, es sin duda preferible al alivio de las $19^1/_2$ libras que pesan menos dos barriles que los dos cajones; y aun cuando la conduccion de pólvoras en cajones se hiciera por caminos tales que las caballerías pudieran sentir demasiado el esceso de las $19^1/_2$ libras, nunca lo será tanto como lo sentirán las que siguen á la infantería por trochas y malísimos caminos con la carga de dos cajones de cartuchos de fusil; ó como los mulos de las baterías de montaña con la del obus de á 12 sobre el lomo mismo ó su cureña. Finalmente, en caso de necesidad seria un tanto dificil cargar un cajon solo sobre un bagage menor, pero se llevaria, lo que seria imposible hacer con un barril.

5.ª Si la conduccion de pólvoras se hace con carruajes, se podrán acomodar por su figura mayor número de cajones que de barriles, pues con poco número de estos queda llena, pero no cargada una galera ó carro con buen tiro, lo que alarga escesivamente los convoyes y aumenta la necesidad de carruajes, vigilancia y custodia para su defensa en caso necesario.

6.ª La pólvora en cajones va mas resguardada que en los barriles, del incendio, de la humedad y del robo.

No hay conduccion de pólvora en barriles en que á pocas jornadas no se empiecen á notar duelas desunidas, por entre las cuales se sale el polvorin tamizado en el saco, entra la humedad cuando la atmósfera la tenga en demasía, y provoque al robo cortando el mismo saco por la cavidad que dejan las duelas separadas para sacar la pólvora. Esto se ha comprobado con los muchísimos barriles que remitidos de Murcia á la córte han llegado rotos y robados. Si se determinase que los

barriles tuviesen aros de cobre como los ingleses, se salvarian estos inconvenientes; pero en el pais no se elaboran, y aun cuando se elaborasen con economía siempre subsistirá la falta de buenas duelas.

7.ª Es verdad que los barriles colocados en los almacenes dejan entre sí espacios por donde el aire se renueva con facilidad, lo que no sucederia con los cajones si se colocasen de modo que el suelo de uno estuviese en contacto con la tapa de otro; pero sí poniéndolos de modo que la primera tanda descanse sobre gruesos listones que los eleven del piso, estando separados un poco unos de otros. Colocando listones delgados sobre la primera tanda, se arregla la segunda de modo que la longitud de los cajones esté en direccion perpendicular á la de los primeros, y asi sucesivamente, resultando mas firmeza en la pila y en igual espacio mas cajones.

Si á lo espuesto se añade, que haciendo á su debido tiempo cortes de tablazon á próposito para cajonería debe salir el coste de cada cajon á menos de 35 reales; que no hay comparacion entre lo que cuesta un cajon y sus composturas hasta quedar inútil con el número de barriles y composturas que serian necesarios en las mismas circunstancias de trabajo ó uso, no cabe duda en dar la preferencia al cajon sobre el barril para el empaque de pólvora en sacos.

203. Porque somos de la misma opinion, y porque nos hemos propuesto no dar á este tratado fecha mas antigua de la que tiene, omitimos aqui el hacer una descripcion minuciosa de los espresados barriles, acerca de los cuales debe venirse en conocimiento, cuando no por lo acabado de decir, por el uso que de ellos se hace en el comercio.

204. En Francia usan el barril doble para empacar la pólvora, porque prefieren echarla á granel en el interior, á usar del saco de lienzo nuestro, en razon á que es encerrar un principio poderoso para la alteracion de las pólvoras, á causa de la facilidad con que este absorbe y conserva la humedad,

y por lo tanto pone en juego todo lo que es consiguiente á descomposiciones que deben evitarse á toda costa. No obstante, cuando no tienen medios de usar el doble barril, al interior lo substituyen con el saco.

205. Conocemos como todo el mundo las contras de peso, esposicion, inseguridad y falta de conservacion en el doble barril; no hemos aprobado para nosotros el uso del sencillo con el saco de lienzo, por lo tanto queda espresada nuestra poca conformidad con el método frances de empacar la pólvora y de almacenarla asi en sus plazas. Aprobamos sin embargo el que en sus buques, se encierre la pólvora en cajones de cobre, que estos sean de figura paralepípeda, que tengan cabida de 50 kilógramos, y que se meta en otro de madera precintado con listas de cobre en los costados. En los cajones de cobre vemos asegurada, 1.° la conservacion de la pólvora siempre dispuesta á absorber la humedad: 2.° la duracion del cajon, por ser de metal de la 4.ª seccion é incapaz de descomponer al agua, formar el bi-óxido y luego el carbonato, que sería el camino que para su destrucion llevarian los de otro cualquiera metal, escepto el plomo, que no fuera ó bien caro para esta aplicacion, ó dificil y acaso imposible de trabajar para dar á sus planchas la estension conveniente. En la figura y capacidad del cajon, observamos conciliadas la comodidad de las remociones y la de su colocacion, circunstancias ambas de bastante valor en un buque. Reconocemos esceso de precaucion en usar el cajon de madera para encerrar al de cobre, y resolvemos la cuestion mirándolo como necesario, si el primero carece de toda cerradura que produciendo roce pudiera ser causa de accidentes desgraciados.

De este mismo modo se guarda la pólvora en los buques ingleses; pero en aquel pais no se estiende su uso á los almacenes de las plazas, porque el escesivo coste de ellos, ha dado cabida en estas á los barriles sólidos y no de duelas para evitar el derrame y otras contras. Están ademas fortalecidos

con aros de cobre, circunstancia que proporciona el que su duracion sea larga, y que no suceda su destruccion habiendo prestado tan malo y corto servicio como los de duelas cercolados de madera. Todas estas circunstancias unidas á que economizan el saco de lienzo indispensable en los otros no usándolos dobles, compensan con ventaja su mayor coste, pero no destruyen las contras que por lo que se refiere á su figura dan la preferencia al cajon de empaque ya espresado, del que somos partidarios, y al que para hacerlo menos permeable y que se conservara en él mejor la pólvora, le dariamos esteriormente, una pintura á propósito, ó al menos una ó dos manos de aceite de linaza sobreoxigenado con el protóxido de plomo, para hacerlo secante; por cuyo medio se impediria tambien que la madera absorbiese la humedad. Y ya que hemos llegado á esta clase de consideraciones, manifestaremos que no somos de opinion que á las uniones de los barriles, cajones ni otros medios de empaque, se les dé con lútenes de composiciones resinosas ni de ninguna clase de componentes que encierran en sí elementos de mucha combustibidad, como son todos aquellos en quienes á la par preponderan el hidrógeno y el carbono; porque si bien satisfacen al objeto de preservar á la pólvora de la humedad, en el caso desgraciado de un incendio, se hace muy dificil sino imposible cortar los progresos del fuego en un barril que se hubiese principiado á quemar por algunos de los parajes en donde estuviera la materia resinosa, y por cuya causa se reconcentraria un fuego intenso, pegajoso, é imposible de dominar antes de ser víctimas de las consecuencias naturales interesándose con la pólvora.

206. Al uso de una disolucion de alumbre dada interiormente á los cajones, ó bien revestir á estos tambien por la parte interior de papeles impregnados del mismo sulfato doble de potasa y alúmina, que cumple con el objeto de detener los progresos del fuego, le encontramos el inconveniente de ser bastante soluble, y por consiguiente de absorber la humedad, circuns-

tancia suficiente, y mas atendible aun en el alumbre cúbico por la preponderancia de la primera base en la sal, para desestimar la propiedad ventajosa acabada de espresar, y siempre de un recurso incomparablemente mas eventual, que la accion del principio perjudicial.

207. Los accidentes desgraciados que con frecuencia se originan por la voladura de la pólvora empacada, son objeto digno de la consideracion y estudio de los oficiales de artillería, responsables á veces de su conduccion y custodia y obligados siempre á vigilar por los intereses del estado. Hasta hace poco tiempo no se han hecho ensayos en averiguacion del medio de disminuir la escesiva combustibilidad de la pólvora empacada sin que por ello pierda nada de esta propiedad, ni de las otras que debe tener en el acto de usarla. Este asunto está poco esplotado todavia, por lo que nos ceñiremos á enunciar lo que sobre él ha llegado á nuestro conocimiento.

208. Mr. Piobert observó que la rapidez con que el fuego se propaga entre los granos de la pólvora disminuye á medida que hay mayor cantidad de polvorin en los intersticios que los separan. Esta observacion y la de que el polvorin muy atacado arde lentamente, le sugirió la idea de mezclar la pólvora en grano con polvorin y en tal estado encerrarla comprimida en los barriles de empaque. La velocidad de la combustion de la pólvora preparada de este modo, resultó ser de 0,^{m}018 á 0,^{m}30 por segundo segun la materia se halle ó nó tamizada; y poniendo en vez de polvorin salitre en polvo, el fuego solía no propagarse á toda la masa. La pólvora asi dispuesta, recobraba cumplidamente sus propiedades balísticas despues de bien tamizada.

209. Guiado por estas observaciones Mr. Fadeieft, profesor de química de la Escuela especial de artillería de S. Petersburgo, emprendió una serie de esperiencias en vista de los cuales aconseja que se forme una mezcla de partes iguales de carbon vejetal bien tamizado, y grafito tambien en polvo impalpable; y que para cada dos partes de pólvora en grano se ponga una procsi-

mamente de la mezcla. Bien revuelto todo se carga el barril por tongadas comprimiéndolas con un atacador y un mazo de madera, y de este modo se atenúa en tales términos la velocidad de la combustion, que una masa de 32 kilógramos de pólvora con la parte correspondiente de carbo-grafito, tardó en consumirse de 67 á 75 segundos.

Segun Mr. Fadeieft, la pólvora mezclada con el carbo-grafito no solo recobra por la tamizacion sus propiedades balísticas, sino que pierde gran parte de su facultad higrométrica, pues mientras cierta cantidad de pólvora sola absorbió en un tiempo dado 8,°53 de humedad, mezclada con el carbo-grafito solo absorbió 2,°132.

Nuevos ensayos sobre esta materia podrán acaso ser fecundos en resultados de inmensa importancia atendido el interés del objeto. Interin, es preciso convenir que por cuanto queda dicho acerca de la influencia que en la combustion ejerce la porosidad del grano, aparece sorprendente que en nada se disminuyan los efectos balísticos de una pólvora, si se tiene presente como se conduce con el fuego este mineral, y que por bien tamizada y limpia que sea, es imposible que la pólvora se desprenda de todo el grafito que recubria la superficie del grano, y menos del que se alojase dentro de sus poros.

ALMACENAGE.

210. Asunto es este que merece no descuidarse, no solo por lo interesante que es la buena conservacion de la pólvora como base de los cálculos que se establecen en una batería, en un sitio, en la dotacion misma de las plazas y de los trenes; sino porque ademas de las desgracias de diferentes especies que origina la voladura de un almacen, puede comprometer la suerte de una plaza, ó de un ejército.

211. Hay opiniones diferentes acerca de la construccion y solidez de los grandes almacenes de pólvora; asi es que por unos la construccion del edificio seria de madera y que facilmente cedieran sus paredes y techo á los efectos de una esplosion, para que el sacudimiento acarreara la menor conmocion posible y con ella fueran de menos cantidad sus naturales consecuencias. Otros prefieren el estremo contrario, y á sus paredes de mampostería les dan grande espesor, y sobre ellas construyen un techo abovedado y con las circunstancias convenientes para que pueda llamarse á prueba de bomba.

Nosotros somos de este último parecer para los grandes almacenes en los cuales deben economizarse las entradas y salidas; porque siendo la pólvora un cuerpo tan dócil á la influencia del fuego, conviene que á este no le sea fácil llegar al parage en donde se guarda; y nos parece que será mucho mas probable incendiar un almacen de pólvora cuyas paredes son por sí combustibles, que aquellos en cuya construccion no haya entrado mas que la madera indispensable. Esta consideracion por sí sola es lo bastante para determinar la preferencia, porque de esta cuestion de probabilidades se deduce la mayor frecuencia con que en los almacenes de madera tendrian que lamentarse todos los accidentes espresados al principio. Tratemos pues de evitar á toda costa el que puedan suceder, y conformémonos si se quiere con sentir una vez consecuencias algo mas graves, á trueque de disminuir la repeticion de estos sucesos, que harian al fin la suma de aquellas mayor en número y en trascendencia. Aprobamos que estos edificios esten aislados por un foso y un tambor de paredes elevadas, y jamás hallaremos fundamento para no verlos defendidos en toda su estension, por medio de *para-rayos*, de la influencia desastrosa del fluido eléctrico. Para conseguirlo no abogamos por el número par ó impar de puntas, porque una y otra son teorías que han caducado ante la opinion de *M. Charles*, por lo cual se dá á las puntas su influencia en virtud tan solo de la dominacion, considerando que esta se ejerce dentro del es-

pacio de una esfera cuyo radio es el duplo de la altura de la barra sobre el edificio. Dato es este que determina el número de puntas que deben colocarse sobre un almacen cualquiera; pues depende de las dimensiones de este si se quiere obtener estabilidad en las barras, lo cual determina su longitud. La defensa total del edificio, es lo que resuelve el número de puntas, las cuales en todo caso deben estar en comunicacion recíproca, y asentadas sobre el caballete ó caballetes del tejado con sus correspondientes aislantes, y cumpliendo ademas en un todo con cuanto se manifiesta á cerca de esta teoría en los elementos de física que comprende el tratado de química que sirve en la actualidad de testo en el Colegio.

212. Sin embargo de lo que llevamos espuesto, no se crea que somos partidarios de que presenten la misma solidez los repuestos de las baterías, de los baluartes y otras obras de fortificacion de las plazas, porque nos lamentamos de la idea que ha presidido en algunas al hacer dependiente de la subsistencia del repuesto, la del ángulo ó cara de un baluarte ó cortina &c. en que á veces la casualidad podria proporcionarle al sitiador lo que no le darian sus mejores y bien servidas baterías de brecha. Deseamos que esta clase de repuestos concilien lo mas posible la seguridad, con que resulte el menor compromiso en el caso de una voladura. Asi como tambien somos de parecer que los grandes depósitos de un principio tan interesante de defensa, no queden en ningun caso abandonados y en disposicion de caer facilmente en poder del enemigo.

213. Sentadas estas bases generales acerca de la solidez y colocacion de los almacenes y repuestos de pólvora, pasemos á las concernientes á la mejor conservacion de este artículo.

La humedad es uno de los mayores enemigos que está reconoce para permanecer en buen estado, y por lo tanto no debe omitirse ninguna clase de precaucion para conseguirlo. Por eso vemos que hay quienes miran como conveniente revestir de planchas de plomo los nacimientos de las paredes de tales

edificios; otros creen oportuno establecer en sus cimientos y paredes conductos de desagüe, y nosotros aprobamos de estos medios los mas adaptables á las circunstancias particulares de cada caso. Por eso opinamos tambien que las puertas y las ventanas deben colocarse, la primera al mediodia, y lo mismo el mayor número de las segundas. Deseamos que las ventilaciones de estos almacenes se verifiquen en los dias y en las estaciones mas secas; asi como que en su interior y en las aberturas en figura de ziczac de las paredes interceptadas con sus correspondientes dados, se coloquen en vasijas de gran superficie, sales poderosamente delicuescentes como por ejemplo *cloruro de calcio*; y cuando esto no sea posible, *carbon eminentemente potente para la absorcion de la humedad*, circunstancia que no solo depende de la naturaleza del combustible que lo haya producido, sino tambien del estado y número de sus poros.

No obstante estas precauciones, y por muy bueno que sea un almacen, es muy dificil impedir que la pólvora tome humedad; en su consecuencia, y para saber decidir y clasificar del estado de esta municion, es preciso tener presente que si la humedad no ha penetrado enteramente al grano, un asoleo bien dirigido puede recuperar mucha parte de su primitivo estado aunque con bastante pérdida de dureza y densidad; pero si la penetracion ha sido completa, haya ó no haya habido lugar á la eflorescencia del salitre en la superficie esterior del grano, es de absoluta necesidad su recomposicion, porque ha desaparecido la homogeneidad y proporcionalidad de la mezcla, la materia ha aumentado de volúmen, y no puede recuperar ni su densidad ni su fuerza balística.

Las pólvoras son tanto mas avidas de humedad, cuanto á ser mas puro el salitre, se reune la circunstancia de estar mezclada con mas polvorin, y ser mayor la cantidad del carbon, sea cualquiera el método que se haya empleado en la fabricacion. Y en la cantidad de humedad que necesitan absor-

ber las pólvoras para causar la eflorescencia y alteracion del grano arriba manifestadas, influye mucho la densidad que gozan; y por lo tanto aquella varía con las diferentes pólvoras, aunque tengan la misma cantidad de carbon, sean en ellas las demas circunstancias de la misma clase, y hasta fabricadas del mismo modo.

