

# PIROTECNIA

**MAIO  
FIORINA**

**GUSTAVO GILI EDITOR**

# MANUAL PIROTECNIA

POR  
F. DE MAIO Y M. JONA

VERSIÓN DEL ITALIANO

por  
J. de D. S. H.

Segunda edición, aumentada  
con arreglo a la 4.<sup>a</sup> italiana



BARCELONA  
GUSTAVO GILI, EDITOR  
Calle de Enrique Granados, 45  
MCMXXXI

## PRIMERA PARTE

# FUEGOS ARTIFICIALES

### Introducción

Reseña histórica. — Las primeras noticias históricas sobre el empleo de los fuegos artificiales coinciden con las referentes a la pólvora negra, de la cual fueron la primera aplicación y se encuentran referencias en los escritos de Hassán el Ramnah, de Rogerio Bacon, de Marco Greco y de Alberto Magno, es decir, que aparecen en los siglos XIII y XIV. Parece ser que fueron conocidos anteriormente en China y que hacia el siglo XIII fueron desde allí introducidos en Europa por primera vez.

En su origen, el elemento esencial, del cual estaban constituidos, era un tubito, ligero e incombustible, cerrado por uno de sus extremos y lleno de una mezcla análoga a la pólvora negra; y con estos tubitos diversamente ligados y montados sobre armaduras móviles o fijas,

se obtenían, lo mismo que hoy, los efectos más variados. Los progresos hechos después consistieron casi únicamente en nuevas fórmulas de mezclas combustibles de mayor efecto artístico por su color, esplendor o rapidez de combustión y en la observación de normas precisas de seguridad que tienden a eliminar la probabilidad de accidentes. La aplicación principal de los fuegos artificiales ha sido siempre para espectáculos con ocasión de fiestas, conmemoraciones, etcétera. Unicamente el cohete explosivo Congreve, llamado así en recuerdo del oficial inglés que lo inventó (1772-1828), se caracterizó como un artificio de guerra verdaderamente eficaz para su tiempo y decisivo en el éxito de alguna batalla; pero su empleo fué pronto abandonado a consecuencia de los progresos de la artillería, y hoy los cohetes en la guerra no se usan más que para señales o para iluminar las posiciones enemigas. También para este fin los cohetes han sido sustituidos por los proyectiles de iluminación y puede decirse que éstos han entrado a formar parte de la pirotecnia militar junto con los cartuchos de señales, con las bombas fumígenas, con los proyectiles de trayectoria luminosa para las baterías antiaéreas, etc.

Otra rama de la pirotecnia de guerra y de la industrial se diferencia de la común para espectáculos y señales en cuanto que no estudia

los efectos luminosos sino el empleo de los explosivos y los medios técnicos intermedios para obtener de aquéllos el mejor efecto posible. Será esto objeto de los últimos capítulos añadidos a esta edición.

Nociones técnicas. — Las piezas elementales de los fuegos artificiales van llenas de mezclas que arden rápidamente y que contienen el oxígeno necesario para la combustión, como pasa en general con todas las composiciones explosivas, y también de aquellas que pueden y deben estallar.

El material más empleado en pirotecnia es la pólvora negra finamente pulverizada, es decir, el llamado polvorín, al cual se añaden en proporciones diversas otras sustancias con el fin de modificar sus propiedades, especialmente la rapidez de combustión.

Para darse cuenta más fácilmente del efecto de tales adiciones es útil fijar la atención sobre el fenómeno químico de la *combustión*.

En el concepto popular se llama combustión al desarrollo de luz y calor que emana de un cuerpo llamado combustible, cuando se combina con el aire, mejor dicho, con el oxígeno, transformándose casi del todo en gas y sin dejar más que un pequeño residuo, la ceniza.

En química, con un significado más amplio, se llama combustión simplemente a la unión

de dos cuerpos en una nueva combinación, con desarrollo de luz y calor o sin tal desarrollo y aunque el oxígeno no intervenga para nada. Muchas sustancias arden en el gas cloro de una manera muy parecida a la combustión que sucede con el oxígeno.

Un chorro de hidrógeno ardiendo en una atmósfera de oxígeno o de aire forma vapor de agua; por el contrario, ardiendo en gas cloro forma ácido clorhídrico. Una luz encendida en el aire, continúa ardiendo si se introduce en cloro. Se puede, pues, preparar un gas detonante con hidrógeno y cloro en lugar de hacerlo con hidrógeno y oxígeno.

Si calentamos azufre a la ebullición y después lanzamos sobre él cobre metálico en alambres u hojas delgadas, arderá el cobre en los vapores de azufre con hermosa luz roja, formando sulfuro de cobre.

Las combustiones que se verifican con relativa lentitud en el aire, que es una mezcla de oxígeno y nitrógeno, se hacen mucho más vivas en el oxígeno puro. El azufre que en el aire arde con llama pálida azulada, apenas visible, introducido ardiendo en un recipiente con oxígeno puro, arde con gran rapidez y con llama azul brillante.

Esto se explica fácilmente pensando que el nitrógeno, que constituye las cuatro quintas

partes en volumen del aire, no toma parte en la combinación, diluye el oxígeno y absorbe calor, y, por lo tanto, amortigua la combustión. El hierro, que si no está en polvo finísimo (hierro pirofórico que se enciende hasta espontáneamente), para arder en el aire necesita ser llevado a la incandescencia hasta el rojo blanco, arde, por el contrario, fácilmente, también en forma de cintas para muelles de reloj, en oxígeno puro, con desprendimiento de chispas.

Con el amplio significado dado por los químicos a la palabra, existe también una combustión lentísima. El hierro, por su permanencia durante largo tiempo en el aire húmedo, se transforma en orín, que es óxido de hierro (es decir, hierro quemado) hidratado. La madera, constituida en su mayor parte por carbono e hidrógeno, al arder se transforma rápidamente en ácido carbónico y agua; si se deja pudrir amontonada, se va consumiendo lentamente combinándose con el oxígeno del aire, pasando por transformaciones intermedias más o menos complejas, y puede decirse que arde lentamente.