Finalmente, las pólvoras en igualdad de todas las causas influyentes, absorben con mas facilidad la humedad á proporcion que su grano es mas fino.

214. El orden y la precaucion *sin límites* en las remociones, entradas y salidas de pólvora en los almacenes, será confundida con el miedo tan solo por los ignorantes y poco celosos por el bien del servicio; al paso que los de corazon bien puesto y amantes de su reputacion, hallarán sin motivo de censura el que en cada uno de los grandes almacenes haya dos puertas diametralmente opuestas, para verificar sin confusion la entrada de los operarios cargados y la salida de los destinados á relevarlos consecutivamente en el mismo servicio, para lo cual no se emplearán mas que los indispensables para que cada uno atienda tan solo á un objeto, que les deberá estar siempre bien designado. Serán al mismo tiempo partidarios de que estos depósitos tengan un enrejado de madera sobre el pavimento principal del edificio, para que á este caiga por aquel el polvorin que pueda producirse, y que nunca conviene se halle espuesto al rozamiento continuado de las pisadas de los trabajadores. Aquel se estraerá fuera del almacen, levantando por partes el enrejado para limpiar el pavimento inferior. Aprobarán el método inglés de colocar sus barriles en estantes inscritos y pegados á las paredes que á su vez tienen un aislante de la humedad que por esta puede trasmitirse al interior, asi como tampoco darán libre paso al calórico. Mirarán ventajosa esta colocacion con respeto á la nuestra y al método francés de las pilas de barriles ó cajones; porque ademas de aprovecharse mejor la capacidad del edificio, se disminuyen

los casos de rozamiento objeto á veces de desgracias, maltratan menos los empaques, hacen con mas facilidad las remociones y los recuentos, y se ocultan menos los fraudes.

No se permitirá que nadie entre con armas, piedras de chispa, objetos de hierro ni de acero; asi como tampoco fumando y sin calzarse alpargatas.

215. Si el interior del edificio estuviera dividido en dos pisos, en uno y otro se colocará la pólvora, comunicándose ambos con una escalera interior y cómoda. *Y si fuera absolutamente forzoso*, custodiar en el mismo almacen la pólvora empacada, y la cartuchería y municiones huecas cargadas, estas se colocan con separacion de aquella y siempre en el piso bajo en el caso de haber dos.

216. Por último, las puertas y las ventanas de todo almacen y repuestos de pólvora, deben estar forradas interiormente con pieles, y con planchas de cobre por la parte esterior; pues preferimos este metal al hierro y á la hoja de lata no tan solo por la menor esposicion con los choques y el roce, sino tambien por su mayor duracion, espuestas como necesariamente tienen que estarlo á la influencia atmosférica.

217. Escusado nos parece advertir, que en este como en los demas almacenes en que se depositan artículos de guerra y que ecsigen un orden en la administracion y contabilidad, debe haber un estado de ecsistencias con el correspondiente libro de entradas y salidas, para poder facilitar sin dilacion ni gastos las noticias competentemente ecsigidas; pero no somos de opinion y menos en tiempo de guerra, que esta curiosidad sencilla ó maliciosa, esté al alcance de cuantos entren y salgan por cualquier razon en los almacenes del cuerpo.

218. Despues de cuanto queda dicho con respecto á las precauciones que deben tomarse para evitar los funestos casos de esplosion, y dirigiéndonos á oficiales de artillería que estiman en mucho su reputacion, y conocen el peligro de lastimarla por consecuencia del mas ligero descuido; ninguna me-

dida general ni particular indicaremos á la conducta que debe observar el que tenga á su cargo la delicada comision de trasportar pólvora, ya en carruajes ya en acémilas. Sometemos aquel cometido á su talento segun los casos y circunstancias que le rodeen, y no prolongamos este escrito con consejos que podriamos muy bien retirar, á la vista de medidas adoptadas por los mismos á quienes nos dirigimos, aunque sin la presuncion, *y esto es bien cierto*, de considerarnos superiores á nuestros compañeros; sino guiados, unicamente del deseo de recopilar en un solo tratado, teorías modernas esparcidas en muchos, y que obligan á caducar de todo punto á las que el mundo entero tributó creencia, mientras que el mayor conocimiento en las ciencias naturales no ha hecho los progresos que hoy dia reportan tantos bienes á la sociedad y al arte de la guerra. Por que tan cierto es que la química y la metalúrgia son ya estudios *indispensables* para los que están en la obligacion de tener un conocimiento esacto de las reacciones que en el acto de la inflamacion de la pólvora se verifican entre sus principios constituyentes, y de la naturaleza de los cuerpos que en ella se originan para valuar su potencia; que sin saber química no es posible analizar salitres, azufre, carbon ni pólvora, ni dar un paso sólido en la pirotecnia ni en el beneficio de los metales &c, entregándose tan solo á prácticas de pura rutina en ramos tan trascendentales para el artillero.

Método *seguido en nuestra fábrica de pólvora de Murcia para obtener la pólvora de cañon y de fusil, llamada* Pólvora de presion.

219. Ademas de cuanto llevamos manifestado sobre procederes de fabricacion de pólvora en nuestra fábrica de Murcia, no podemos menos de dar cabida á las siguientes é interesantes noticias que debemos ultimamente al celo y amistad del Teniente Coronel Capitan del cuerpo D. Jacobo Gil de Avalle.

220. Los ingredientes que se emplean para esta clase de pólvora, son de la misma calidad y procedencia que los usados para la pólvora fabricada por el método de percusion: se trituran separadamente en molinos semejantes al de las láminas 6.ª y 7.ª; con la única diferencia de tener una sola rueda vertical, y que las tahonas están cerradas con una armazon de madera que apoya sobre la yusera para evitar los desperdicios de material. Antes de proceder á la trituracion del salitre, y con la idea, se dice, de facilitar esta operacion y de hacerlo menos higrométrico, se le funde y convierte en prismas de un pie de altura, y 4 y 6 pulgadas los lados de la base. Despues de pulverizados los ingredientes, se pasan por tamices ó cedazos de cerda muy túpidos, y acto contínuo se procede á su *Mezcla.* Esta se efectúa en las dosis de 75 partes de salitre, 10 de azufre y 15 de carbon. Cada jornada se compone de cuatro empastes, y cada empaste consta de 42 libras de ingredientes en las proporciones dichas; que se reparten en 8 cubetos colocando en cada uno capas alternadas de salitre, azufre y carbon por dos veces, procurando que las capas ó lechos de cada ingrediente sean de igual cantidad en todos los espresados cubetos. De aqui se pasa á la operacion llamada *Asiento,* en la cual se remueven bien con las manos los ingredientes colocados en los cubetos, y despues se hace pa-

sar la mezcla por cribas de pergamino de diámetro muy pequeño removiéndola con las manos el operario para facilitar el paso: por este medio se forman sobre la yusera dos montones iguales del total de la mezcla contenida en los 8 cubetos. A dichos montones se los remueve separadamente tambien con las manos para acabar de efectuar la mezcla, y á cada uno de ellos se los rocía con 3 libras de agua procurando por medio de la remocion con las manos que la humedad se reparta con igualdad. En seguida se estienden ambos montones sobre la yusera, y es cuando principia la mezcla á sufrir los efectos de las muelas verticales del molino de empastar que es igual al de las espresadas láminas 6.ª y 7.ª Las muelas principian su movimiento con una velocidad de 8 vueltas por minuto; el material permanece trabajándose por espacio de tres horas, y solo en la estacion de verano y dias mas calurosos si el material lo ecsige, se le suele humedecer á mano por medio de una regadera, con algo mas de media libra de agua: despues de todo esto se saca la pasta y se conduce á la *Prensa.* Esta consta de un cajon de madera con husillo de bronce vertical, fijo por su parte superior, y una tuerca movible del mismo metal que comprime al tablon que entra en el cajon; en el cual hay una plancha de cobre sobre la que se estiende la mitad de la pasta, y encima de esta capa se coloca otra plancha del mismo metal, sobre la cual se echa la restante mitad del material, deshaciéndolo antes los operarios entre las manos. Finalmente, se cubre esta última porcion con otra plancha de cobre, y se baja el tablero sobre el cual obra la tuerca movible cerrando antes el cajon de la prensa, y si la pasta procede directamente de ingredientes, permanece prensándose dos horas, despues de las cuales se la estrae, y pasa al *Graneador*, de cuya operacion queda hecho mérito ya, debiendo advertir en este lugar, que las cribas por donde se hace pasar el material, tienen sus agugeros el diámetro de las igualadoras de fusil, con el objeto de obtener mayor cantidad

de pólvora de esta clase, porque en esta arma es en la que produce respectivamente mayores efectos la pólvora de cuya elaboracion se trata. Antes de colocar la pasta en las cribas, un operario con un mazo de madera, la rompe hasta reducirla á pedazos del tamaño de una avellana.

Graneada la pólvora pasa al asoleo, y despues de estendida como queda manifestado (152) se cubre con mantas y permanece asoleándose, tan solo hasta que se observe que al removerla con la mano forma grumos, en cuyo estado pasa al *Pavon*, el cual se dá en los mismos toneles que se usan para pavonar la pólvora de percusion, y por el tiempo de dos horas. Terminado el pavon, vuelve á asolearse cubriéndola tambien con mantas; y cuando está en disposicion de retirarse, se deposita en artesas procediendo al siguiente dia á su *limpia* y *clasificacion*, operaciones que no se diferencian de las que se emplean para conseguir ambos objetos en la pólvora obtenida por el método de percusion.

221. Los polvos verdes procedentes del graneo, y los secos resultantes de la clasificacion de la pólvora de presion, pasan al taller de prensar, donde se mezclan unos con otros y se les humedece; procediendo á su prensado del mismo modo que queda espresado en el párrafo anterior, con la sola diferencia de permanecer una hora en la prensa. Despues pasa al taller de granear, al asoleo, pavon, etc. etc.

222. En la operacion de fundir el salitre, resulta una merma de algo mas de dos onzas por quintal; y en la fabricacion de la pólvora por el proceder esplicado, hay una pérdida de consideracion, pues de la jornada que consta de 168 libras de ingredientes, solo se obtienen de 100 á 110 libras de pólvora; es decir, que se pierde mas de una tercera parte de material usando del proceder que anunciamos en el (154), y del que afortunadamente y por el conducto espresado, hemos conseguido los detalles acabados de manifestar, en ocasion oportuna de insertarlos en este tratado.

Fábrica de pólvora de Bouchet en Francia.

223. En este establecimiento se elaboran pólvoras de guerra, de cañon y fusil; pólvora de minas y diferentes pólvoras de caza. Las dosis varían para cada una de dichas tres pólvoras; los procederes usados en ellas son respectivamente los ordinarios de percusion, de balines ó sean perdigones de bronce, y el de compresion y presion. Para el empaste de las pólvoras de caza, se valen tambien de un método que por no haber hablado de él todavia, nos ha parecido oportuno manifestarlo á continuacion aunque con aquella ligereza que es consiguiente á no aplicarlo á la pólvora de guerra.

224. El mecanismo se reduce á un sistema de cilindros entre dos de los cuales pasan dos telas sin fin, la una en posicion horizontal y la otra vertical, que permanecen en tension por medio de otros cilindros y contrapesos correspondientes. Hay ademas un cajon sin fondo colocado encima, pero sin tocarla, de la tela de posicion horizontal; en él se coloca la pasta y la vá depositando en la tela por efecto de un movimiento de vaiven que recibe por medio de una palanca angular. La pasta que queda sobre la tela, es conducida por el movimiento que toma esta en consecuencia del que tiene la máquina, á pasar por entre las dos telas y cilindros llamados motor y compresor; y despues por medio de unas cuchillas oportunamente colocadas, la pasta de los costados que sale menos comprimida, es separada de la del centro, y una y otra se deposita con el movimiento de la misma máquina en cajones diferentes: la menos trabajada para sufrir nueva presion, y la que lo está mas para ser graneada y de aqui pasar por las demas operaciones que son consiguientes al completo de la elaboracion de la pólvora espresada, las cuales son por los métodos ordinarios, escepto la de granear la pólvora de guerra que se hace por medio de un cilindro formado de un tejido espeso

de cobre, y dentro del cual se colocan la pasta y esferas de madera de dos pulgadas de diámetro; las que hacen que al mismo tiempo que el cilindro gira, la pasta se convierta en granos y polvorin. Uno y otro caen en una misma artesa, de la cual se saca todo para hacer las separaciones de la pólvora de cañon, la de fusil y el polvorin.

En esta fábrica no se pavonan las pólvoras de guerra.

Reconocimiento *y pruebas de la pólvora en general, y consideraciones comparativas para valuar el mérito respectivo de las fabricadas por distintos procederes.*

225. Hemos hablado de la necesidad imprescindible que hay de que los componentes de la pólvora resulten, por efecto de la trituracion, lo mas íntima y proporcionalmente mezclados que sea posible, asi como tambien del estado, grueso, magnitud é igualdad del grano, como causas de la mayor influencia en la mas rápida inflamacion de la pólvora. Recomendamos pues á los encargados de hacer un reconocimiento, que no pierdan de vista todas estas circunstancias, que bien mirado son las directrices del mejor desempeño de la comision, y las que pueden inducir en todo caso á reflecsiones bajo diferentes aspectos atendibles. Sabemos que el azufre dá consistencia al grano, que el color del salitre desaparece, y mezclado con el peculiar del buen carbon constituyen el de la pizarra; por lo tanto, miramos estas bases como á las primeras del ecsámen, sino para juzgar como en *un anâlisis verdadero*, de la proporcion en que se hallan los tres componentes, al menos para concebir la primera idea de la incorporacion recíproca verificada en la fábrica. Hasta cierto punto, tambien se concibe una idea de la pureza en que los ingredientes se han usado, no dejando pasar desapercibido ninguno de los accidentes que se presentan inflamando una determinada cantidad de pólvora; porque es un acto por el cual, ya sea por la velocidad en quemarse, ya por el resíduo que puede dejar, y ya tambien por el chisporroteo que acaso se presente, se originan á lo menos sospechas, de cual ó cuales son los componentes que se han usado en estado de impureza, y á veces tambien se resuelve la naturaleza del cuerpo estraño asociado.

Teniendo presente cuanto hemos dicho que se verifica en el acto de la inflamacion de la pólvora, no puede convenirse en que el resíduo que deje sea otro que la parte de súlfuro de potasio que le corresponde formar á la cantidad que de cada uno de estos elementos debe entrar en la pólvora que se haya quemado. Sostendremos siempre como juicio muy aventurado, el que por el resíduo negro ó por la dureza del grano se diga que á la pólvora le sobra carbon, sin atribuir defecto alguno á la mano de obra. Creemos que una censura definitiva en asunto tan delicado, jamás deberá aplicarse sino como precisa consecuencia de un análisis químico sobre desiguales cantidades de la misma pólvora tomada de diferentes empaques, y en uno mismo de diversos parages: porque solo de este modo puede conciliarse bien con el término medio, el raciocinio filosófico del cálculo de las probabilidades, que ha de ser el apoyo de la clasificacion del todo.

A pesar de todo lo dicho, es posible conseguir de una pólvora perfectamente fabricada, que no deje señal ninguna sobre la superficie del papel blanco sobre el cual se inflame; verificándose en tal acto por efecto de la presion y temperatura, la volatizacion completa del súlfuro de potasio: cosa posible y que ordinariamente se verifica dentro del ánima del cañon en el primer acto de la combustion de una buena pólvora.

Por último, la dureza del grano debe ser tal que pueda resistir á las consecuencias de los transportes convirtiéndose en polvorin la menor cantidad posible de pólvora, para que prócsimamente se conserve en posesion de sus primeras propiedades balísticas.

226. Para reconocer y valuar la actividad de las pólvoras, hay la práctica de formar un exágono en una tabla limpia y lisa con radios de 5 á 6 pulgadas de Castilla: en cada ángulo y en el centro se vierte un adarme de pólvora por un embudo suspendido siempre á igual altura, teniendo mucho cuidado que no quede grano alguno en los intermedios: se prende fuego al mon-

ton del centro con un alambre largo, doblada ó inclinada su punta, y si todos los demas montones de la circunferencia se prendiesen velozmente, se podrá inferir que la pólvora es activa. En este caso se aumenta el radio del exágono sucesivamente hasta un grado en que ya quede algun monton sin quemarse, y notando hasta que distancia se hace la propagacion del fuego á todos los montones, y probando del mismo modo las demas pólvoras, aquella que se inflame toda á mayores distancias es sin duda la mas activa. Los radios de los exágonos que se forman para colocar montones de pólvora, se miden regularmente por partes iguales á la base de cada monton, y se dice que tal pólvora alcanza ó es de tantos diámetros, tal de tantos, &c, y por esto sin duda se llama *prueba de los diámetros.*

A esta prueba la conceptuamos espuesta á equivocaciones de entidad, tratándose de dejar consignada por efecto de comparacion, la mayor ó menor actividad de varias pólvoras ecsaminadas en dias diferentes, y si se quiere en uno mismo y aun simultaneamente. Para no aprobar que esta comparacion se haga en distintos dias, ni en uno mismo en diferentes horas, tenemos por razon principal la influencia del aire cuyo estado físico y de movimiento es tan continuamente variable (*a*); y aun cuando la operacion se haga en el mismo momento, encontramos muy dificil de conseguir que en los montones de pólvora colocados en las circunferencias, se hallen del mismo modo sobrepuestos los granos que los forman, circunstancia de la cual depende el número y magnitud de los intersticios de cada uno de aquellos, y cuya importancia para la inflamacion quedó demostrada en su respectivo lugar.

227. Acerca de las pruebas á que deben sujetarse las pól-

(*a*) Practicamente nos hemos convencido de esta verdad, por habérsenos inflamado pólvora colocada á gran distancia del centro, mientras que de otra que distaba menos no se quemó ni un solo grano.

voras en el ecsámen que de ellas hay que hacer, copiamos á continuacion cuanto se dice en el tratado de artillería del Escelentisimo Sr. D. Tomas de Morla, y en el 7.° reglamento de la ordenanza del cuerpo que es como sigue.

Uno de los medios para reconocer la fuerza de la pólvora es cargar proporcionada y competentemente un arma de fuego, y dispararla contra un blanco de tierra, plomo ó madera que esté prócsimo al arma; pues no tiene duda que mientras mayor sea la potencia de la pólvora será mayor la velocidad de la bala y por consiguiente se introducirá mas en el blanco. En esta prueba *llamada de inmersion* se supone que los disparos se han de hacer con una misma arma, cargada con toda igualdad, con balas iguales en peso y medida, y que los blancos sean perfectamente homogéneos; condiciones que ofrecen ya bastante dificultad para combinarse. El blanco de tierra es el mas defectuoso por lo dificil de hacerle igualmente homogéneo y compacto en todas sus partes; y aun despues de logrado esto, el enjugue y asiento de las tierras abren grietas, y las balas que dán en ellas penetran doble ó triple que en otras partes. El blanco de plomo es preferible á todos por lo que pertenece á su homogeneidad; pero cuando se trata de diferencias poco notables en las cargas ó velocidades de las balas, se ocultan las diferencias de sus inmersiones, y es imposible calcularlas (*a*). Finalmente, el blanco de madera se deja penetrar mucho mejor que el de plomo y tierra principalmente si es arcillosa y está apisonada; y así las diferencias que dá en las inmersiones son notables, y se pueden medir con cierto grado de esactitud y de consiguiente compararlas entre sí; pero el grande inconveniente de este blanco es su falta

(*a*) Ningun blanco nos parece mas homogéneo y capaz de apreciar mejor las menores diferencias, que el de una, dos ó mas resmas de papel prensado en las que se haya intercalado previamente un pliego de papel de color entre cada cinco cuadernillos para contar con mas facilidad y prontitud.

de homogeneidad, y para hacerle es necesario escoger trozos de madera de un mismo árbol, y que sean sanos, sin nudos ni venteaduras, y comparar solo dos ó tres tiros entre sí, procurando que las balas den á igual distancia de la camisa ó en unas mismas fibras. Asi es que esta prueba solo puede servir para comparar la fuerza de dos cargas ó pólvoras entre sí, y no para probar una sola pólvora. Y aun sobre este punto siempre quedan dudas ó recelos sobre la igualdad de circunstancias; pues como hay que hacer los disparos con una sola arma, es preciso limpiarla á cada uno de ellos, y cargar todos con la misma igualdad &c. &c.

Tambien se reconoce dicha potencia ó fuerza por el efecto que causa en una bala de fusil de ordenanza, disparada contra una muralla con 8 adarmes de pólvora á distancia de 400 pasos ó 1000 pies de Castilla. Si de resultas del choque queda hecha pedazos la bala ó aplastada como una plancha, y sucede lo mismo en 6 ú 8 disparos consecutivos, la pólvora será admisible y de buen servicio, conforme á la ordenanza de 1728 que señalaba esta por una de las pruebas de la pólvora. Desde luego se percibe que esta especie de prueba solo puede ser conducente para saber si la pólvora que se esperimenta ó reconoce es ó no de servicio, mas no para conocer su grado de fuerza; pues no habria otra señal para ello que el mayor ó menor aplastamiento de la bala, que ademas de ser muy dificil de medir, podria depender de la mayor ó menor dureza del cuerpo contra que chocase, como una piedra dura, blanda, ladrillo ó argamasa.

228. La prueba mas comun es la del morterete que tuvo su orígen en Francia en 1686 siendo gran maestre de Artillería el Mariscal Humieres, la que se adoptó generalmente en toda Europa, y en España por la ordenanza de 1728; y aunque este instrumento es bien conocido de todos, pasaremos á hacer su descripcion segun se halla representado de perfil y elevacion en la lám. 9.ª fig. 1.ª *A B* diámetro del ánima: *C D* su longitud: *F G* diámetro de su recámara: *D E* su longitud: *O S*, *n N* plancha

ó placa: *L b n* coginete con que está unida la plancha al cuerpo del morterete. Este descansa sobre un afuste ó paralepípedo de madera, y se sujeta á él por medio de cuatro pernos que atraviesan el afuste y la plancha, y se aseguran por encima de esta con cabezas de tuerca: *J* bombeta ó globo macizo de bronce. Tiene un taladro con rosca en el punto en que se cortan las dos líneas marcadas en su emisferio superior; y para poderla manejar é introducir en el morterete se le pone la llave ó tornillo *K*. Este se halla dividido en dos partes *O*, y *P* que enroscan una en otra; y la inferior *O* sirve para tapar el agugero de la bombeta luego que se haya colocado en el morterete.

La figura 2.ª manifiesta la vista de frente de la plancha y del coginete.

El morterete ha de ser de plancha apuntado constantemente por 45 grados: su calibre de 7 pulgadas 9 puntos del pie de París: una bombeta ó globo macizo de bronce de 63 libras y $^{9}/_{10}$ del marco de Burgos, cuyo diámetro sea 7 pulgadas y 2 puntos: la recámara cilíndrica tendrá una pulgada y 10 líneas de diámetro, y dos pulgadas y 5 líneas de largo, redondeada por su fondo: el fogon rasante á él y de una línea y 6 puntos de diámetro: sobre el brocal tendrá marcadas las prolongaciones de dos diámetros en ángulo recto, de modo que el uno esté en el plano vertical que pase por el eje del mortero puesto sobre su afuste, y tenga figurada la punta de una saeta en el estremo inferior: la bombeta tendrá señalada del mismo modo una cruz en el emisferio superior (*a*).

(*a*) El morterete y bombeta tal cual se usan en el dia, tienen las mismas dimensiones que las que se le dieron en Francia, y habiéndose reducido el peso de la bombeta en nuestra ordenanza á libras castellanas, no se ha hecho esto mismo con la pólvora con que se carga el morterete; es decir, que teniendo la bombeta 63,9 libras castellanas de peso, que corresponden á las 60 francesas, debia cargarse el morterete con

229. Las dimensiones que se señalan para el globo y morterete nos parece que deben seguirse con todo rigor, y creemos que si el diámetro de la bombeta es menor de 7 pulgadas y 2 puntos debe ser desechada.

230. El menor defecto en la construccion del ánima del morterete ó redondez de la bombeta, hace variar notablemente los alcances, porque no coincidiendo las bombetas en todos los puntos del ánima del morterete, el fluido aeriforme se escapa por la parte defectuosa, y el globo no es igualmente compelido por todas sus partes. En nuestras fundiciones es casi imposible desempeñar perfectamente estos dos puntos; y asi se nota comunmente que una misma pólvora, probada á un mismo tiempo, pero en distintos morteretes de unas mismas dimensiones dá alcances desiguales. Por esta razon conviene no contentarse con hacer la prueba en un solo morterete sino con dos á un mismo tiempo, cargando el uno con una pólvora, y el otro con la que se ha de comparar con ella: limpias las ánimas y lavados los globos se hace otro disparo trocando las pólvoras en los morteretes, y asi sucesivamente hasta cuatro ó mas disparos.

231. La explanada sobre que ha de colocarse el morterete para las pruebas será de cuartones de ocho pies de largo, seis pulgadas de ancho y cuatro de grueso, clavados sobre otros cuatro atravesados; la cual se ha de sentar horizontalmente sobre un macizo bien sólido de mampostería de cuatro pies de altura: los cuartones de la superficie han de colocarse á lo largo en direccion de la línea de tiro, y á la cabeza de la explanada se marcará una línea, sobre la cual se formará un rectángulo hácia la cola, igual al de la base del afus-

---

3,195 onzas de pólvora cuyo esceso sobre las 3 que señala el reglamento siendo la pólvora de buena calidad, hace alargar los alcances desde 6 hasta 10 toesas, resultando de aqui una desventaja para nuestras pólvoras si por esta prueba se comparan con las francesas.

te del morterete para que su colocacion sea siempre sobre unos mismos puntos de la explanada, que debe quedar perfectamente nivelada, y en tal parage que las bombetas arrojadas desde ella en las pruebas caigan en terreno que no sea duro ni pedregoso.

232. Comprobadas las dimensiones del fogon y calibres del morterete y bombeta, se colocará sobre la esplanada, ajustando la base de su afuste al rectángulo marcado en ella: se introduce una mecha delgada de estopin en el fogon; y dos operarios levantarán el afuste sobre la contera hasta que el eje del morterete quede sensiblemente vertical: en esta disposicion se ponen las tres onzas de pólvora á granel, y sin oprimirla en su recámara: se introducirá la bombeta á aplomo en el morterete sin golpear las paredes ni fondo del ánima; de modo que las direcciones de saeta y cruz señaladas sobre el emisferio superior de la bombeta, coincidan con las que están marcadas sobre la boca del morterete. Cargado asi volverán los operarios á dejarlo sobre la esplanada en el mismo lugar que ocupaba antes de cargar, y se verá si su graduacion es la de cuarenta y cinco grados que se requiere: se disparará el morterete; se medirá la distancia á que haya llegado la bombeta; se rascará y lavará esta; se limpiará perfectamente con un paño, y se rascará y limpiará el ánima y recámara del morterete, cuyas precauciones han de ejecutarse á cada disparo, y tambien antes del primero.

233. Para las pruebas de la pólvora se reconocerá cada clase de por sí, que ha de ser de grano igual, sólido y bien limpio de polvo. La igualdad del grano ha de graduarse á la simple vista; su solidez por la resistencia que haga cuando se intente deshacerlo entre las yemas de los dedos; y su limpieza, sino deja ennegrecida la parte superior de la mano teniéndola inclinada, y derramando sobre ella una porcion. La pólvora con estas tres cualidades se pasará á probar en el morterete para saber su potencia.

234. De cada tres jornadas de pólvora se hará una prueba con el morterete, haciendo tres cargas de á tres onzas castellanas de pólvora, y cada onza de diferente jornada pesadas separadamente: las tres onzas de una carga se mezclarán y revolverán muy bien, y despues se comprobará su peso de tres onzas, añadiendo ó quitando algunos granos hasta dejarlo exacto.

235. Con las precauciones expuestas, y procurando igualar en lo posible todas las circunstancias, se dispararán tres tiros de prueba con cada clase de pólvora de cañon y fusil, y el término medio de los tres disparos se reputará por el verdadero alcance de las pólvoras en la prueba; el cual no ha de bajar de noventa toesas en la que se destine para el ejército, ni de ciento para la marina. En los sacos se escribirá el alcance de la pólvora que contienen.

236. Si los alcances fueren menores ó poco mayores que los espresados, se pasará á probar particularmente la pólvora de cada jornada de las tres que entraron en la prueba para hallar en cuál de ellas está el defecto á fin de recomponerla.

237. Es tambien de la mayor importancia que la pólvora que se vá á probar esté pesada con toda exactitud para que los resultados en los alcances no sean falibles. Las pruebas deben hacerse en dias serenos de 10 á 12 de la mañana en invierno, de 8 á 10 en primavera y otoño, y al salir el sol en verano; aunque tambien convendrá repetirlas en otras horas y con algunas variaciones de la atmósfera, para que se vea lo que esta influye en los alcances, á cuyo fin se harán observaciones con el higrómetro, barómetro y termómetro.

238. El nivel del terreno en que se hacen las pruebas, particularmente en los puntos de la esplanada y el parage de la caida de los globos, es sumamente esencial; pues si este último está mas alto, marcará menores los alcances, y al contrario si está mas bajo. Tambien conviene que la puntería vaya lo mas recta que se pueda á la bandera, pues de ser los

tiros muy torcidos puede haber equivocacion en la medida, y mas si para ello se nombran sugetos de poca inteligencia y escrupulosidad.

239. El artículo 45 del reglamento citado, previene que para todas las fábricas se haga una sola pólvora *llamada de regla*, para probar los morteretes nuevos que se lleven á ellas; y aun la misma ordenanza prefija las dosis de los ingredientes que deben entrar en su fabricacion, el modo de elaborarla &c. Nosotros juzgamos escusada dicha pólvora, pues la comparacion de los nuevos morteretes con los antiguos de la fábrica, puede hacerse aun mejor con la pólvora comun; y asi para la comparacion de estos morteretes preferimos el tener en la fábrica una bombeta perfectamente esférica, del peso y diámetro señalado en la ordenanza, sin mas uso que introducirla en el ánima de los nuevos morteretes, y observar si ajusta ó no exactamente.

240. El General Morla recomienda tambien esta pólvora de regla para comparar con sus alcances los de las demas pólvoras que se fabriquen. Esta comparacion puede hacerse con alguna ecsactitud en una sola fábrica y con un mismo morterete; pero transportada á otra y usada en distinto morterete no será nunca ecsacta. Es muy propio que en todas las fábricas haya una pólvora de esta especie; es decir, una pólvora esquisita que manifieste hasta donde ha llegado la perfeccion del arte; pero en un asunto en que todavia falta tanto, y acaso es imposible llegar al último término de comparacion, parece ridículo atar, digámoslo asi, las manos al fabricante, para que no salga de las reglas prescritas en una ordenanza. Sabemos que en Julio de 1807 se elaboró en la fábrica de Murcia una pólvora de regla con 56 partes de salitre, 9 $^1/_2$ de carbon, 7 $^1/_2$ de azufre, 8 cuartillos de agua y 53 $^1/_2$ horas de trituracion; y hecha la prueba en el mes siguiente de Agosto, en 15 disparos, con un morterete que se tenia por defectuoso, el alcance medio fué de 135 toesas, que es el mayor

que se ha conocido en aquella fábrica, aunque estamos muy lejos de creer que indique la potencia absoluta de este misto.