Para que un cuerpo arda en el significado común de la palabra, es decir, para que se combine rápidamente con el oxígeno del aire originando la producción de luz y calor, deben realizarse las tres condiciones siguientes:

- 1.<sup>a</sup> Ha de ser un cuerpo combustible.

2.<sup>a</sup> El aire (o sea el oxígeno) debe tener acceso a él.

3.<sup>a</sup> Ha de ser llevado a cierta temperatura, que se llama de encendido, y que varía de un cuerpo combustible a otro.

Las dos primeras condiciones pierden valor, o más bien, cambian su valor, cuando a la expresión arder no se le atribuya el significado común del lenguaje popular, sino el de los químicos o de los pirotécnicos. Especialmente en pirotecnia se llaman combustibles todos los cuerpos que tienen facilidad en combinarse con el oxígeno, como, por ejemplo, el aluminio, el magnesio, el sulfuro de antimonio y otros metales y compuestos que en el lenguaje común no son tales combustibles.

La química nos ha dado a conocer ciertos cuerpos que sin la presencia del aire pueden suministrar todo el oxígeno necesario para la combustión de las mezclas en las cuales están contenidos; tales cuerpos son, por ejemplo, el salitre y todos los nitratos, el clorato, el bicromato potásico y otros muchos compuestos, que por su propiedad se llaman oxidantes, porque suministran oxígeno, y la combustión producida por ellos es mucho más rápida que la debida al oxígeno del aire. Así, pues, variando la proporción en la mezcla del componente oxidante respecto al componente combustible (llamado

también componente reductor), tenemos un modo de regular la vivacidad de combustión de una composición pirotécnica. El ejemplo más importante está dado por la pólvora negra, que es a su vez la base fundamental de todas las composiciones pirotécnicas. La pólvora negra, como se sabe, está compuesta de nitrato potásico, azufre y carbón, y puede arder en un espacio completamente exento de aire porque el nitrato suministra el oxígeno necesario para la combustión completa. La pólvora en grano fino, puesta en contacto con un cuerpo incandescente o en combustión, arde con deflagración violenta. Todavía más rápida y violenta es la transformación si la pólvora fué primeramente reducida a polvorín (polvo muy fino). Para fines balísticos militares se obtiene, a igualdad de composición, una pólvora que arde lentamente, comprimiéndola en granos gruesos de varias formas para cañones.

Para artillería gruesa fué también empleada la llamada pólvora progresiva, en forma de prismas horadados (pólvora acanalada) obtenidos comprimiendo juntos granos pequeños de pólvora fina. Su característica es la de emplear para arder el tiempo que tarda el proyectil en recorrer el ánima del arma, desarrollando la mayor cantidad de gases hacia el final de la combustión. De esta manera se obtiene el má-

ximo efecto útil, o sea la máxima velocidad del proyectil con el mínimo de presión en el arma. El mismo principio es aplicado con mucho mayor rigor hoy, que las pólvoras sin humo han sustituido casi del todo a la pólvora negra para las cargas de lanzamiento en las armas.

En las manipulaciones pirotécnicas el concepto fundamental que sirve de guía para la preparación de las composiciones es el siguiente. Si en la composición, dejando inalterada la cantidad de nitrato y de azufre, se aumenta poco a poco el contenido de carbón, y eventualmente también el de materias inertes, se obtiene una pólvora más lenta para arder. Se hace aquí abstracción del hecho de que en la pólvora negra también el azufre constituye un elemento combustible como el carbón, pero el principio que ahora interesa establecer es la influencia que sobre la rapidez de combustión tiene la proporción entre oxidantes y combustibles. Incidentalmente se recuerda que la función característica del azufre en la pólvora, además de como combustible, es la de facilitar el encendido gracias a su fácil evaporación.

Otro campo de estudio para el pirotécnico se halla en la formación de mezclas que al arder produzcan luces de colores determinados, y se suele dar a las composiciones el nombre del color producido al arder. Por ejemplo, se llama

composición verde aquella que al arder da una luz verde. La propiedad de arder con llama de determinado color es debida al desarrollo de vapores que forman en la llama los productos aptos para colorearla.

Ocurre además que hay sustancias que para su volatilización necesitan temperaturas elevadísimas y por lo tanto además de la elección de la sustancia que proporcione el color deseado, se deberá hacer la composición de modo que desarrolle la temperatura suficiente para la transformación de la sustancia sólida en el vapor que debe colorear la llama.

Reseñaremos brevemente los diversos colores de composiciones requeridas en pirotecnia y las sustancias aptas para obtenerlas.

La luz blanca pura, vivísima, la da el magnesio metálico, cuyo precio es, sin embargo, muy elevado todavía para usos pirotécnicos. El aluminio se puede obtener a precio menor, pero es peligroso por su fácil inflamabilidad y por lo poco estable de sus mezclas con materias oxidantes. Actualmente se tiende a emplear con buen efecto una aleación de aluminio y magnesio, empleando como oxidante el nitrato de bario porque el nitrato potásico no da a la llama la temperatura suficiente para la volatilización del metal.

Una coloración blancoazulada se obtiene por

el cinc, por el arsénico y por el antimonio, como también por ciertos compuestos de estos cuerpos.

El color amarillo lo proporcionan a la llama todas las combinaciones de sodio. También la limadura de hierro da al arder una hermosa luz de color amarillo de oro, pero requiere una temperatura muy elevada.

El color rojo claro está dado por los compuestos de calcio; los compuestos de estroncio comunican a la llama un magnífico color carmesí. Es inútil hablar de los compuestos de litio y de rubidio cuyo precio es prohibitivo para los usos pirotécnicos.

El color verde claro lo proporcionan los compuestos de bario, y el verde oscuro algunos compuestos de cobre.