241. Si recorremos la historia de las pruebas con este instrumento desde su invencion hasta el presente, hallaremos una diferencia notabilísima en los alcances que se ecsigian en distintas épocas. En 1686, es decir, cuando la invencion de este instrumento, se pedia en Francia que el globo alcanzase tan solo 50 toesas; y se admitian en los almacenes las pólvoras cuyos alcances no bajaban de 45. En España por la ordenanza de 1728 estaba mandado que el alcance con el morterete fuese al menos de 75 toesas; y en 1798 se dispuso que no bajase de 90 en las pólvoras destinadas para el ejército, y de 100 para la marina, como parece que se observaba en Francia en la misma época. Esta disposicion se confirmó en nuestra ordenanza de 1802, pero por real orden de 20 de Mayo de 1807 está mandado: 1.° que para darse en las fábricas las pólvoras por de buena calidad, deben tener de alcance en la prueba del morterete 128 brazas (110 toesas próximamente), tanto para el servicio del ejército como para el de la armada: 2.° que fuera de las fábricas se den por inútiles para la guerra las pólvoras cuyo alcance no llegue á 104 brazas (90 toesas prócsimamente): 3.° que todas las que bajen del alcance anterior, pero que lleguen á 58 brazas (50 toesas prócsimamente) deban emplearse en fuegos artificiales, *ejercicios de instruccion*, *salvas* y *otros usos semejantes*, (*a*) y aun para la guerra en casos urgentes con destino al cañon: 4.° que cuando los alcances no lleguen á 58 brazas (50 toesas prócsimamente) se estraiga el salitre por los métodos sencillos y conocidos: que las porciones necesarias en los laboratorios de mistos se destinen á este ser-

---

(*a*) Recordamos para decidirse en tales casos, no siendo de *estrema necesidad* ó *urgencia*, cuanto queda manifestado acerca del efecto que sobre las armas ejerce el azufre superabundante ó mal distribuido en las pólvoras.

vicio; á los estancos las precisas para sus consumos; y las restantes se conduzcan á las fábricas de pólvora. Una diferencia tan notable la atribuyen algunos á la perfeccion que ha adquirido la fábrica de pólvora; y otros acaso con mas fundamento, á que habiendo estado este ramo al cargo de la real hacienda y de asentistas particulares, adulteraban la calidad de las pólvoras para tener ganancias mas crecidas. En 1811 en que Renaud escribió su memoria, el reglamento de Francia ecsigia 225 metros de alcance con el morterete que vienen á ser 115 toesas y 3 pies; y asegura que la pólvora que entonces se fabricaba alcanzaba hasta 133 y 134 toesas: el peso del globo era de 60 libras y se cargaba con 92 gramas de pólvora, que equivalen á 3 onzas y 5 granos.

242. Para comparar los alcances de las piezas de batalla con los que las mismas pólvoras tuvieron en el morterete, desde 100 hasta 125 toesas, insertamos á continuacion dos tablas que con el espresado objeto formó Lombard; pues aunque no deben considerarse estos esperimentos enteramente ecsactos, siempre dan por aprocsimacion algunas reglas oportunas para el uso de la pólvora en campaña.

TABLA *de los alcances de punto en blanco de las piezas de batalla de á* 12, 8 *y* 4, *cargadas con* 4, 2½ *y* ½ *libras de pólvora respectivamente, siendo los alcances de esta en el mismo morterete desde* 100 *hasta* 125 *toesas.*

Alcances de la pólvora en el morterete.		Alcances de punto en blanco.		
		12	8	4
	Toesas.	Toesas.	Toesas.	Toesas.
Pólvora de...	100.....	238	228	224
	105.....	247	237	233
	110.....	257	246	242
	115.....	266	255	250
	120.....	276	264	259
	125.....	285	273	267

Tabla *en que se manifiestan las elevaciones que deben darse á las piezas de á 12, 8 y 4 segun la distancia á que se hallan los blancos, y la calidad de la pólvora que se emplée.*

Distancia del blanco.	Alcance de la pólvora en el morterete.	Elevaciones para los calibres de		
		12.	8.	4.
Toesas.		*Grados.*	*Grados.*	*Grados.*
250....	Pólvora de 100 toesas...	2	2	2
300....		5	5	5
350....		9	9	9
400....		14	14	14
300....	Pólvora de 110 toesas...	3	3	4
350....		7	7	7
400....		14	13	12
450....		16	15	15
300....	Pólvora de 120 toesas...	2	2	3
350....		6	6	6
400....		10	10	9
450....		14	14	13
500....		18	18	17
300....	Pólvora de 125 toesas...	1	1	2
350....		4	4	5
400....		8	8	8
450....		12	12	11
500....		15	15	14

243. La pólvora se ecsamina tambien por sus efectos en otros aparatos á quienes se les dá el nombre de *probetas*. Varias son las especies que se conocen de estas, entre las cuales hay una que se reduce á un morterete de la cabida de un dedal, con dos pies derechos á los lados de uno de sus diámetros, con dientes de sierra por los costados que miran al morterito: este se cubre despues de contener la pólvora con un sombrero sólido tambien de bronce, con dos orejas guarnecidas de muelles que abrazan los pies derechos, por los que corre precisamente saltando de diente en diente y cuyas caras oblicuas miran hácia bajo, y las horizontales hácia arriba. Tapado el morterito y dándole fuego por un fogon sumamente pequeño, hace elevar el sombrero, y pasar por mas ó menos dientes segun su fuerza.

244. Si se reflecsiona con detencion, se encontrará que entre el mecanismo de este aparato y el de la probeta austriaca de Llares hay muy poca diferencia; reuniendo una y otra los mismos defectos. Estos son, la salida de gases por el fogon, cosa atendible en dosis tan corta de pólvora como es la que se emplea, los rozamientos y las presiones que se ejercen, que dificilmente se presentan de un valor constante por la alteracion que sufren las partes con la influencia atmosférica y otras causas, y que si bien podrian despreciarse las diferencias en esperimentos ejecutados en mayor escala, en la presente bastan para inducir á equivocaciones de trascendencia.

245. La otra especie de probeta es semejante á un pistolete (fig. 3.ª lám. 9.ª) que tiene una rueda dentada y graduada *g*, oprimida por un muelle *i*, y puesta verticalmente sobre el cañon ó recipiente *d*, que contiene una determinada cantidad de pólvora. El impulso de esta cuando se inflama, choca á la plancha *f* con que se tapa perfectamente el recipiente *d* y está fija á la rueda *g*, y venciendo la resistencia del muelle *i*, hace girar á la rueda mas ó menos segun su potencia. El rastrillo y pie de gato están representados en *c* y *e*: la caja de la pro-

beta en *a b*, y *h* es el montante en que gira el eje de la rueda *g*, y este eje debe estar á igual altura que la boca del recipiente *d*. Por poco que se reflecsione, se conocerá lo inútil de este instrumento y del anterior cuando se trata de ecsactitud y de apreciar diferencias no muy notables: los muelles pierden toda su fuerza con el uso, y mas con la oxidacion que inmediatamente los cubre y desgasta bañados por los fluidos de la pólvora. Añádase á esto que en las probetas dichas se queman muy cortas cantidades de pólvora; y entonces la diferencia del grano y del carbon influyen en gran manera. Son pues, instrumentos inecsactos, que solo pueden servir para medir grandes diferencias en las potencias de las pólvoras igualmente graneadas, y que tengan unas mismas dósis de salitre, azufre y carbon.

246. La tercera especie de probeta es la inventada por el caballero de Arcy que goza de la mayor reputacion, considerándola como el medio mas seguro y espedito de probar la pólvora, pero que no carece de defectos como luego se dirá, y está representada en las figuras 1.ª y 2.ª de la lámina 10. La 1.ª es un perfil en la misma direccion del cañon, y la 2.ª en sentido opuesto. Redúcese á un cañon pequeño de bronce ó hierro *A* del calibre de un fusil, suspendido de una barra tambien de hierro *B S*, con la que su eje forma un ángulo recto: la barra debe tener en el estremo opuesto al del cañon una cruceta *d d* de brazos iguales, con direccion transversal á la del eje del cañon formando ángulos rectos con la barra: dichos brazos están acerados y en forma de prisma triangular, cuya arista inferior descansa sobre las lunetas *f* atravesadas y fijas con tornillos en dos barras *D C*, que forman ángulos mucho mas abiertos ó de muchos mas grados que los del prisma que descansa sobre ellas. El cañon con la barra y la cruceta forma un verdadero péndulo, que quedará vertical siempre que las lunetas *f* sobre que ha de oscilar esten en un mismo plano horizontal. A este efecto, dichas barritas *D C* estan fijas á un marco de hierro *H G*

fig. 3.ª, lám. 10, sobrepuesto á otro de madera X fig. 4.ª, y aseguradas á él con tornillos, uno de los cuales se representa en *U*, fig. 2.ª, y por medio de ellos se puede bajar y subir suavemente dicho marco por el lado que se necesite para ponerle de nivel. En la prolongacion de la espresada arista de la barrita *dd*, debe estar el centro de un limbo ó cuadrante graduado de laton fig. 5.ª, perpendicular al marco de hierro, asegurado á él, y paralelo á las oscilaciones del péndulo. Si en la barra *BS* que sostiene al cañon se pone un brazo *g* fig. 2.ª, de suficiente longitud para llegar á un índice ó mano *hi* que tenga el limbo; al retroceder el cañon, el índice movido por el tal brazo marcará en el cuadrante los grados del arco que describe el péndulo. Dicho índice se mueve sobre su eje, colocado en el centro del cuadrante como manifiesta la fig. 2.ª en la cual está tambien representada la plomada *mn*, para poner el cuadrante en situacion vertical. El marco X de madera fig. 4.ª en que está empotrado el de hierro *HG* fig. 3.ª, está sostenido por cuatro pies derechos que salen de otro marco inferior y mas robusto tambien de madera, sobre el cual apoya toda la máquina formando un potro ó armazon en figura de pirámide truncada. La fig. 6.ª representa la barra *BS*, y el cañon *A* de las figuras 1.ª y 2.ª vistos en perspectiva, para manifestar la forma de la barrita *dd* y la palanca *g*: ambas son triangulares, y la primera acaba en punta para disminuir todo lo posible los rozamientos. Es sensible que ni Arcy en la citada obra, ni otro autor que sepamos, haya dado las dimensiones de esta máquina, que tampoco se pueden colegir de la lámina que la representa por estar en perspectiva é inecsacta.

247. Para usar esta probeta se pone el cañon casi vertical, y se deja caer en él la cantidad de pólvora que se crea conveniente, para que su retroceso no sea muy pequeño ni muy fuerte, procurando reunirla en el fondo de la recámara, y no atacarla ni golpearla: se pone en seguida suavemente el péndulo en las lunetas, y cuando está en reposo se le dá fuego con

un estopin delgado: el cañon retrocede, y moviéndose el índice del cuadrante por medio de la barrita *g*, marca los grados que ha retrocedido, y por ellos se aprecia la fuerza de la pólvora.

248. A poco que se reflecsione se ve que el movimiento del índice ó puntero que marca el grado de retroceso, podrá hacer equívoca esta prueba; respecto á que si está flojo marcará mas ó menos de lo que oscile el péndulo porque impelido por este andará mas que él, ó porque despues se bajará por su peso á buscar la vertical: y si el tornillo con que se fija el péndulo, oprime bastante al índice para que no tenga libertad en su movimiento, será imposible uniformar esta presion para que sea constante, y mas cuando es tan difícil evitar la influencia de tantas causas como pueden hacerla variar. Para destruir tales inconvenientes se ha simplificado y perfeccionado esta probeta quitándole el brazo y el índice del cuadrante, prolongando la barra del péndulo sobre su cruceta algo mas que el radio del limbo, y haciendo que del estremo de la espresada barra salga un brazo perpendicular al limbo y rasante por su estremo á la periferia ó superficie del arco, de modo que puesta harina sobre esta, el brazo de la barra la arrastra ó barre por toda la parte por donde pasa, dejando asi marcados los grados de la primera y mayor oscilacion.

249. El peso del cañon y longitud de la barra en que está pendiente, han de ser tales que disparado con una onza de pólvora tenga una oscilacion proporcionada á la máquina; y de modo que el corte de la cruceta de la barra no llegue á resbalar fuera de los vértices de los ángulos de las lunetas, que han de ser sus quicios constantemente.

Probetas de Regnier.

250. La de romana consta de un resorte *r' r r''* (figura 3.ª lam. 11.) formando ángulo y cuyos lados se hallan reunidos mas de lo que permite la elasticidad de aquel, por medio del obturador *H* fijo en el brazo *r'* y apoyado en la boca del morterete *M* que puede contener una grama de pólvora de caza. La culata de este morterete se prolonga en un arco de círculo graduado, cuyo centro es el vértice *r* de los dos brazos *r' r''*; y apoyado en el *r''*, sale concéntrica y paralelamente al arco, un hilo de laton por el cual corre un índice obedeciendo el empuje que le dá el brazo *r'* al acercarse al *r''*, por efecto de que la inflamacion de la pólvora empuja al obturador y lo separa de la boca una determinada distancia, variable en pólvoras de distintas potencias, y segun las cuales el índice corre tanto mas cuanto mayor es la fuerza de la pólvora.

Por supuesto que el número de grados principia á contarse desde cero que se halla colocado en *K* inmediato al brazo movible del resorte. La escala de la division del arco es tal que cada una de ellas corresponde á la presion de un kilógramo; por lo tanto, y en atencion á la mayor fuerza del resorte á proporcion que se reunen los dos brazos *r'* y *r''* de él, las citadas divisiones disminuyen gradualmente desde cero en adelante hasta las 30 que es el número total de las contenidas en el arco.

251. Para cargar esta probeta, se separa el obturador de la boca del morterete, y se mantiene asi durante esta operacion por medio de la espiga *E* introducida por delante del brazo *r''* en el agugero *n* practicado en la palanca *P* del citado obturador.

252. Tenemos por inconvenientes de esta probeta, 1.º La dificil graduacion del arco dependiente de la fuerza espansiva de tan pequeña cantidad de pólvora, y de la potencia que va adquiriendo la elasticidad del muelle ó resorte á proporcion que se

aprocsiman los brazos r' y r''; y por consiguiente, conceptuamos esta de dificil valuacion para que el resultado coincida siempre con la verdad. 2.° La pequeñez de las cargas posibles la miramos como un obstáculo para decidir la potencia de la pólvora quemada en cantidades convenientes para los usos ordinarios; y no obstante de decirse que es mas sensible que el morterete de prueba, nuestra opinion es que un instrumento de esta especie será tanto menos ecsacto para fundar en sus efectos las consecuencias que son naturales, cuanto sean menores las cantidades posibles de las cargas. El uso de esta probeta nos parece incómodo, y creemos que se remediaria este defecto, prolongando la cuerda del arco por el estremo N de suerte que por medio de esta espiga pudiera asegurarse á un pie derecho capaz de no ceder al empuje del retroceso.

253. La probeta hidrostática del mismo autor se halla representada en la figura (4.ª lám. 11). Consta de un recipiente R, que para el esperimento se llenan las tres cuartas partes de su capacidad de agua que siempre goce de una misma temperatura; toda la parte $g\,m\,n\,p$ puede compararse á la balanza de Nicholson; el anillo d sostenido á una altura determinada del recipiente, hace que sea vertical el descenso de la balanza por efecto de la esplosion de la pólvora del morterete colocado en el estremo p de la espiga ó segundo tubo de dicha balanza, el cual está graduado desde abajo para arriba de modo que el cero es el de la parte inferior. El morterete p está cerrado siempre con un obturador resistente y que forma parte del cuerpo. En el centro de este obturador hay un fogon de diámetro proporcionado por el cual se carga, ceba y dá fuego á la carga de prueba; lo cual verificado, hace que la balanza se inmerja en el agua á proporcion del empuje que ocasiona la mayor ó menor potencia de la pólvora, y este es el índice que reconoce esta probeta para graduarla.

254. Sin embargo de la opinion de M. Meyer acerca de la ecsactitud de los resultados por medio de este instrumento, le encontramos el inconveniente de que las cargas de prueba son

muy pequeñas para poder predecir por sus efectos los que tendrán lugar en las operaciones comunes.

Fusil-péndulo, cañon-péndulo, y péndulo balístico ó llámese contra-péndulo.

255. Entre el fusil péndulo y el cañon péndulo no hay mas diferencia que ser el segundo de mayores dimensiones que el primero como es fácil inferir; pero uno y otro son en grande lo que la probeta de Arcy en pequeño como lo demuestra la fig. 5.ª de la lámina 11, que suple con ventaja á la mejor esplicacion que pudiera hacerse para su inteligencia; y de su objeto se deduce la solidez que en cada caso deben tener todas sus partes.

256. Al péndulo balístico lo forma un sustentáculo de columnas ú otro cualquier artificio, véase figura 5.ª lámina 11, semejante al del péndulo-cañon, ó del péndulo-fusil: y asi como digimos en estos, tambien para la descripcion de los contra-péndulos nos referiremos á la figura 5.ª de la misma lámina. El contra-péndulo del péndulo-cañon, debe cumplir con las siguientes generales condiciones. 1.ª Que el parage destinado para que en el contra-péndulo choquen los proyectiles, sea capaz de soportar sin degradacion el choque de balas de grueso calibre animadas de grandes velocidades por usarse cargas crecidas. 2.ª Que la parte en donde precisamente se efectúa el choque, pueda ser relevada despues de él con facilidad y prontitud.

Para cumplir con la primera condicion, se hace de hierro colado la parte del contra-péndulo que ha de ser encontrada por la bala despedida del cañon-péndulo. Su figura es un tronco de cono hueco cuya base menor ó fondo es semiesférica, y á fin de dar á este cuerpo la solidez deseada, se la fortalece por toda la superficie con aros bien ajustados de hierro forjado.