El color azul se obtiene con compuestos especiales de cobre o de plomo. No hablamos de los compuestos de indio por el ya dicho motivo de precio.

El violeta claro se puede obtener quemando compuestos potásicos, y el violeta más intenso por la mezcla de materias que colorean la llama en rojo y en azul.

## CAPÍTULO PRIMERO

### **Materias primas usadas en pirotecnia**

Antimonio. — Es un metal blanco argentino, de estructura cristalina, que favorece su trituration.

Se utiliza para fuegos blancos y debe emplearse casi químicamente puro. Si no se encuentra bastante puro en el comercio, puede purificarse fundiéndolo durante una hora en un crisol de tierra, añadiéndole carbonato sódico y sulfuro de antimonio. Se deja a enfriar el crisol, se rompe la costra, y separando la escoria, se funde de nuevo otras dos veces con carbonato sódico.

Se puede obtener muy puro extrayéndolo de los polvos de Algarot (oxicloruro de antimonio), fundiendo en un crisol de tierra una mezcla de cinco partes de estos polvos, con cuatro partes de carbonato sódico y una de carbón, y recubriéndolo todo con una capa de carbón en polvo; una vez frío el crisol, se recoge en el fondo el metal en forma de botones.

Si en vez del antimonio metálico, llamado en el comercio *régulo de antimonio*, se adopta el *antimonium crudum* (sulfuro de antimonio), se obtiene en los fuegos una llama blancoazulada.

**Arcilla.** — Es una sustancia muy abundante en la naturaleza, que sirve para la fabricación de ladrillos, cántaros, loza, etc. Para los usos pirotécnicos conviene que sea homogénea y que no contenga piedras silíceas, para lo cual se pasa por un tamiz; con el agua debe formar una pasta blanda y plástica, que pueda conservarse bien hasta el momento de emplearla.

**Bicarbonato sódico.** — Es una sal que se utiliza para colorear de amarillo los fuegos. Seco, no se altera al contacto del aire, pero si está húmedo se descompone lentamente, perdiendo una parte del ácido carbónico y transformándose en carbonato neutro. Se distinguen fácilmente ambos carbonatos (el *bi* y el neutro) tratándolos con agua caliente; el bicarbonato desprende ácido carbónico formando burbujas, mientras que el carbonato neutro no se altera.

**Calomelanos o cloruro mercurioso.** — Es un polvo blanco untuoso al tacto, e insoluble en el agua. Se usa para avivar el color de los fuegos.

**Alcanfor.** — Es una sustancia blanca cristalina, translúcida. Tiene olor aromático penetrante; sabor agradable al principio, pero amargo después.

En el comercio se encuentra en panes de varias formas, muy difícilmente pulverizable si está solo, siendo fácil reducirlo a polvo añadiéndole algunas gotas de alcohol, éter o cloroforno. Arde con llama fuliginosa y es volátil a la temperatura ordinaria, por lo cual conviene Conservarlo en frascos de cristal bien cerrados. Disuelto en alcohol sirve para empapar compuestos pírnicos, facilitando la disolución de la goma en el alcohol para hacer más brillantes los fuegos.

Carbonato de cobre. — Se obtiene precipitando en frío una sal de cobre disuelta en agua con un carbonato soluble. En el comercio se conoce con el nombre de *cenizas verdes o cenizas azules* según el color verde o azul claro en que se presenta. Se utiliza para producir fuegos violeta con el nitrato de estroncio, en polvo muy fino.

Carbonato de estroncio. — Se encuentra en la naturaleza formando el mineral conocido con el nombre de *estroncianita*. Se presenta, por sus impurezas, en masas grisáceas, que conviene pulverizar. Se puede obtener puro y en estado pulverulento, precipitando el agua de estron- ciana con una corriente de ácido carbónico y p©r doble descomposición. Es incoloro, insoluble en el agua y produce efervescencia con los ácidos. En los fuegos, da un color anaranjado, rojo o violeta, con diversas gradaciones.

Carbón. — El carbón empleado en pirotecnia procede de la destilación de la madera y, para ser más precisos, de la destilación de maderas de determinada calidad, destilación conducida con diversas normas especiales. Se comprende que siendo el carbón un cuerpo constituido esencialmente por el elemento químico carbono, mezclado en proporciones pequeñas diversas con otras sustancias, existan calidades distintas de carbones y que en cada caso deba preferirse una u otra clase.

El carbono pertenece al grupo de los cuerpos que en química se llaman *reductores* por su tendencia a combinarse con el oxígeno, separándolo de otros elementos a los cuales estaba Combinado, es decir, reduciéndolos; esta acción reductora del carbono se ejerce principalmente en el estado de incandescencia. El carbono al arder en el aire puede formar dos compuestos gaseosos diferentes según la cantidad de aire; si ésta es limitada de tal modo que cada átomo de carbono sólo pueda combinarse con otro de oxígeno, se formará óxido de carbono, gas muy venenoso, todavía combustible, es decir, capaz de arder combinándose aún con más oxígeno.

Si, por el contrario, el aire se encuentra en mayor cantidad, la combinación se verifica entre un átomo de carbono y dos de oxígeno, resultando una combustión completa, y el gas que

se forma es el ácido carbónico. Ambos gases pueden encontrarse en los productos de la combustión de una composición pirotécnica que contenga materias carbonosas y nitratos (oxidantes).

Como dijimos anteriormente, las materias contenidas en un carbón, además del carbono, varían de proporción según el procedimiento seguido para la carbonización de la madera. Cuanto más alta sea la temperatura alcanzada en la carbonización tanto más rico en carbono será el carbón obtenido, y tanto más difícilmente inflamable, porque resultará más pobre en componentes volátiles. Así, cuanto más baja haya sido la temperatura de carbonización de la madera tanto más se aproximará a la composición de ésta el carbón obtenido y se encenderá más fácilmente.

En pirotecnia es necesario utilizar un carbón que se encienda lo más rápidamente posible y por ello ha de ser preparado tomando medidas especiales.

La madera debe ser de plantas y partes de plantas de madera ligera como el sauquillo, el sauce, el aliso, el álamo y el bonetero; están indicados para tal fin los tallos de cañamo y los sarmientos de vid de un año, todavía poco leñosos. La época mejor para la tala de la madera es la primavera, inmediatamente después de

renovarse la vegetación, época en la cual el flujo abundante de savia ha redissuelto las sales minerales, y la madera deja al arder menor cantidad de ceniza.

En cuanto a la temperatura de carbonización, un carbón obtenido manteniendo la temperatura entre 250 y 350°, resulta un polvo castaño rojizo parecido al café tostado, mórvido y friable, que toma el nombre de carbón rojo. En el otro caso extremo, o sea, un carbón preparado a la más alta temperatura, es de color negro intenso, pesado, sonoro y como vitreo, y se llama carbón negro.

Los carbones que han sido preparados a baja temperatura, tienen gran tendencia, especialmente amontonados en considerable cantidad en estado pulverulento, a encenderse espontáneamente en contacto con el aire, por lo cual deben conservarse en recipientes cerrados impermeables al aire y en un medio seguro contra los incendios.

Los antiguos sistemas de carbonización no permiten determinar y regular constantemente la temperatura durante la operación; no pueden por lo tanto suministrar un carbón de calidad determinada.

El carbón que debe servir para un trabajo pirotécnico racional, como también para la fabricación de pólvora negra, se fabrica por la

carbonización de la madera adecuada dentro de retortas de hierro, las cuales se caldean a la temperatura requerida sea con aire caliente, sea con vapor recalentado.

En el caso de que un pirotécnico tenga que prepararse por sí mismo el carbón necesario, aun disponiendo de medios limitados, el procedimiento más sencillo y económico será el siguiente. Tómese un cilindro de chapa gruesa de hierro, revístase con una papilla densa de arcilla para protegerlo contra el encandecimiento, llénesse con ramas delgadas de una de las clases de madera anteriormente enumeradas y ciérrese con una tapadera que tenga un agujerito para la salida de los productos de la destilación. Colóquese después este cilindro en posición horizontal en un hogar adecuado y enciéndase el fuego con mucha cautela con objeto de elevar poco a poco la temperatura del cilindro hasta la temperatura de fusión del estaño, lo que se conoce colocando partículas de este metal en la parte superior del cilindro. Después de un calentamiento de dos horas, aproximadamente, se retira el cilindro del horno dejándolo cerrado hasta enfriamiento completo. Se obtiene así un carbón fácilmente encendible, adecuado para composiciones pirotécnicas vivaces. Calentando a temperaturas más elevadas, hasta 400° y más, se obtiene carbón negro, útil para composiciones

más lentas y para variadas aplicaciones que la experiencia enseña.

El carbón debe triturarse en un mortero con maza de hierro. Reducido a polvo, se separa con tamices y se clasifica en tres tamaños. Debe conservarse en *recipientes herméticamente cerrados*, porque al contacto del aire húmedo lo absorbe con desprendimiento de calor y puede ocurrir hasta una inflamación espontánea.

Papel.— El papel que se emplea en los fuegos artificiales debe ser continuo y muy flexible, que pueda doblarse en cualquier sentido sin romperse ni gastarse. El que reúne mejores condiciones es el papel hecho a mano, pero como esta fabricación está del todo abandonada, se hace uso de los registros y libros antiguos, papel de música, etc., que pueden adquirirse en los almacenes de papel.

También se necesita papel coloreado para envolver los fuegos; de esta manera se conoce el color del fuego por el del papel que lo envuelve.

Para los *pasajuegos* se utiliza el papel de escribir o impreso que sea más flexible.

Cartones. — Para preparar los cartones se pegan dos o tres hojas de papel unas sobre otras con engrudo de harina. Si el día es húmedo y se dispone de poco tiempo, se prensan en caliente o se colocan sobre una mesa y se cargan de

pesos. Cuando están casi juntos, se ponen al sol para acabar desecarlos. Si se arrugan, se colocan de nuevo bajo los pesos, o se comprimen en un torno.

Los cartones incombustibles se hacen del mismo modo usando engrudo incombustible.

Finalmente, se emplean también los cartones de paja para las fuentes de gran calibre.

Clorato de bario. — Sirve para producir un precioso fuego verde. En el comercio se vende a precio muy elevado. Se puede preparar hirviendo una solución de clorato de amonio con carbonato de bario en polvo muy fino, para que no se produzcan muchos vapores amoniacaes. Cristaliza en prismas rómbicos y contiene una molécula de agua de cristalización, que pierde a los  $120^{\circ}$ . Es bastante higroscópico y por eso conviene conservarlo en recipientes bien tapados.

Clorato potásico. — Es blanco, cristalino, sin olor y con sabor salado fresco. Mezclado con sustancias orgánicas, con azufre, fósforo, sulfuro de antimonio, etc., estalla con gran violencia al calentarlo o triturarlo. Para evitar todo peligro en la trituración, conviene comprarlo reducido a polvo. Cuando es puro no es higroscópico, pero casi siempre contiene cloruro potásico, que lo hace menos activo e higroscópico.

Se puede reconocer la presencia del cloruro en el clorato, disolviéndolo en agua y añadiendo

a la solución algunas gotas *de* nitrato de plata, que no debe producir ningún precipitado, y a lo sumo un ligero enturbiamiento.

El clorato potásico también puede contener clorato sódico, que se reconoce por la mayor solubilidad y por dar a la llama un color amarillo.