En este cono truncado hueco, el eje del ánima no es el mismo que el de figura, puesto que de este modo y colocando á la parte inferior el mayor espesor, se facilita ajustar el centro de oscilacion del péndulo, alejando lo mas posible del eje de rotacion el centro de gravedad.

La abertura de la base mayor, se cierra en parte por una plancha de hierro, fijada al cono por medio de pernos. En el centro de la plancha hay una abertura circular de 16 pulgadas de diámetro, al través de la cual pasa la bala; manifestándose el parage por donde ésta lo efectúa, por el agugero que hace en una lámina de plomo de tres libras y media el pie cuadrado.

En el fondo del cono se halla colocada interiormente una masa de plomo, cuyo principal objeto es contrabalancear el peso del otro estremo, para que quede horizontal el eje. Al mismo tiempo impide que el choque de las balas se verifique contra el espresado fondo. Entre este y la base se colocan conos hechos de cuero, aros y barras de hierro; los cuales se rellenan de arena y forman el alma, digámoslo así, del cono de hierro colado del contra-péndulo. Debe tenerse cuidado que estos cuerpos no influyan en que varíe la posicion del objeto contra el cual se dirigen en el péndulo balístico los proyectiles; y si sucede, remediarlo por mas de un medio oportuno que hay en cada caso particular.

De lo dicho, pueden inferirse las condiciones que debe reunir el contra-péndulo del péndulo fusil, atendida su menor escala.

La oscilacion del péndulo se mide por un arco dividido en grados y minutos, y marcados estos por su correspondiente índice, cuyo movimiento depende del de la parte oscilatoria del aparato, en el cual se marca el camino que ha recorrido por la colocacion que dá á un segundo índice que queda inmóvil por efecto de un ligero resorte.

El cero del limbo ha de corresponder al plano vertical que pasa por el eje de rotacion, en cuyo plano en el estado de re-

poso del péndulo está la aguja ó estelite que lo acompaña en sus oscilaciones; por consiguiente, con estos datos, es siempre posible efectuar del modo preciso su colocacion.

Cada uno de los péndulos debe estar dispuesto de manera, que su centro de oscilacion pueda coincidir con la línea de tiro, con el objeto de evitar sacudimientos violentos sobre el eje de rotacion.

Por último, como estos aparatos están destinados para esperiencias delicadas, se hace del todo preciso que no sean impresionables con la influencia atmosférica; y sin embargo, deben estar resguardados de la que siempre podrá tener esta, haciendo de modo que no se conserven al descubierto.

Fórmulas *para calcular la velocidad de las balas por la amplitud de las oscilaciones del péndulo balístico.*

REPRESENTEMOS

257.

v. . . . . la velocidad de la bala en cada segundo.

p. . . . . el peso del péndulo balístico.

Por g. . . . . la distancia de su centro de gravedad. } Al eje de rotacion.

n. . . . . la distancia de su centro de oscilacion. } Al eje de rotacion.

h. . . . . la distancia del punto de percusion. } Al eje de rotacion.

r. . . . . la distancia de un elemento del péndulo. } Al eje de rotacion.

Por
- b. . . . . el peso de la bala.
- A. . . . . la amplitud angular de la primera oscilacion del péndulo.
- V'. . . . . la velocidad angular del péndulo despues del choque.
- m. . . . . la masa del péndulo.
- G. . . . . el valor de la gravedad en el parage de las esperiencias.

La masa de la bala será igual á $\frac{b}{G}$; la cantidad de movimiento de que se halla animada antes del choque estará representada por $\frac{b\,v}{G}$: y el momento de esta cantidad de movimiento tomado con relacion al eje de rotacion del péndulo sera $\frac{b\,v\,h}{G}$.

De donde sale, que la cantidad de movimiento comunicado á un elemento de la masa del péndulo, es igual á $V'\,r\,d\,m$; asi como que $V'\,r^2\,d\,m$, espresa el momento con respecto al mismo eje de rotacion de aquella cantidad de movimiento. La suma de todos los momentos semejantes, ó bien el momento del péndulo está representada en la espresion $V'\int r^2\,d\,m$. Esta integral es igual en último resultado á $\frac{V'\,p\,g\,n}{G}$, puesto que es $n = \frac{G\int r^2\,d\,m}{p\,g}$.

Despues del choque, la bala participa del movimiento del péndulo, por consiguiente la cantidad del de ella estará representada por $\frac{b\,V'\,h}{G}$, y su momento por $\frac{b\,V'\,h^2}{G}$. De donde

resulta que $\frac{V'}{G}(pgn+bh^2)$ es la suma de los momentos de las cantidades de movimiento del péndulo y de la bala despues del choque. Esta suma es igual al momento de la cantidad de movimiento de la bala antes del choque, por consiguiente puede establecerse la ecuacion $\frac{bvh}{G}=\frac{V'(pgn+bh^2)}{G}$;

de la cual sale que $V'=\frac{bvh}{pgn+bh^2}$.

258. Durante el retroceso del péndulo se verifica tambien, que su centro de gravedad se eleva una cantidad igual al seno-verso del ángulo de oscilacion, y cuya espresion es $g-g\cos.A=g(1-\cos.A)=2g\,sen.^2\,{}^1/_2A$. Por otra parte resulta tambien, que la bala cuya distancia al eje de rotacion es h, se eleva una altura igual á $h-h\cos.A=h(1-\cos.A)=$ $=2h\,sen.^2\,{}^1/_2A$.

La cantidad de accion ejercida por la fuerza de la gravedad sobre el péndulo y la bala reunidos durante la primera oscilacion, es

$$2\,sen.^2\frac{1}{2}A\,\frac{G(pg+bh)}{G}=2\,sen.^2\frac{1}{2}A(pg+bh).$$

La fuerza viva del sistema está representada por $\frac{V'^2(pgn+bh^2)}{G}$; y esta es igual al duplo de la cantidad de accion, de consiguiente tendremos la ecuacion

$$\frac{V'^2(pgn+bh^2)}{G}=4\,sen.^2\,{}^1/_2A(pg+bh);$$ de donde

$$V'^2=\frac{4\,sen.^2\,{}^1/_2A(pg+bh)G}{pgn+bh^2};$$ y de aqui sale

$V' = 2\ sen.\ \frac{1}{2}\ A\ \sqrt{\frac{(pg+bh)G}{pgn+bh^2}}$; y se origina la ecuacion

$$\frac{bvh}{pgn+bh^2} = 2\ sen.\ {}^1/_2\ A\ \sqrt{\frac{(pg+bh)G}{pgn+bh^2}}$$

$$bvh = 2\ sen.\ \frac{1}{2}\ A\ (pgn+bh^2)\ \sqrt{\frac{(pg+bh)\ G}{pgn+bh^2}} =$$

$$= 2\ sen.\ \frac{1}{2}\ A \sqrt{\frac{(pgn+bh^2)^2\ (pg+bh)\ G}{pgn+bh^2}} =$$

$$= 2\ sen.\ \frac{1}{2}\ A \sqrt{\frac{(pgn+bh^2)(pg+bh)\ G \times (pgn+bh^2)}{pgn+bh^2}} =$$

$$= 2\ sen.\ {}^1/_2\ A \sqrt{(pgn+bh^2)(pg+bh)G}$$

$$v = 2\ sen.\ {}^1/_2\ A \frac{\sqrt{(pgn+bh^2)(pg+bh)G}}{bh}$$

259. En esta clase de péndulos, el eje del cañon y el del contra-péndulo coinciden en una misma línea horizontal cuando ambos están en reposo; por esta razon la bala hiere siempre muy cerca del eje del segundo: y para evitar toda percusion en el eje de suspension del contra-péndulo, ha sido transportado el centro de oscilacion del sistema, á que muy prócsimamente, al menos coincida con el eje del mismo contra-péndulo, teniendo cuidado que asi se verifique al hacer todos los disparos, para lo cual despues de cada uno se rectifica el aparato cuanto sea necesario. De esta posicion resulta, que se aprocsiman á la igualdad

los valores de n y de h, y que en la fórmula anterior no se comete grande error en suponerlos tales. En este caso,

$$v = 2\,sen.\frac{1}{2}A\frac{\sqrt{(pgn+bh^2)(pg+bh)G}}{bh} =$$

$$= 2\,sen.\frac{1}{2}A\frac{\sqrt{(pgn+bhn)(pg+bh)G}}{bh} =$$

$$= 2\,sen.\frac{1}{2}A\frac{\sqrt{(pg+bh)(pg+bh)Gn}}{bh} =$$

$$= 2\,sen.\frac{1}{2}A\frac{(pg+bh)\sqrt{Gn}}{bh}$$

$$v = 2\,sen.\frac{1}{2}A\frac{(pg+bh)\sqrt{Gn}}{bh}$$

260. Llevando mas adelante las consideraciones conformes con la práctica, encontramos que el valor de b estará siempre contenido en estrechos límites para balas de una misma especie é igual calibre. Por esta causa, y en virtud de la grande diferencia que ecsiste entre los valores de pg y de bh; se puede considerar constante á este último en el numerador de la anterior fórmula, con el valor que en cada caso resulte de multiplicar el peso medio de las balas por la distancia media de los puntos de percusion al eje de rotacion. Con cuyo supuesto se tiene un valor constante en cada serie de esperiencias para la espresion $(pg+bh)\times\sqrt{Gn}$; y la fórmula anterior facilmente adaptable al cálculo logarítmico.

261. Calculando la velocidad para un caso de variacion estrema en el valor de bh, se ha visto que el error producido por la anterior trasformacion de la fórmula, y atribuyendo á

$pg + bh$ un valor constante medio, no escedia $^4/_{10}$ de un pie ($0,^m122$) cuando la velocidad es de 1350 pies (411 metros); y que en los casos ordinarios es tan pequeño el error, que puede despreciarse desde luego.

Como sucede por otra parte, que $2\ sen.\ ^1/_2\ A$ es igual á la cuerda del arco A; resulta segun la fórmula, que en igualdad de circunstancias, la velocidad de la bala es proporcional á la cuerda del arco de oscilacion del péndulo.

Cálculo de la velocidad de la bala, segun el retroceso del cañon-péndulo.

262. **REPRESENTEMOS**

Por
- v'' la velocidad inicial de la bala.
- p' el peso del cañon-péndulo.
- g' la distancia de su centro de gravedad..... } Al eje de rotacion.
- n' la distancia de su centro de oscilacion..... } Al eje de rotacion.
- h' la distancia del eje del cañon-péndulo..... } Al eje de rotacion.
- A' ángulo de oscilacion del cañon-péndulo.
- b' peso de la bala.
- D diámetro del ánima de la pieza.
- d diámetro de la bala.
- c peso de la carga de pólvora.
- c' peso del cartucho comprendiendo en él pólvora y tela.
- V''' velocidad angular del cañon-péndulo.
- G fuerza de la pesantez en el parage de la esperiencia.
- N un factor constante de la misma naturaleza que g'; G; &c. que es necesario determinar por la esperiencia.

El momento de la cantidad de movimiento del cañon-pendulo es como en el caso del péndulo balístico, $\frac{V''' p' g' n'}{G}$; la cantidad de accion ejercida por la gravedad durante el retroceso del péndulo, es $2\,sen.^2 \frac{1}{2} A' \times g' p'$; y la fuerza viva

$$\frac{V'''^2 p' g' n'}{G} = 4\,sen.^2 \frac{1}{2} A' \times g' p'$$

De donde sale,

$$V'''^2 p' g' n' = 4\,sen.^2 \frac{1}{2} A' \times p' g' G\,;$$

$$V'''^2 = \frac{4\,sen.^2 \frac{1}{2} A' \times p' g' G}{p' g' n'} =$$

$$= 4\,sen^2 \frac{1}{2} A' \times \frac{G}{n'}\,;\ \text{y}\ V''' = 2\,sen.\ \frac{1}{2} A' \sqrt{\frac{G}{n'}}$$

Sustituyendo este valor en la espresion del momento de la cantidad de movimiento del cañon-péndulo, se tiene la espresion

$$2\ sen.\ \frac{1}{2} A' \sqrt{\frac{G}{n'}} \times \frac{p' g' n'}{G} = 2\ sen.\ \frac{1}{2} A' p' g' \sqrt{\frac{G\, n'^2}{n'\, G^2}} =$$

$$= 2\,sen.\ \frac{1}{2} A' \times p' g' \sqrt{\frac{n'}{G}}$$

263. Como la bala y el taco salen reunidos de la boca de

la pieza y con una velocidad v'', su cantidad de movimiento será $\frac{b'v''}{G}$. Pero la fuerza espansiva de la pólvora inflamada que produce esta cantidad de movimiento, puede ser considerada como obrando sobre una superficie igual á la del círculo mácsimo de la bala, al mismo tiempo que la parte de reaccion que se produce sobre el cañon-péndulo obrará sobre la superficie de la seccion correspondiente del ánima. La accion sobre aquel, será por lo tanto mayor que sobre la bala en la misma relacion que lo están las respectivas y citadas superficies, que lo es en la de los cuadrados de los diámetros del calibre y del proyectil que le pertenece. De suerte que la cantidad de movimiento del cañon-péndulo será $\frac{b'v''}{G} \times \frac{D^2}{d^2}$ y su momento será $\frac{b'v''h'}{G} \times \frac{D^2}{d^2}$ tomado con respecto al eje de rotacion.

Ahora bien, suponiendo que la totalidad del fluido elástico producido por la inflamacion de la carga, llena la parte del ánima que va recorriendo la bala, se puede admitir con Hutton, que la velocidad media del fluido en el momento que aquella sale de la pieza, es igual á la mitad de la de la bala, y por lo tanto que su espresion es $\frac{1}{2}v''$. Y en el caso que la cantidad de la carga sea tal que se pueda consumir toda en el ánima del cañon, el peso del fluido elástico es el mismo que el de la carga, en el momento de poderse suponer en estado gaseoso todos los productos resultantes de la inflamacion. La mayor parte de la tela del cartucho sale sin quemar fuera de la pieza; y en el supuesto de que la velocidad de la mitad de dicha tela es igual á la de la bala, ó que el todo de ella goza de la mitad de la espresada velocidad; la cantidad de movimiento

de cuanto procede del cartucho, se podrá representar por $\frac{1}{2} v'' \frac{c'}{G}$; y su momento tomado con respecto al eje de rotacion, por $\frac{1}{2} v'' h' \frac{c'}{G}$.

Hay mas, y es que despues que la bala ha salido del ánima del péndulo-cañon, esta queda ocupada por parte de los gases de la pólvora á cuya total salida se opone la resistencia del aire; y como aquellos ocupan menos espacio que el que necesitan, el empuje que ejercen en todos sentidos, afecta al retroceso del cañon-péndulo, y lo aumenta en la cantidad correspondiente al número de las fuerzas que obran en sentido favorable: y no obstante de lo dificil que es, si se reflecsiona bien, el asignar un valor numérico ecsacto á la cantidad de movimiento causada por este accidente, se la considera proporcional á la cantidad de la carga, y bajo tal hipótesis puede ser representada prócsimamente por $\frac{cN}{G}$; en que N es una cantidad lineal constante, que representa la velocidad comunicada al péndulo por la unidad de la carga c. El momento de la cantidad de movimiento producido por esta accion de la carga es $\frac{cNh'}{G}$, que á su vez representa la resultante de todas estas fuerzas cuya accion la ejerce en direccion del eje del cañon-péndulo.

La suma de todos los momentos resultantes de la accion de la carga es

$$\frac{b' v'' h'}{G} \times \frac{D^2}{d^2} + \frac{1}{2} v'' h' \frac{c'}{G} + \frac{cNh'}{G} = 2\, sen. \frac{1}{2} A' p' g' \sqrt{\frac{n'}{G}}$$

$$v''\left(\frac{b'h'D^2}{Gd^2}+\frac{h'c'}{2G}\right)=2\,sen.\frac{1}{2}A'p'g'\sqrt{\frac{n'}{G}}-\frac{cNh'}{G}$$

$$v''=\frac{\dfrac{2\,sen.\frac{1}{2}A'p'g'\sqrt{n'G}}{h'}-cN}{b'\dfrac{D^2}{d^2}+\dfrac{c'}{2}}$$

264. Muchas son las causas que pueden contribuir á que los resultados de esta fórmula no estén siempre acordes con los que se obtienen por medio de los efectos producidos en el péndulo balístico, aunque se tome en consideracion como es debido, la pérdida de velocidad ocasionada por la resistencia del aire sobre la bala al recorrer la distancia entre los dos péndulos; y una de las principales, es la incertidumbre relativa que ecsiste sobre el valor $^1/_2\,v''$ atribuido á la velocidad media de la pólvora inflamada en el ánima de la pieza: porque es necesario considerar que una parte notable del fluido elástico se escapa por delante de la bala al través del viento de esta, y disminuye la que se emplea en empujarla. Sin embargo, esta pérdida de gases es en algun tanto compensada por la mayor velocidad adquirida por los que permanecen en accion contra el proyectil; y la relacion de uno y otro factor no es conocida para resolver en cada caso de su entidad y accion. El resultado que al presente nos ocupa debe sufrir tambien modificaciones en los límites ordinarios de la práctica, ya por la calidad de la pólvora ya por el peso mismo de la carga; y estas circunstancias ejercen probablemente mayor influencia todavía sobre el valor de la cantidad N, y por consiguiente en el término cN de la fórmula.