*Nunca serán excesivas las recomendaciones que se hagan a los principiantes para que no trituren el clorato potásico y los cloratos en general, con otros cuerpos que puedan provocar la descomposición instantánea; debe proceder se con la mayor precaución al hacer las mezclas, sirviéndose de las barbas de una pluma y trabajando siempre con pequeñas cantidades. También las piezas que contengan cloratos deben manejarse con gran cuidado y, por su facilidad en descomponerse espontáneamente, prepararse muy pocos días antes de ser empleadas y conservarlas en lugares aislados.*

Engruda de harina o pasta para encolar.— Se pasa la harina de centeno o de trigo candeal por un tamiz de crines, se echa en ocho partes y media de su peso en agua y se hierva lentamente, removiéndola durante un cuarto de hora, hasta que el engrudo esté a punto de hilo.

En verano, para impedir que la pasta se descomponga, se disuelve en el agua, antes de echar la harina, un poco de alumbre.

Cola fuerte.— La cola, para poder emplearla, debe ser dura, seca, transparente, de color rojo oscuro y sin olor. Se disuelve en una cantidad de agua igual a su peso y se mantiene líquida en baño maría.

Cola incombustible. — Es engrudo de harina mezclado con creta tamizada.

Colofonia. — Es una materia resinosa que se obtiene por destilación de la trementina al extraer el aguarrás. Se reduce fácilmente a polvo, es fusible, inflamable y a veces sustituye a la goma.

Algodón.— El algodón ha de ser blanco, hilado y su combustión debe dejar un pequeño residuo de ceniza. Sirve para preparar las mechas y para recubrir ciertos fuegos ya preparados.

Creta. — Es una variedad terrosa del carbonato cálcico, debida a la descomposición de aguas calizas o a la disgregación de rocas madre-póricas. Se le llama impropriamente *yeso muerto*, y en forma de barritas se utiliza para escribir en los encerados. Efervesce al contacto de los ácidos.

Dextrina. — Es un derivado del almidón, que se obtiene tratando éste con ácidos diluidos o con cola diastasa. En el comercio se encuentra en polvos de color blanco o amarillo oscuro. Puede servir también el amarillento. Con el agua, en la que se disuelve a partes iguales,

forma una solución espesa, pegajosa, de poder muy adherente y de reacción neutra.

Se utiliza en pequeñas cantidades, algo humedecida con agua, para dar consistencia a la composición de las estrellas para las granadas esféricas, y retrasa menos la combustión que la goma arábica.

Yeso o sulfato cálcico.— Es un cuerpo blanquecino, que se emplea anhidro en la forma llamada *polvos de dorador*.

Goma arábica. — Sustancia que se obtiene por incisiones hechas en la corteza de ciertas especies de acacias de los países tropicales. Se expende en el comercio en pedazos de distintos tamaños, desde el de un guisante hasta el de una nuez. Es dura, frágil y la superficie de fractura tiene aspecto vitreo concoideo. Se disuelve en un peso igual de agua, formando un líquido espeso parecido al jarabe, que se llama mucilago.

Se emplea en polvo para dar consistencia a los productos, retrasando con ello la combustión.

Goma laca.— Es una resina producida por un insecto que vive en grandes masas sobre algunas especies de plantas de la India. En el comercio se vende en forma de barras o escamas, o bien, purificada y blanqueada, en panes, que tienen el aspecto de madejas de seda.

En pirotecnia se prefiere en forma de escamas, que pueden triturarse con más facilidad, espe-

cialmente si la temperatura es baja. Puede también reducirse a polvo con el siguiente procedimiento químico. Se hierven 50 gr. de laca en una solución de 15 gr. de sosa Solvay en un litro de agua, hasta que quede completamente disuelta. Se filtra la solución por una estameña y se deja enfriar. Con el enfriamiento se forma en la superficie una capa de materia cerúlea, que se extrae. Se añade a la solución un ácido, gota a gota, hasta que el líquido no produzca efervescencia y presente una reacción ligeramente ácida. La laca se separa en copos, se recoge sobre un filtro de lana, se lava hasta que tenga reacción neutra, y se seca a la sombra.

Limaduras. — Se usan en pirotecnia limaduras de varios metales, que pueden adquirirse en los talleres de mecánica. Deben ser recientes, sin oxidaciones ni sustancias extrañas mezcladas con ellas. Para obtener grandes chispas se emplean a veces pedacitos de alambre de hierro o de acero.

Hay que tener mucho cuidado en la conservación y empleo de las limaduras de hierro, acero o fundición, porque si están oxidadas no sirven para el objeto propuesto.

Algunas veces se utilizan las limaduras de cobre en las fuentes para tener rayos verdosos y las de cinc para tener una luz blanca, ligeramente azulada.

Todas las limaduras se pasan por el tamiz y se clasifican en dos o tres tamaños, según el calibre de la fuente.

**Negro de humo.** — Se produce por la combustión de materias resinosas. Es un polvo negro muy ligero; sustituye con ventaja en ciertas composiciones a la pólvora de carbón ligero. Para hacerlo hidrófilo, esto es, que absorba el agua, se hierve durante algún tiempo, en una solución alcalina, sin dejar de agitarlo. Se recoge después sobre un filtro, se lava con agua caliente y se deja secar.

Es un carbón rico en hidrógeno y fácilmente encendible. A causa de su extremada ligereza presenta dificultad en el trabajo de mezclas de las composiciones, por lo cual es preferible sustituirlo por carbón rojo, que ofrece la misma ventaja del fácil encendido sin presentar la dificultad explicada.

**Nitrato de bario.** — Sustancia blanca, que cristaliza en octaedros regulares y anhidros. Si no se encuentra puro en el comercio, se puede preparar del modo siguiente. Se pulveriza la *whiterita* (carbonato de bario) y se trata con ácido nítrico diluido, evitando un exceso de ácido; si el mineral contiene hierro, que le da color amarillento, se añade a la solución nítrica agua de barita hasta tener reacción alcalina. Se filtra, se acidula ligeramente con ácido nítrico, se concentra y se deja cristalizar.

El nitrato de bario debe reducirse a polvo y secarse a baja temperatura, antes de ser empleado. Cuando haya de mezclarse con clorato potásico se agrega un poco de carbonato de bario en polvo. Se emplea, como el clorato, para la coloración verde.