265. Al factor N se le han asignado diferentes valores, pues unos han sustituido por él en la fórmula 420 metros ó sean 1400 pies, y otros como resultados de las esperiencias ejecutadas con los cañones de á 24 y 32, lo hacen valer por término medio, 488 metros ó sean 1600 pies.

266. Esta clase de valores de N, no pueden aplicarse igualmente bien en el cálculo de las velocidades de las balas de calibres pequeños, porque la intensidad del calor y con ella la fuerza elástica del fluido engendrado por la combustion de la carga, aumenta probablemente en una relacion mas grande que la de las cantidades de pólvora; de suerte que el valor de N debe variar con la carga, asi como tambien con la longitud y calibre de la pieza y densidad del proyectil. Sin embargo, en consideracion á que en la práctica ordinaria con el cañon-péndulo, las variaciones del valor de N no serian grandes, y que el producto cN es mucho mas pequeño que el primer término del numerador de la fórmula de la velocidad, ningun grave error resultaria de asignar á este coeficiente un valor medio constante, tal como el que ha sido indicado mas arriba; antes al contrario, se nota las mas veces bastante coincidencia entre las velocidades de los proyectiles deducidas de ambos péndulos.

267. Con el objeto de facilitar y aun de dar, acaso mas ecsactitud á la fórmula de las velocidades, se acomoda el centro de gravedad y el de oscilacion de modo que pueda establecerse el principio de $n' = h'$; en cuyo caso el término, llamado *momento del cañon-péndulo,*

$$2\,sen.\frac{1}{2}A'\frac{p'g'\sqrt{Gn'}}{h'},\quad \text{se convierte en}$$

$$2\,sen.\frac{1}{2}A'\times p'g'\sqrt{\frac{G}{h'}}$$

::

Y cuyo valor no debe mirarse como la medida de la fuerza relativa del retroceso, sin tomar en consideracion el viento de las balas, el peso de estas y el de la carga de pólvora.

268. Con respecto á la medida de los ángulos de oscilacion de los péndulos, y siguiendo en esto á Hutton y otros que han hecho investigaciones en esta clase de esperiencias, se toma por A y A' á los arcos de oscilacion que indica el índice sobre el limbo graduado del instrumento; aunque rigorosamente considerado este punto merece correccion, porque estando colocada la bala en el cañon detrás del plano vertical que pasa por el eje de rotacion del cañon-péndulo y pasando á su vez á una posicion semejante en el péndulo-balístico; se sigue, que el retroceso del primer péndulo es acelerado, mientras que el del segundo es retardado. De suerte, que para obtenerse un valor ecsacto para el arco del retroceso, debe disminuirse el valor del primero y aumentarse el del segundo. Pero esta clase de compensaciones difíciles por sí, se complican mas y mas para poder determinar la relacion ecsacta necesaria para la debida correccion, por el movimiento que siempre hacen, sin que pueda evitarse, los pesos que se aplican á los péndulos, y cuyo movimiento ejerce con frecuencia una influencia mas notable en el cambio de posicion que se efectúa por el centro de gravedad del sistema, que la que tiene lugar por el cambio de posicion de la bala.

269. Habiendo dejado, en nuestro concepto cumplida, la primera parte de lo que nos hemos propuesto en el epígrafe prócsimamente anterior al párrafo 225, pasemos á hacer lo mismo con la segunda, que son las consideraciones indicadas en dicho epígrafe.

270. En una carta que con fecha del 18 de Junio de 1832 escribió desde la fábrica de pólvora de Esquerdes M. Maguin, comisario de la misma, al ministro de Marina y de las Colonias, se leen los siguientes conceptos.

1.° Que la inferiosidad de las pólvoras de los molinos de

percusion, proviene, en parte, del método peculiar de la fabricacion, y de que el carbon procede de pilas al aire libre; pero que opina porque la causa principal ecsiste en la pequeñez de los granos, en su poca densidad y en la falta absoluta del pavon. Asi que en virtud de todos estos accidentes reunidos, la carga de estas pólvoras entra en combustion con demasiada lentitud, y con la misma se comunica sucesivamente y por capas al resto de la carga, puesto que no hay actividad en la llama para atravesar por los huecos ó intersticios que quedan entre los granos. Que esta lentitud crece á proporcion que con la pólvora va mezclado mas polvorin; pero que en todos estos casos sucede, que parte de la pólvora inflamada arroja de su puesto respectivo á la bala y al resto de la carga, sin conseguirse que la primera adquiera la velocidad correspondiente á la salida del ánima de la pieza, ni la segunda se haya inflamado por completo para influir, *aunque fuera de lugar y oportunidad*, al verdadero fin.

2.° La pequeñez y la porosidad de los granos de una pólvora fabricada por los molinos de percusion, si ademas no pasa por sufrir el pavon; son causas que simultáneamente influyen en que se aterrone cuando pasa algun tiempo que están fabricadas, y sobre todo que se hallan encerradas en sus correspondientes cartuchos. La consecuencia de este accidente es la pérdida de potencia, á cuyo estremo tardan mas en llegar, ó mas bien (*dice el autor de la carta*) no hay temor de que lleguen las pólvoras gruesas, duras y pavonadas.

3.° Para que las pólvoras den el mácsimo efecto, es necesario que las dimensiones del grano sean proporcionales al calibre del arma á que están destinadas. Asi que, en una escopeta cuyo calibre es de 15 milímetros generalmente, el diámetro de los agugeros del graneador es de 0,6 de milímetro. El calibre del cañon de á 30, es de 164 milímetros, y por lo tanto, el diámetro de los agugeros del graneador, deberá de ser de 6,56 milímetros. Y en efecto, el que ha dado

pólvoras de la mayor fuerza, tenia sus agugeros 6,60 milímetros. No es absolutamente preciso que esta relacion se observe con todo rigor, sino en aquellas pastas confeccionadas con la mayor igualdad posible. Ademas, que el grueso de los granos puede aumentarse ó disminuirse para un calibre dado, cuando la carga deba de ser mas ó menos considerable. Asi que, bastaria tener hechas buenas epseriencias con un calibre determinado, para deducir con alguna probabilidad el grueso que convendria que tuviera la pólvora destinada á cualquiera otro calibre. Y en el dia se podria aumentar considerablemente la fuerza de las pólvoras fabricadas en los molinos de percusion, si el diámetro de los agugeros del graneador fuera de 5,50 á 6,00 milímetros, y pavonándolas con cuidado.

4.° Que el morterete dá menores alcances con aquellas pólvoras que en los cañones los dán mayores; y que guiándose por las pruebas hechas en él, hay casi certeza de que saldrá equivocada la clasificacion de las pólvoras destinadas para los cañones. Que para obtener grandes alcances en el morterete de prueba, son necesarias pólvoras poco densas y de grano fino; pero que han de reunir las circunstancias opuestas, aquellas que deban cumplir con el mismo objeto usándolas con los cañones. De suerte que no debe estrañarse que las pólvoras antiguas cuya trituracion era de 24 horas tuvieran de alcance en las pruebas de 200 á 220 metros, al paso que las modernas en que para mezclar sus componentes tan solo se emplean 11 horas, alcanzan 240 metros con el morterete de prueba, porque las primeras salian mas densas que las segundas. Del mismo modo que es cierto, que estas resultan de inferior calidad para usarlas con los cañones en los cuales les escede el alcance de las primeras.

271. En otra carta que el mismo comisario escribió al ministro del citado ramo (en la anterior) con fecha de 29 de Noviembre de 1834, dice con referencia á las esperiencias ejecutadas con el cañon de á 30 corto.

1.° Se ha notado que para conseguir que las pólvoras impriman la misma velocidad, es necesario que sean menos densas para el cañon corto que para el largo. Influyendo en este punto la longitud del ánima, hasta hacerse sensible entre las piezas de 16 y 15 calibres de longitud. Advirtiendo que por ser un poco menor el diámetro del largo, sus balas tenian menos viento; pues que á igualdad de circunstancias, la pólvora deberá ser tanto menos densa, cuanto sea mayor el viento de ellas en el caso de quererse obtener el mácsimo de velocidad, y reconocer la fuerza que en sí tienen los resultados de las esperiencias.

2.° Que por estas mismas se ha llegado á determinar, que en el caso de tratarse de obtener el mácsimo efecto en cada uno de los cañones de á 30 largo y corto, es necesario que el grueso del grano de sus respectivas pólvoras sea tal, que los que de ellas quepan en el peso de una gramma, estén en la relacion de 4 á 12; y ademas, que se halle todo esto en la debida conformidad con el peso específico de las pólvoras, el cual deberá ser tanto mayor, cuanto mas considerable haya de ser la carga.

272. Segun las tablas de los resultados obtenidos en las esperiencias ejecutadas en la fábrica de pólvora de Esquerdes en los años de 1832, 1833 y 1834 con dos cañones de á 30 de hierro fundido, uno largo y otro corto; resulta, que las pólvoras fabricadas por medio de las muelas y usando del carbon destilado, tienen muchas ventajas sobre las ordinarias trabajadas en los molinos de percusion: pues que con las primeras usando para las cargas un cuarto del peso del proyectil se habia conseguido imprimir á las balas mayor velocidad, y menos retroceso al cañon, que con el tercio del peso de las mismas balas de las segundas. Tambien se ha visto que las primeras tienen á su favor con respecto á las segundas, el ser mucho mas duras, no tener en su compañía polvo de la misma materia y ser inalterables en los transportes.

273. M Maguin vió en la inspeccion que hizo de las pólvoras inglesas, que asi en las de caza como en las de guerra, se empleaba el carbon destilado; y segun sus relaciones, el Director general de las fábricas habia mandado que la pólvora de cañon se trabajase de modo, que no fueran muy grandes sus alcances en el morterete: pues que en las citadas arriba se habia observado, que las mejores en el cañon se presentaban mas débiles en el morterete de prueba. En su consecuencia se dió poca densidad á las pólvoras, y se tuvo lugar de observar, que sin duda por esta causa, las piezas se deterioraban á muy pocos disparos; pues este fue el resultado que se presentó en las pruebas ejecutadas en 1827 en Vincennes y en Douay. Este fue acaso el fundamento de que los reglamentos ingleses determinen como circunstancia precisa un grado fijo de densidad en las pólvoras útiles, y por los cuales deban rechazarse las que no lleguen al límite menor de los determinados.

274. El vizconde Tirlet dice, que durante su inspeccion de 1827 en Esquerdes, esperimentó con un cañon de á 12 pólvoras fabricadas con las muelas hasta dotarlas de una densidad considerable; y halló, que sin deteriorár sensiblemente al cañon, sus alcances fueron mucho mayores que con las pólvoras obtenidas por el método de los molinos de percusion. Que semejante observacion, juntamente con la de que el proceder de las muelas databa en Inglaterra de mas de 50 años, sin que se hubiese notado *deterioro atendible en sus piezas*, le estimularon en su nueva inspeccion del año 1831, á indagar si seria posible usando de las muelas y del carbon destilado como en Inglaterra, fabricar pólvoras que tuvieran, á lo menos, el alcance que las trituradas por medio de los mazos, y que no lastimaran mas que estas á las piezas de bronce: y las pruebas ejecutadas en dos cañones de á 24 hicieron ver que la pólvora fabricada por el proceder de las muelas usando en las cargas el cuarto del peso del proyectil, era algo mas ofensiva que la producida

por la de los mazos cuando el peso de la carga igualaba al del tercio de la bala. Y que aun cuando la diferencia era muy pequeña, esta deberia aumentar naturalmente en el caso de que se hicieran esperiencias con cargas iguales.

275. El demasiado efecto que produce sobre las piezas la pólvora de los molinos de muelas, se crée que es debido á la velocidad de su combustion; y para disminuirla en algun tanto, procediendo con entera consecuencia á lo manifestado en el (107) y otros, se pasó á usarla en granos desiguales, añadiéndole al grueso en uso, pólvora de grano mas fino, y de este modo se consiguió efectivamente que aquel efecto no se hiciera notable, al mismo tiempo que para la bala se obtuvo una velocidad ventajosa con respecto á la dada por las pólvoras de los molinos de percusion.

276. De las esperiencias hechas en el mismo Esquerdes con cañones de bronce del calibre de á 12 resultó. 1.° Que es demasiado enérgica la inflamacion de la pólvora fabricada por medio de las muelas ó de compresion, para que las piezas resistan á los efectos de una carga igual al peso de la bala. Se procedió hasta este estremo, con el objeto de imprimir al proyectil una velocidad muy grande; pues en las mismas pruebas se vió que era de 100 metros procsimamente la diferencia de velocidades que adquirian unos mismos proyectiles, usando para las cargas la mitad ó el tercio del peso de ellos. 2.° Que usando de las pólvoras de compresion, cargas iguales al tercio del peso de las balas, adquirian estas tanta velocidad y se esperimentaba menos degradacion y retroceso, que cuando la pólvora habia sido fabricada por medio de los molinos de percusion, y la carga igualaba en peso á la mitad del proyectil. 3.° Que se imprime mas velocidad á la bala y menos retroceso al cañon con la pólvora de muelas cuando la carga en peso iguala al cuarto del de aquel proyectil, que si de la pólvora por el método de la percusion se emplea el tercio del peso del mismo tipo. 4.° Que las pólvoras primeras con las cargas espresa-

das de $^1/_4$ destruyen menos á las piezas, que las segundas con el tercio que es la ordinaria (*a*).

277. En consecuencia de todo esto se dice, que de adoptarse las pólvoras fabricadas por el proceder de las muelas, así como en su tiempo lo tuvieron en Francia y en la actualidad en Inglaterra, Bélgica, Holanda y muchos estados de Alemania, se obtendrian las ventajas de una notable economía en los consumos; mas larga duracion del metal (*b*); aligerados los transportes; mas facilidad para tener provistos de este artículo á los ejércitos y á las plazas; se podria modificar la construccion de los afustes, del cureñage y de los cañones, aumentándose la movilidad de la artillería y la del material de los ejércitos.

278. Segun el Capitan de artillería M. Deshayes, las esperiencias de Esquerdes debian haberse hecho con un cañon de á 24 de bronce en lugar del de á 30 de hierro, para clasificar por este medio como útiles para quemarse en los últimos que son los que esclusivamente se usan en la marina, á todas aquellas pólvoras que no resultaran ofensivas al primero.

279. Habiendo admitido M. Maguin que la pólvora que presentaba, era al menos, tan ofensiva á los cañones como la fabricada por medio de la percusion de los mazos, dice que se podria disminuir este defecto ya dándole mas densidad á su pólvora, ya haciendo mas grueso á su grano, ya tambien haciendo mayor la diferencia entre los diámetros del igualador en grueso y el igualador en fino. Que el primer medio sugeria

---

(*a*) Sobre esto no están conformes las opiniones, pues las hay, con referencia tambien á resultados de esperiencias, que afirman que las degradaciones causadas en las piezas por las primeras y las segundas, están en la razon en que se hallan los números $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{6}$.

(*b*) Esto necesita mas confirmacion segun la anterior nota.

á su autor la idea de aprocsimarse demasiado al mácsimo de la densidad que podria darse á la pólvora lo cual miraba como un verdadero defecto, porque despues de este límite, las mas pequeñas diferencias en la densidad influyen notablemente en la duracion de la combustion de la carga; por la diferencia que resulta entre el vacío ecsistente en un grano de pólvora muy denso, y el que tiene lugar entre granos mas porosos. Que el segundo recurso no tenia aplicacion en las pólvoras de guerra, las cuales debian servir indistintamente en los cañones de todos los calibres, y en un caso preciso hasta en las armas portátiles. El tercero que reunia la ventaja de ser ensayado inmediatamente, se hizo añadiendo á la pólvora de antemano esperimentada, el grano fino que se habia estraido antes de ella. Esta pólvora menos igualada era semejante á la de cañon, es decir, á la que se obtiene cuando el diámetro de los agugeros del igualador es de 2,50 milímetros, y de 1,40 para los del igualador mas fino. En este estado se vió, que el número de granos contenido en cada grama era de 480, la densidad gravimétrica de la pólvora estendida 0,873 y amontonada 1,014.

280. Despues de haber medido de pulgada en pulgada, tan ecsactamente como fue posible los diámetros del ánima, se hicieron 30 disparos con la carga de $^1/_4$ del peso del proyectil, y la velocidad media que resultó para este fué de 515 metros y el ecsámen que se hizo del ánima despues de frio el cañon, no dió ninguna dilatacion al fin de los 30 tiros: siendo de notar, que los *costados* (*a*) tomados en este ecsámen, eran iguales á sus correspondientes del precedente, ó no se diferenciaban mas que en $^1/_8$ de punto, y alguna vez aunque rara, en $^1/_4$ ya mas ó

(*a*) Si en la circunferencia que resulta en el ánima del cañon por un plano perpendicular á su eje, se inscribe un cuadrado que dos de sus lados sean horizontales, es claro que los otros dos lados ocuparán la posicion vertical; y en tal estado llamamos *costados* á los arcos que se subtenden las dos cuerdas verticales.

::

ya menos. Estos resultados dan por sí valor á la delicadeza con que se hicieron los reconocimientos.

281. La densidad de las pólvoras, como ya tenemos manifestado, influye directamente en los alcances y velocidades iniciales de sus proyectiles; y esta influencia no depende solo de la mayor cantidad de materia que á igualdad de volúmen contiene la pólvora mas densa, sino tambien de que la facultad higrométrica de estos compuestos es á su vez dependiente de la densidad y del método de fabricacion. En efecto; pólvoras muy densas fabricadas por las muelas, si se las espone por espacio de siete dias á la accion de la humedad pierden $^2/_5$ de su alcance en el morterete, y esta pérdida solo en su mitad se recupera por efecto de la desecacion: mientras que las pólvoras procedentes del método de percusion, en igualdad de circunstancias, solo pierden $^1/_{12}$ de su potencia; y una desecacion bien dirigida les restituye sus alcances primitivos. Estas observaciones justifican las muchas precauciones que en otro lugar hemos aconsejado se observen en el empaque y custodia de esta municion; estando tan reconocidos como ciertos estos principios en Inglaterra, que sus pólvoras se recomponen cada diez años.

La calidad de los ingredientes y el tiempo de trituracion de las pólvoras, representan tambien en este asunto un papel importante. Lo primero se comprende bien por los caracteres particulares del salitre impuro; y en cuanto á lo segundo, se ha observado que las pólvoras de percusion mal confeccionadas, y trituradas solo ocho horas, pierden por el transporte $^1/_{25}$ de su potencia; $^1/_{10}$ despues de un año de almacenage; $^1/_5$ despues de seis meses de embarcadas; y si permanecen á bordo por espacio de un año, la pérdida puede ascender á un tercio.

Esta mayor facilidad que las pólvoras densas tienen de absorber la humedad, se hace igualmente sensible en su alcance aunque se las emplée en las armas portátiles. Despues de once

dias de esposicion á una atmósfera muy cargada de humedad pierden estas pólvoras hasta el 38 ó 42 por 100 de su fuerza primitiva; mientras que la de las pólvoras de densidad ordinaria solo disminuye en igualdad de circunstancias, un 14 ó 17 por 100. A los 20 dias de humedad, las pólvoras densas pierden de velocidad de 75 á 78 por 100; las otras en igual caso, solo pierden el 23. La desecacion restituye á estas últimas su potencia, mientras aquellas quedan con la pérdida de $^1/_8$ si la esposicion á la humedad fue de 11 dias, y de $^1/_4$ si fue de 20.

282. La esperiencia, y la teoría de la formacion atómica de las pólvoras comunes, demuestran que estos compuestos se dividen al inflamarse en una parte gaseosa que impele al proyectil, y otra sólida que por el enfriamiento se adhiere á la superficie del ánima de la pieza. Este resíduo sólido que depende á la vez de la proporcion y pureza de los ingredientes, del estado higrométrico y rapidez de la combustion de la pólvora, es un defecto esencial de este misto, especialmente en las armas portátiles; pues su acumulacion dentro del ánima, puede llegar despues de un fuego vivo á embarazar su uso. Es cierto que cada disparo arrastra fuera del cañon parte de aquel resíduo, pero siempre es mayor la que se forma por efecto del mismo tiro. Este carácter peculiar de todas las pólvoras comunes, no puede sin embargo servir de tipo para apreciar la bondad de cada una suponiéndola en razon de la cantidad de resíduo: 1.° porque si solo se hace un disparo, no es fácil apreciar, por su pequeñez, la parte sólida resultante: 2.° porque el producto de muchos disparos, no permanece intacto dentro del ánima, ni puede calcularse la parte que cada tiro arrastra fuera de ella; pues esta cantidad, siempre variable, depende, entre otras causas dificiles de apreciar, de la direccion de las fuerzas impelentes: 3.° en fin, porque tampoco en cada tiro, será igual la cantidad de resíduo sólido que se forma; pues el estado higrométrico de la atmósfera, interviene directa y poderosamente en su formacion.

Teoría y cálculo de la primera accion de la pólvora en la recámara de las piezas.

283. En el supuesto de que obrando de repente una fuerza entre las moléculas materiales de un cuerpo sólido, las dispersa con igualdad en todos sentidos, con la misma velocidad, y sin que ningun obstáculo contraríe el movimiento de ellas; se verificará tambien, que estas moléculas se alejarán indefinidamente, y por lo tanto que los efectos de dicha fuerza no se anularán nunca: que su potencia estará espresada siempre por el producto de la masa por la velocidad, ó bien por mu, representando m la masa del cuerpo, y u la velocidad dada á las moléculas en el origen del movimiento.

Ahora bien, si se concibe que una superficie esférica material de s número de puntos ó milímetros cuadrados en ella, se encuentra á una distancia dada del parage ocupado por el cuerpo; resultará que toda la fuerza mu se interesará con todas las moléculas del cuerpo, y por lo tanto con las que componen la superficie; y en este caso $\frac{mu}{s}$ será evidentemente la espresion de la fuerza trasmitida sobre cada punto ó milímetro cuadrado, por las moléculas de los cuerpos que la chocan.

284. La espresion $\frac{mu}{s} = \frac{mu}{4\pi r^2}$; debe representar, generalmente, la accion de una fuerza de cualquier naturaleza que sea, ejercida sobre un punto á la distancia r del origen, hogar ó focus, siempre que la primera intensidad de la fuerza no se pierda por efecto de dispersion en varios sentidos. Por verificarse esto en el sonido, el calor y los olores al atravesar el espacio, la intensidad de todos ellos disminuye en razon directa del cuadrado de la distancia.

285. El calórico tiene la facultad de comunicar el movimiento del centro á la superficie á las moléculas de los cuerpos entre los cuales se manifiesta. El movimiento de estas principia en el momento en que el calórico ó la fuerza se introduce ó se manifiesta en aquellos, y continúa mientras se suceden los incrementos del fluido en la materia. Cesa desde el momento que no tienen lugar los espresados incrementos, si la fuerza que tiene reunidas las moléculas de los cuerpos no ha sido vencida por el calórico ó fuerza que tiende á dispersarlas; porque desde que se reune bastante fluido para conseguir la gasificacion, el movimiento de aquellas no se anula á menos que no se oponga un obstáculo suficiente, y las dispersa con la velocidad que es consiguiente á la fuerza motriz recibida.

286. Si la cantidad de calórico ó de fuerza capaz de operar la dispersion ó de gasificar las moléculas de los cuerpos, tiene lugar repentinamente en toda su intensidad, aquellas pasan desde luego al movimiento con toda la velocidad que depende de la fuerza de accion. Por esta razon basta el contacto del fuego en un grano de pólvora, para que este se convierta casi instantaneamente en gases.

287. La fuerza de un cuerpo en movimiento se mide por el producto que causa su masa por el valor de la velocidad que lleva: de suerte que $m\,u$ representará la fuerza impulsiva que anima á la materia del grano de pólvora en el momento de la dispersion, si se presenta por m á la masa del grano, y por u á la velocidad media dada á sus moléculas en virtud del calórico recibido.

288. En las minas y en los cañones, los granos de pólvora de las cargas dejan entre ellos vacíos ó intersticios que permiten á la materia de cada uno de ellos buscarse recíprocamente con la misma velocidad; de donde resulta un choque con la cantidad de movimiento $m\,u$ que anima á la materia de cada grano, la que si no fuera de naturaleza elástica, la misma union destruiría á la fuerza si el choque habia sido con

cantidad de movimiento ó fuerza impulsiva igual, y tan solo la accion directa de la materia de cada grano sobre las paredes del recipiente, sería la que obraría sobre las superficies de las paredes del ánima y sobre el proyectil; mas no sucediendo asi por razon de la elasticidad propia de los gases nacientes de los granos de pólvora, tambien se verifica que en el parage en donde se quema la carga no hay destruccion ni pérdida de fuerzas, y todo el valor de la resultante se emplea en el proyectil y retroceso.

El efecto obtenido por consecuencia de esta resultante, es variable para cada unidad de superficie, y crece en razon directa de la cantidad de la carga é inversa de la superficie sobre la cual obra; asi que, si se divide la primera por la segunda, *el cociente manifestará el esfuerzo ejercido contra la unidad de la última en el mismo instante en que el calórico gasifica la materia de los granos de pólvora y se verifica el choque de tales gases al través de los intersticios que naturalmente crea la reunion de aquellos en las cargas*, y cuya intervencion es tan grande en la fuerza impulsiva, que el valor de esta, de haberlos ó nó, está en la razon que dán las espresiones *mu* y *du*; en las cuales la primera es infinitamente mayor que la segunda. De suerte, que los intersticios no solamente contribuyen á la potencia de la pólvora porque cooperan á que el calórico se interese en un tiempo determinado con el mayor número de granos posibles, sino tambien por el choque del movimiento de la materia gasificable en que se convierten, y del cual carece toda masa compacta aunque sean de naturaleza elástica los principios en que pueda desenvolverse.

289. En vista de que la fuerza elástica de los gases en que se convierten los granos de pólvora se dispersa en todos sentidos con la misma intensidad; resulta que si bien el aumento de velocidad que se imprime á unos mismos proyectiles por diferentes cargas no guarda ecsacta proporcion con los incrementos de estas, el efecto que ella ejerce en los cañones es siem-

pre proporcional á la cantidad de pólvora que se quema, porque aquel se reparte entre el número de puntos que lo esperimentan: los cuales no varían en cuanto á la bala, y sí, con respecto á las paredes del ánima de la pieza, que es la aplicacion que se dá á la consideracion del *cociente* espresado en el párrafo último. Lo mismo sucede en las minas; por lo tanto, y conforme con los resultados de las esperiencias de Vauban, el efecto de las pólvoras en estas crece proporcionalmente á la magnitud de las cargas; asi que estas deben calcularse con dependencia del valor cúbico de las líneas de menor resistencia, ó lo que es lo mismo con las masas de tierra cuya resistencia se trata de vencer, ó bien con los cubos de la distancia que media entre el hogar ó focus de combustion de la mina y el borde superior de la abertura que forman: cuyos cubos guardan proporcion con los sólidos de tierra que han esperimentado los efectos de la pólvora y que son á la par los que revelan los esfuerzos de las cargas. En las consecuencias de esta teoría se funda el mayor espesor de metales que se dá á la culata de los cañones y á la de toda arma de fuego para evitar el que sea vencida la fuerza de cohesion molecular, y con tendencia al mismo fin se procura que aquellos conserven el necesario grado de ductilidad. Mas adelante se demostrará la necesidad de aumentar los espesores de metales con el calibre, y todo esto principalmente en la recámara.

290. Al tratar la teoría de la combustion é inflamacion de la pólvora con esclusion de otras varias consideraciones; espresamos la influencia que en estos actos tenia la colocacion del fogon; y en el caso presente es necesario hacer lo mismo con respecto á los efectos que su posicion puede originar á las ánimas de las piezas, para determinar definitivamente en combinacion con aquella influencia y la velocidad de las diferentes pólvoras en su inflamacion, el medio mejor de conciliar los efectos que se hallen acordes con la velocidad de los proyectiles y la conservacion de los cañones.

291. Esperiencias de cuyos resultados se ocuparon en 1831, hicieron ver que cuando se abria el fogon en direccion del eje de la pieza, y se aplicaba el fuego del estopin en el de la carga, la gasificacion de los granos se hacia muy simultánea, resultando gran dilatacion en la recámara de aquella, pronta y completa destruccion del cañon, sin que se notase grande aumento en las velocidades de la bala y retroceso. Tanto este hecho como el efecto de las pólvoras fulminantes, y aquellas que sin pertenecer á estas son de un efecto destructor para los cañones sin ventaja notable en la velocidad de las balas, quieren esplicarse del modo siguiente.

Si se representa por mu la fuerza de cada grano de pólvora por ser m su masa y u la velocidad de que está animada su materia gasificada $N \times mu$ será la fuerza total del número N de granos contenidos en la carga. Si toda ella se gasifica antes del movimiento sensible de la bala, esta recibe procsimamente la misma porcion de la fuerza total $N \times mu$, que si la gasificacion fuera instantánea; en cuyo último caso no habria aumentado sensiblemente de velocidad el proyectil: pero el efecto del esfuerzo que se esperimenta en las paredes del ánima de la pieza, crece con la velocidad de la gasificacion, y obra aumentando el diámetro en las de materia ductil, ó abriéndolas en las que la tienen quebradiza, en razon á que encontrándose desarrollada y concentrada la fuerza $N \times mu$ en un instante representado lo mas prócsimo posible por la espresion $\frac{t}{\infty}$; el efecto de la percusion es el mácsimo, porque simultaneamente lo constituyen entonces el mayor número de presiones que son capaces de desenvolverse en una cantidad determinada de pólvora. Si el desarrollo y gasificacion de los granos de la pólvora llevan una velocidad tal que la fuerza $N \times mu$ tiene lugar en tiempos sucesivos, aunque tan cortos que por efecto de su impulsion total es por el que se pone en movi-

miento el proyectil, resulta 1.° que las paredes del ánima del cañon no reciben el impulso con igual instantaneidad que en el caso anterior; por consiguiente, que se disminuye el efecto, porque la resistencia que opone la fuerza natural de la cohesion metálica, va destruyendo sucesivamente los efectos de la fuerza activa de los gases: 2.° que la velocidad del proyectil al salir de la boca de la pieza es casi la misma, porque se parte del supuesto que no pierde su reposo hasta tanto que no es impelido por la fuerza $N \times mu$, la cual no se diferenciará de la misma producida instantaneamente, sino en que será mayor la cantidad de calórico desarrollado, y por lo tanto que aumentará el enrarecimiento de los gases, y con él la velocidad de la bala, que consultando á los resultados de la esperiencia es de poca importancia.

Por estas consideraciones resultan inhábiles para el servicio las pólvoras fulminantes, y por el mismo camino ha venido á resolverse la relacion de las cargas entre las pólvoras fabricadas por los molinos de percusion y los de muelas &c. Resultando, que el problema que se resuelve al fabricar pólvora, *es el de confeccionar un compuesto cuya reaccion entre sus principios constituyentes sea la mas completa posible, y con la simultaneidad y prontitud necesaria para que quede conciliada la menor destruccion de la pieza, con la mayor velocidad para el efecto útil del proyectil*, ya sea aplicando el fuego del estopin con toda la procsimidad posible á la recámara de la pieza, ya en el centro de la carga, ya al fin de esta por la parte mas prócsima á la bala, puesto que las esperiencias de Hutton han demostrado que de todos estos modos es posible conseguir la misma fuerza motriz para el móvil, é igual potencia para la fuerza activa de la pólvora contra las paredes del ánima de la pieza, las cuales esperimentan con igualdad en todos sentidos los efectos de aquella, si bien se presentan mas sensibles, como es natural en la parte ocupada por la carga que en el resto de la longitud hasta la boca del arma.

::

292. En atencion á que ha quedado sentado como principio general (288) que el esfuerzo que sufre la superficie del ánima que contiene la carga de un cañon está en razon inversa de esta; se deduce que el valor del referido esfuerzo correspondiente á la unidad de superficie en el momento de la gasificacion, estará representado por el cociente que resulte de dividir la carga por la superficie de la capacidad que la contiene. Y fundados en esto, vámos á manifestar cuáles son los efectos de la pólvora inflamada en los cañones en donde se efectúa.