**Nitrato** de estroncio.— Es una sal incolora que cristaliza con cinco moléculas de agua y se prepara haciendo actuar el ácido nítrico sobre el sulfuro de estroncio o sobre el carbonato, del mismo modo que para el nitrato de bario. Para quitarle el agua de cristalización, se funde a calor lento en una cápsula de porcelana, agitándolo con una varilla de vidrio, y se recoge el polvo ya seco en un recipiente de cierre hermético.

**Nitro o salitre** (nitrato potásico).— Sal muy abundante en la naturaleza, que se emplea en polvo muy fino y bien seco. Para preservarlo de la humedad se conserva en recipientes cerrados.

**Oxiclورو de cobre.**—Es un polvo finísimo, de color blanquecino verdoso, insoluble en agua e inalterable al aire. Se utiliza para algunos fuegos azules, pero da un tinte menos fuerte que el sulfato amoniacal de cobre.

**Pez.**—Se emplea una mezcla de pez griega y de alquitrán, que sirve para conservar ciertos productos y para embrear las cuerdas.

**Pólvora y polvorín.**—La pólvora, como se sabe, es una mezcla íntima de 75 partes de sa-

litre con 10 ó 12,5 de azufre y 12,5 ó 15 de carbón. En pirotecnia se emplea la pólvora en granos de diversas dimensiones, según el efecto que se desee conseguir.

La pólvora debe tener un color azul turquí de pizarra. Los granos han de ser bastante duros para que no se puedan romper con los dedos; rompiéndolos con algún esfuerzo entre los dientes, han de formar sobre la lengua una pasta uniforme, señal de una buena trituración. Observada con una lente, la pólvora debe presentar color uniforme, sin trazas de eflorescencias cristalinas. Estas eflorescencias provienen de los estados de humedad y sequedad por que la pólvora ha pasado; el salitre primero se ha disuelto y después se ha recristalizado separándose de los demás ingredientes y la pólvora queda evidentemente desorganizada.

Haciendo resbalar la pólvora sobre la palma de la mano o sobre una hoja de papel blanco, no ha de quedar rastro alguno. Los granos deben arder sobre una hoja de papel sin dejar residuo y sin inflamarlo, lo cual es señal de gran vivacidad.

La pólvora que mejor se presta a los usos pirotécnicos es la fina de caza; pero por su elevado precio suele sustituirse por la ordinaria. Se obtiene el máximo efecto empleando la pólvora completamente seca. Para ello se aprovechan

los días calurosos del verano, exponiéndola al sol sobre una mesa y cubriéndola con papel o tela. Es conveniente asolear también los recipientes en que haya de ser conservada, guardando la pólvora todavía caldeada.

En algunas composiciones blancas y en las fuentes se usa el *polvorín*, que no es más que pólvora triturada con el cuidado necesario, dentro de un mortero de bronce o de madera dura. También puede prepararse el polvorín partiendo de sus ingredientes, esto es, mezclando íntimamente seis partes de salitre con una de azufre y otra de carbón. Como medida de precaución, se tritura separadamente el salitre con un poco de carbón, el azufre con el resto del carbón y por último se reúnen los dos compuestos binarios, ya triturados y en disposición de poderse mezclar directamente, sin necesidad de más trituraciones.

Sebo. — Mezclado con la pez, sirve para ablandar ciertas pastas píricas durante su manipulación.

Sulfato de cobre. — El sulfato de cobre, conocido en el comercio con el nombre de *vitriolo azul*, se presenta en cristales azules muy solubles en el agua. Se utiliza para los fuegos azules, siendo preciso para ello haberlo desecado, como se indicó para el nitrato de estroncio, y se obtiene un polvo blanco, que por ser higroscópico,

toma un tinte azul al contacto del aire húmedo.

Echando sobre el sulfato de cobre seco, dos veces su peso de amoníaco, y haciendo evaporar el conjunto para secarlo de nuevo, se obtiene el *sulfato amoniacal de cobre*, que tiene la ventaja sobre el ordinario de dar a la llama un fuerte color azul y no puede descomponerse espontáneamente al mezclarse con el clorato potásico. También es higroscópico, y como fácilmente se altera cuando se calienta a temperaturas elevadas, se pulveriza y se seca al sol, conservándose después en botes de vidrio bien cerrados.

**Sulfato de estroncio.** — Es blanco, insípido, no efervesce con los ácidos y colorea los fuegos como el nitrato.

En el comercio se encuentra el mineral *celestina*, que es sulfato de estroncio en trozos blancos, con vetas verdes o azules, o bien en masas grises. Para emplearlo hay que reducirlo a polvo. Es menos higroscópico que el nitrato, pero tiene también menor poder colorante.

**Azufre.** — En el comercio se tiene la *flor de azufre*, el *azufre en panes* o en barras y el *molido*. El primero se deposita en las paredes de las cámaras de destilación; es un polvo sutil, sin sustancias minerales, pero es ligeramente ácido, y si no está bien lavado, al mezclarlo con clorato potásico puede originar una descomposición espontánea. Las otras clases de azufre contienen

siempre trazas de materias minerales, que se encuentran como residuos de la combustión cuando se quema cierta cantidad de azufre en una cápsula de porcelana. En igualdad de pureza, se prefiere el azufre *molido* y especialmente el oreado, por estar en polvo más fino.

En los compuestos coloreados conviene emplear azufre muy puro y sin reacción ácida alguna; en los compuestos para fuegos blancos, en que no entra el clorato, puede usarse el azufre ordinario.

Cuerdas. — En pirotecnia se usan cuerdas de varios gruesos, formadas por dos o tres hilos torcidos entre sí y engomados. Para las bombas pequeñas, tracas y fuentes pequeñas, pueden ser de 1 mm. de diámetro, aproximadamente; para las fuentes y bombas, de 1,5 a 2,5 mm., según el tamaño de las piezas que se preparen.