293. Supongamos que el taco interpuesto entre la carga y la bala, llena ecsactamente el espacio que podria quedar sin ocupar por la pólvora y el proyectil en el caso que estos estuvieran en inmediato contacto.

Represéntese por
- D.. el diámetro del ánima del cañon.
- c... el peso de una carga, y C el de la de otra.
- l... la longitud de la 1.ª carga, y L la de la 2.ª
- v... la velocidad comunicada á la bala por la 1.ª carga, y V por la 2.ª

La circunferencia del ánima del cañon estará representada por πD, y la superficie del círculo por $\frac{\pi D^2}{4}$, y la de los dos círculos anterior y posterior á la carga por $\frac{\pi D^2}{2}$; asi como tambien $\pi D l$ será el valor de la superficie cóncava del cilindro que la contiene. De suerte que la superficie total de las paredes entre quienes se encuentra encerrada la pólvora sera igual á

$$\frac{\pi D^2}{2} \times \pi D l = \frac{\pi D}{2}(D + 2l)$$

Y segun la consecuencia en que nos apoyamos,

$$\frac{c}{\frac{\pi D}{2}(D+2l)}$$

representará el esfuerzo ejercido por la fuerza de la pólvora de la carga sobre la unidad de la superficie que la contiene.

Por las mismas razones se tendrá para el mismo efecto en la misma unidad por la segunda carga, la espresion.

$$\frac{C}{\frac{\pi D}{2}(D+2L)}$$

Y como las velocidades de las balas deben ser proporcionales á estos esfuerzos que constituyen la potencia motriz, resultará que

$$v:V::\frac{c}{\frac{\pi D}{2}(D+2l)}:\frac{C}{\frac{\pi D}{2}(D+2L)} \text{ de donde sale}$$

$$v=V\frac{c}{C}\left(\frac{D+2L}{D+2l}\right)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(a)$$

Cuyo valor puede tomar otra forma, porque si se representa por u la velocidad que el calórico ó sea la fuerza que se manifiesta en cada grano de pólvora, imprime por su elasticidad

á las moléculas materiales de la carga cuyo peso es c; por haberse demostrado que $\frac{c}{\frac{\pi D}{2}(D+2l)}$ representa el esfuerzo ejercido sobre la unidad de superficie de las paredes que contienen á la carga, $\frac{uc}{\frac{\pi D}{2}(D+2l)}$ será la cantidad de movimiento que la materia de la pólvora en su choque entre los intersticios que dejan los granos reunidos, trasmite sobre la espresada unidad de superficie, la cual puede considerarse igual á un milímetro cuadrado.

Si se representa por d el diámetro de la bala,

$\frac{uc}{\frac{\pi D}{2}(D+2l)} \times \frac{\pi d^2}{4}$ será el valor de la fuerza trasmitida sobre la superficie $\frac{\pi d^2}{4}$ del círculo del taco interpuesto para ocupar los vacíos que pudieran quedar entre la carga y la bala, á quien aquel iguala en diámetro.

Si es p el peso de la bala ó bien la masa de proyeccion, y á v se le conserva la misma significacion que le hemos dado en la espresion anterior, se tendrá para el valor de la fuerza

dinámica,

$$pv = \frac{uc}{\frac{\pi D}{2}(D+2l)} \times \frac{\pi d^2}{4}\text{; de donde}$$

$$v = \frac{\pi u c d^2}{\frac{4\pi p D}{2}(D+2l)} = \frac{u c d^2}{2pD(D+2l)}$$

$$v = \frac{u c d^2}{2pD(D+2l)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (a \ldots 2.^a)$$

De esta espresion no solo puede salir el valor de v, sino tambien, cuando este es conocido y permanecen constantes los demas datos, el que espresa la velocidad media de la espansion de los gases originados en la inflamacion de un grano de pólvora que está representada por u.

294. Todos nuestros raciocinios y cálculos se han basado en el principio de que el total de la carga se inflame antes de ponerse en movimiento sensible la bala, la que por su parte no puede oponer en cada calibre mas que una resistencia constante permaneciendo la misma la densidad. Si se aumentan pues las cargas, el esfuerzo sobre la unidad de superficie seguirá los términos de una serie crecente mientras la referida hipótesis de la inflamacion se cumpla, y la ley que reconozcan los espresados términos, será influyente en los valores que representen las velocidades de los proyectiles. Mas cuando las cargas sean en tal cantidad que su total no pueda gasificarse antes de ponerse en movimiento la bala, la última fórmula que envuelve la relacion de proporcionalidad entre las velocidades y la fuerza de impulsion que las origina, no podrá tener ya aplicacion, á menos, (y esto entre ciertos límites) que por cualquiera causa no aumente en la misma proporcion la resistencia del móvil para salir del reposo. De suerte, que debiendo ecsistir una carga mácsima en la cual

se aproveche todo su impulso sobre el proyectil, porque para ponerlo en movimiento se gasifique por completo; la cuestion se reduce á conocer la longitud que debe tener para cada calibre, y este resultado está encomendado á la esperiencia, en razon á que depende de tantas circunstancias la velocidad de la combustion é inflamacion, y con estas la potencia de la pólvora, que el cálculo daría las mas veces un resultado erróneo.

295. Si en la ecuacion (a) se sustituye $\frac{l}{L}$ en lugar de $\frac{c}{C}$, y después se divide por l el numerador y denominador de la espresion, se tendrá que $v = V\frac{D+2L}{L\left(\frac{D}{l}+2\right)}$;

y en el caso de $l = \infty$; $v = V\frac{D+2L}{2L}$ representa el valor de la velocidad de un proyectil arrojado por el impulso de la completa inflamacion de una carga de pólvora cuya longitud en el ánima del cañon fuese infinita.

296. Tambien deberian sufrir modificaciones las espresiones de las velocidades, haciendo intervenir como es de derecho, la influencia que depende de la figura de la recámara de la pieza, porque segun ella es diferente el modo de obrar.

297. Los esfuerzos que esperimenta la unidad de superficie de la recámara de dos cañones de diferentes calibres, estarán en la misma relacion que las espresiones $\frac{c}{\frac{\pi D}{2}(D+2l)}$ y $\frac{c'}{\frac{\pi D'}{2}(D'+2l')}$; en las cuales se conservan para un calibre los

supuestos ya espresados; y para el otro, D', c' y l', representan respectivamente el calibre, la carga y la longitud que ocupa en el ánima de la pieza.

Si en lugar de c y c' se sustituye $\frac{\pi D^2 l \Delta}{4}$ y $\frac{\pi D'^2 l' \Delta}{4}$, que representan los volúmenes de las cargas por la densidad de la pólvora, las últimas fórmulas se trasformarán en

$$\frac{\frac{\pi D^2 l \Delta}{4}}{\frac{\pi D}{2}(D+2l)} \text{ y } \frac{\frac{\pi D'^2 l' \Delta}{4}}{\frac{\pi D'}{2}(D'+2l')};$$ las que por efecto de

reduciones se convierten en $\frac{D l \Delta}{2(D+2l)}$ y $\frac{D' l' \Delta}{2(D'+2l')}$;

en las cuales si las cargas son semejantes, se puede sustituir por l y l', nD y nD'; en donde n representa un coeficiente dependiente de la longitud de la carga, que unido á su factor para el objeto espresado, convierte las espresiones de arriba en

$\frac{nD\Delta}{2(1+2n)}$ y $\frac{nD'\Delta}{2(1+2n)}$; las cuales forman la misma razon que D y D'; y se demuestra por lo tanto, que los esfuerzos sufridos por las recámaras de dos cañones de diferentes calibres usados con cargas semejantes, son proporcionales á los diámetros de las ánimas. Resultado fácil de inferir, pues que en dos cañones de distinto calibre, las cargas semejantes están en la misma razon en que se hallan los cubos de los diámetros de las piezas. Las superficies de las partes de las ánimas que contienen las cargas, guardan proporcion con los cuadrados de los mismos diá-

metros. Consecuentemente á lo demostrado, y á lo acabado de decir, los esfuerzos sufridos en cada calibre sobre la unidad de superficie, estarán bien representados por $\frac{D^3}{D^2}$ y $\frac{D'^3}{D'^2}$ que como se vé guardan la misma razon que D y D'.

Sale pues por consecuencia, que están en la misma razon de los diámetros de los calibres, los esfuerzos que sufren las recámaras de las piezas cargadas con cantidades proporcionales de pólvoras; asi como tambien que sus balas son arrojadas con velocidades iguales, y que las degradaciones que sufren las ánimas de los cañones siguen la misma ley de proporcionalidad. En el caso de no ponerse taco de ninguna especie entre la carga de pólvora á granel y la bala, resulta que esta se halla envuelta por la pólvora en su mitad; y por su figura y la descomposicion natural de fuerzas, se aprovecharán para darla movimiento, todas las que actúan en direccion paralela al eje del proyectil que coincida con el del ánima de la pieza supuesto nulo el viento. Esta resultante será mitad en valor, al de la suma de las fuerzas que han obrado sobre el hemisferio de la bala prócsimo á la carga y envuelto por ella; de consiguiente, aquella equivaldrá á la que tendria lugar por la de todas las que en direccion paralela al eje del ánima obrasen directamente sobre el círculo mácsimo de la bala perpendicular á dicho eje, ó sobre un taco de las mismas dimensiones interpuesto entre la pólvora y el proyectil, al cual le trasmitiria íntegro el empuje.

298. De lo dicho se deduce, que de no usar el taco interpuesto, se pierde para la bala segun el cálculo la mitad del esfuerzo; y este resultado puede admitir modificacion en favor ó en contra, por la diversa direccion que con respecto á la superficie de la bala pueden tomar el empuje de los gases de los granos de la pólvora, por la influencia del enrarecimiento de la mayor cantidad de aire que puede quedar entre esta y aquella.

Teoría y cálculo de la segunda accion de la pólvora sobre la bala, al recorrer el ánima del cañon.

299. En razon á que la velocidad que adquiere la bala al moverse es mucho menor que la que llevan los gases, resulta que el proyectil es empujado constantemente por ellos mientras recorre la longitud del ánima de la pieza. Y como sucede tambien que la fuerza elástica de los gases disminuye á proporcion que aumenta el espacio que ocupan, la potencia aceleratriz decrecerá obedeciendo á una ley que vamos á manifestar, partiendo del supuesto, como en el caso anterior, de que la bala se pone en movimiento despues de la gasificacion completa de la pólvora de la carga.

Ha quedado sentado al tratar de la primera accion de la pólvora que el esfuerzo que ejerce contra la superficie de las paredes del recipiente, crece en razon directa de la masa ó peso, é inversa de dicha superficie. Diferénciase de la segunda, en que las consideraciones de esta parten desde el momento que la pólvora se ha convertido en gases; y por lo tanto, estos buscan el medio de adquirir dilatacion sin aquel empuje brusco, *porque es muy repentino*, que caracteriza al momento peculiar de la combustion é inflamacion, que es el de las reacciones químicas que esperimentan sus componentes. La segunda accion por lo tanto es de solo la presion de los gases, cuya fuerza á igualdad de temperatura, es sobre la unidad de superficie proporcional á la densidad de aquellos; es decir, que crece á proporcion que decrece el espacio y vice-versa. De suerte, que si se representa por c la intensidad constante del calórico, ó lo que es lo mismo la fuerza que anima á la accion que se ejerce con el número m de moléculas materiales del gas sobre la unidad de superficie, $c \times m$ será el valor de la presion ejercida por el gas contra la unidad de la superficie de la capacidad. Y en el caso que reduciéndose

esta á la mitad, á la tercera, á la cuarta &c. parte fuera posible el que no variase el valor de c, $c.2m$, $c.3m$, $c.4m$ &c. serian los valores de las presiones sobre la misma unidad de superficie. Fundados en la misma verdad y raciocinio, se tendrán para las presiones sobre dicha unidad de superficie, los valores de

$c \times \frac{m}{2}$, $c \times \frac{m}{3}$, $c \times \frac{m}{4}$ &c, cuando las capacidades fueran doble, triple, cuadrupla &c. que la primitiva. Mas como al reducirse el volúmen de los gases permanentes, se aumenta en la misma razon la cantidad desprendida de calórico, asi como en el primer caso solo m ha sido el factor multiplicado por el número correspondiente; apreciando la consecuencia natural de las anteriores hipótesis, se tendrá que hacer la misma multiplicacion con el factor c, y las espresiones anteriores se convertirán respectivamente; las primeras, en $c.m$, $4cm$, $9cm$, $16cm$ &c, y las segundas en $c.m$, $\frac{cm}{4}$, $\frac{cm}{9}$, $\frac{cm}{16}$ &c. Sacándose de las últimas por consecuencia, que decrecen las presiones sobre la unidad de superficie, en la misma razon que aumentan los cuadrados de los espacios ocupados repentina y succesivamente por los gases; que es el caso de las presiones que esperimentan por los gases de la pólvora las unidades de superficie de las ánimas de los cañones, mientras las balas las recorren impelidas por los efectos de la gasificacion completa que quedó espresada.

Por no ser esta tan completa en la recámara de las piezas como aqui se supone, resulta que tanto en la primera accion como en la segunda, los valores que arroja el cálculo son diferentes de los verdaderos; pero esta diferencia no destruye el principio sobre el cual se basan las consideraciones del segundo caso, porque en una pólvora activa, subsiste procsimamente la

proporcionalidad de aquellos términos que arrancan de un mismo origen.

300. Por cuanto llevamos manifestado se deduce, que el movimiento de la bala recorriendo el ánima de la pieza será variado, y que pertenecerá á la ecuacion general de él, $V\,dV = \epsilon\,de$ en la cual V representa la velocidad, ϵ la fuerza aceleratriz y e el espacio recorrido.

301. La presion atmosférica sobre el hemisferio de la bala, ó lo que es lo mismo sobre su círculo mácsimo, ó sobre su igual del taco interpuesto entre ella y la carga, está representada por $gh\delta\,\frac{\pi d^2}{4}$; en cuya espresion g es el valor de la gravedad, h la altura á que la presion eleva al agua en el vacío, δ la densidad del agua, π la relacion de la circunferencia al diámetro y d el diámetro de la bala.

Represéntese por $x \times gh\delta\,\frac{\pi d^2}{4}$, la presion que sobre el círculo mácsimo de la bala, ó sobre un taco igual á él interpuesto entre aquella y la carga, se verifica por el efecto de la primera accion de la pólvora; y segun Lombard, á una distancia e de una carga de pólvora cuya longitud es l, se tendrá

$$x \times gh\delta\,\frac{\pi d^2}{4} : \epsilon :: (l+e)^2 : l^2;\ \text{de donde}\ \epsilon = \frac{x\,gh\delta\pi d^2 l^2}{4(l+e)^2}$$

sustituyendo esta espresion por ϵ en la ecuacion general del movimiento, y considerando que la velocidad imprimida debe crecer en razon inversa del peso p que hay que desalojar, se tendrá

$$V\,dV = \frac{x\,gh\delta\pi d^2 l^2}{4p(l+e)^2}\,de;\ \text{cuya integral dará}$$

$$V^2 = -\frac{x g h \delta \pi d^2 l^2}{2p(l+e)} + C \text{ que es el término constante.}$$

En el origen del movimiento, ó lo que es lo mismo cuando $e = o$, resulta $V = v$; de consiguiente, haciendo la debida sustitucion en la ecuacion anterior y despejando á la constante, se tiene que $C = v^2 + \frac{x g h \delta \pi d^2 l}{2p}$; en cuyo caso

$$V^2 = v^2 - \frac{x g h \delta \pi d^2 l^2}{2p(l+e)} + \frac{x g h \delta \pi d^2 l}{2p}; \text{ pero}$$

$$v = \frac{u c d^2}{2pD(D+2l)}, \text{ de consiguiente, } v^2 = \left(\frac{u c d^2}{2pD(D+2l)}\right)^2; \text{ y}$$

$$V^2 = \left(\frac{u c d^2}{2pD(D+2l)}\right)^2 + \frac{x g h \delta \pi d^2 l}{2p} - \frac{x g h \delta \pi d^2 l^2}{2p(l+e)}; \quad \text{de}$$

$$\text{donde } V = \sqrt{\left(\frac{u c d^2}{2pD(D+2l)}\right)^2 + \frac{x g h \delta \pi d^2 l e}{2p(l+e)}} \ldots\ldots (b)$$

Cuya ecuacion dará la velocidad de la bala en un punto cualquiera del ánima del cañon. Y si á la longitud de esta se la representa por A, el espacio que habrá recorrido de ella la bala