**Barnices de caucho, de copal, de laca, de colodión,** etc. — Se emplean para preservar de la humedad los fuegos de colores.

**Vidrio soluble.** — Con este nombre se designan los silicatos alcalinos, es decir, el silicato sódico y el silicato potásico, que presentan aspecto casi igual y sirven para los mismos usos. Los vidrios solubles de sosa o de potasa se encuentran en el comercio, generalmente, en soluciones de densidad de 30 a 50° Beaumé y también en soluciones más concentradas que tienen aspecto de gelatina.

En pirotecnia encuentra aplicación este ma-

terial para hacer incombustibles los cartuchos y sirve también para proteger contra la lluvia tanto los cartuchos como cualquier otra pieza pirotécnica.

Cuando se expone al aire la solución de vidrio soluble en capa delgada se convierte pronto en una masa vítrea transparente, porque el ácido carbónico del aire se combina con el álcali y separa el ácido silícico.

Las piezas pirotécnicas ya terminadas (a excepción de las mezclas) se sumergen completamente en la solución de vidrio soluble, se deja gotear el exceso de líquido y se ponen a secar. Se obtiene así la doble ventaja de hacer incombustibles las envueltas y de conferirles la propiedad de resistir relativamente una fuerte lluvia sin deterioro del contenido.

El mismo revestimiento de vidrio soluble es ventajoso para las armaduras de madera en que van fijos los fuegos.

Igualmente, como medida de seguridad, deberían estar revestidos de vidrio soluble en un laboratorio pirotécnico todos los accesorios de madera y también las partes fijas, mesas, cajas, ventanas, vigas de techo, etc.; esto sería una eficaz defensa contra la iniciación y propagación de incendios, facilitaría los trabajos de extinción y en el peor caso permitiría salvar gran parte de los utensilios.

## CAPÍTULO II

### Trabajos de preparación y laboratorio

**Operaciones relativas a la preparación de las piezas pirotécnicas.** — Las piezas pirotécnicas están constituidas esencialmente de tres partes principales:

1.<sup>a</sup> De un recipiente o envuelta destinado a contener la composición que ha de arder, que suele llamarse cartucho.

2.<sup>a</sup> De la materia pirotécnica especial que al arder ha de producir un determinado efecto luminoso o de ruido; esta parte suele llamarse composición o carga.

3.<sup>a</sup> De las partes que deben iniciar la combustión de la carga y que se llaman mechas o cebos.

Además de estas partes esenciales se tienen también las partes accesorias, como las armazones de unión y de montaje para la formación de los fuegos más o menos complicados, los

rabos de los cohetes, los paracaídas, las envueltas, los embalajes, etc.

En relación con dicha constitución de los materiales, los trabajos que deben realizarse para la preparación de las piezas pirotécnicas son múltiples, y pueden distribuirse racionalmente en diversas secciones, como: preparación de los cartuchos; preparación de las cargas y de las mechas; introducción de la carga en los cartuchos, es decir, carga de los cartuchos; y trabajos de acabado, que comprenden las operaciones necesarias para dejar las piezas pirotécnicas listas para su empleo.

**Laboratorio y utensilios.** — Siendo en general las mezclas para los fuegos artificiales verdaderos compuestos explosivos, es necesario disponer el trabajo de modo que se eviten, en cuanto sea posible, accidentes desagradables. Para ello, la pólvora y los fuegos ya preparados deben separarse entre sí y alejarse del laboratorio, donde no ha de haber más que la cantidad mínima de explosivo necesaria para la elaboración. El pirotécnico debe, pues, tener gran cuidado en el manejo, no sólo de las sustancias explosivas de por sí, sino de aquellas que sin ser peligrosas por su naturaleza, lo son cuando se mezclan con otras. Además, muchas sustancias necesarias al pirotécnico son venenosas, teniendo un gran poder deletéreo el polvillo que se produce al tritu-

rarlas y los productos gaseosos de su combustión; entre las sustancias nocivas debemos señalar especialmente las sales de bario y de estroncio, los sulfuros de arsénico y antimonio, y las sales de cobre, de plomo y de mercurio.

Al describir las diversas materias primas necesarias en pirotecnia, se ha indicado cuáles son higroscópicas y que por tanto deben conservarse en recipientes herméticamente cerrados, y en lugares secos. Para no tener que abrir con frecuencia estos recipientes, exponiendo la materia a la humedad del ambiente, es muy útil tener para los usos del laboratorio unos botes más pequeños, bien tapados, con una reducida cantidad de la misma materia.

En sitio apartado se dispondrá de local para las estufas de desecación, hornillos para la evaporación de las sustancias salinas, crisoles para los metales, una caja pequeña de reactivos para probar la pureza de las sales, areómetros para determinar la densidad de soluciones salinas, una balanza con alcance de 5 a 10 Kg. y sus pesos correspondientes, y otra que llegue de 50 a 100 gr. con los pesos y fracciones de gramo que se necesiten.

En el departamento donde se hagan las mezclas se tendrá una mesa de madera fuerte, de medio metro cuadrado de superficie, aproximadamente, con un borde redondeado de unos

3 cm., en la cual se machaca o pulveriza la pólvora y el carbón mediante una moleta de madera semejante a la empleada para los colores. Para otras sustancias, según su dureza y naturaleza, se usan morteros de madera, vidrio, porcelana, fundición o bronce. También se necesitan tamices de varias dimensiones, los más finos de seda, los ordinarios de crines, y para polvos muy gruesos, de tela de latón o de cobre.

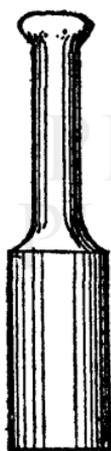


Fig. 1

A continuación se citan varias clases de fuegos, con los utensilios necesarios para la elaboración de cada uno.

Bengalas. — Algunas varillas de latón y de cobre para hacer y cargar los cartuchos.

Bombas. — Varias hormas cúbicas o cilíndricas de madera dura, para hacer los cartuchos.

Fuentes. — Algunas varillas de cobre o de latón para cargar; deben ser a lo sumo un dedo más largas que la fuente que se carga. Dos mazos de madera dura (fig. 1), uno ligero para fuentes pequeñas, y el otro pesado para las más grandes.

Granadas. — Varias hormas cilíndricas de madera dura, proporcionadas al calibre de los morteros, para formar los cartuchos.

Además, una *sierra* pequeña para aserrar cañas, varios *punzones* para agujerear las piezas,

*gubias* para formar el ánima de los cohetes, *cuchillas* de hoja ancha y fuerte, *espátulas* de madera y de metal, *plumas* de pato o de pavo para mezclar el clorato, *tijeras* ordinarias y grandes, *pinceles* para extender la cola sobre el papel, *bastidores* para secar las mechas, etc.

La figura 2 representa con bastante claridad algunos accesorios para la carga y compresión de las composiciones en los cartuchos correspondientes.

A es un taco de madera sobre el cual se coloca la forma cilíndrica de madera B que contiene el cartucho que se quiere cargar; C es el embudo que sirve para verter a pequeñas porciones la composición en el cartucho;

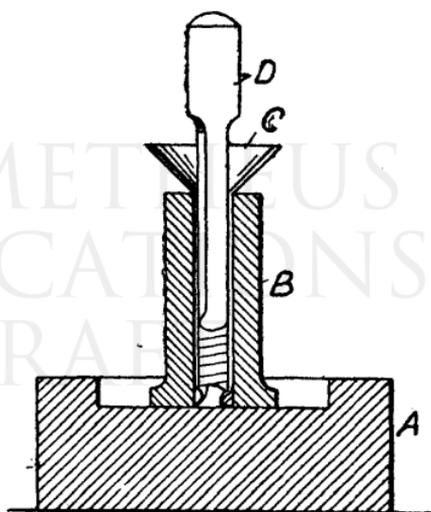


Fig. 2

D es la baqueta para comprimir, también a pequeñas porciones, la composición, y que, según los casos, será de latón, de cobre o de madera dura.

Es importante que la baqueta D sea de diámetro exactamente correspondiente al del cartucho, pero nunca deberá ser introducida a

golpes, si no con ligera presión de la mano; los golpes con mazo se darán únicamente cuando la baqueta haya llegado a estar en contacto con la composición.

La cara inferior de la baqueta no debe tener las aristas vivas sino redondeadas y su superficie será ligeramente esférica. Además, como la igualdad de diámetro entre la baqueta y el interior del cartucho es un obstáculo para la salida del aire y éste se calentaría con la compresión, ocasionando la inflamación de la carga, es necesario que a lo largo de la baqueta vaya practicada una ranura que dé salida al aire durante la compresión. El olvidar este requisito ha sido causa de graves accidentes.

## CAPÍTULO III

### **Preparación de los órganos de dar fuego y de los cartuchos**

**Organos de dar fuego.** — Son aquellos accesorios que sirven para producir el encendido de las piezas pirotécnicas y de sus elementos. Evidente es la función importantísima de estos órganos y de ahí la gran diligencia y cuidado que requieren su preparación y aplicación, ya que una pieza pirotécnica, aunque esté cuidadosamente confeccionada y con mezclas perfectas, no podrá producir el efecto deseado, si los órganos de dar fuego no garantizan el encendido seguro de todas sus partes con la sucesión y en el instante previstos.

Los órganos de dar fuego más importantes son las mechas, rápidas y lentas, los papelesmecha, los cordoncillos de fuego, cuya característica esencial es la de transmitir con seguridad el fuego con determinada rapidez; entre ellos cabe incluir también los cebos eléctricos,

las antorchas de artificieros, las mechas de algodón-pólvora, los cartuchos-cebo y las bujías de dar fuego.

El componente más importante de los órganos de dar fuego es en general la pasta de mecha, que debe ser una composición pirotécnica muy inflamable. Se preparan de diversas densidades.

La pasta fluida para mechas se prepara según la siguiente receta:

Polvorín . . . . .	1 Kg.
Goma arábica . . . . .	20 gr.
Agua . . . . .	50 gr.
Alcohol . . . . .	1 litro

Se disuelve la goma arábica en el agua y la solución debe ser perfectamente clara, se mezcla con el alcohol en una vasija redonda de porcelana y después se vierte el polvorín poco a poco, agitando hasta completa homogeneidad. Si conviniese conservar esta pasta durante algún tiempo, sería necesario tenerla en un vaso de cristal perfectamente cerrado con un buen tapón.

A la fórmula anterior para pasta de mechas, añaden algunos artificieros pirotécnicos 50 gr. de salitre en polvo, para tener en cuenta la cantidad de carbón en el papel o en el algodón que se ha de embeber, y que disminuye la proporción de salitre en la composición resultante respecto a los elementos combustibles.

Se recomienda que se emplee la goma arábica y no almidón o dextrina, porque éstos son algo higroscópicos.

Cuando se desee obtener una pasta más densa para mechas bastará disminuir la cantidad de alcohol.

Las pastas para mechas pueden ño sólo servir para embeber estas últimas sino también para embadurnar aquellas partes de los cartuchos y de los elementos pirotécnicos que no estén ocupadas por la composición y asegurar así el encendido.

El papel-mecha se prepara cortando primeramente el papel en tiras, extendiendo sobre una de las caras la pasta de mechas fluída, espolvoreando la capa de pasta, aun húmeda, con polvo de papel y dejándolo secar. Ya seco se repite la misma operación por la otra cara.

Con atmósfera seca el papel-mecha puede emplearse ventajosamente en lugar de las mechas ordinarias de algodón para dar fuego.

Las mechas comunes se preparan con hilos de algodón agrupados en número de tres a ocho ligeramente torcidos para formar un cordoncillo de unos 2 mm. de diámetro. El algodón ha de ser hidrófilo, esto es, que al sumergirlo en el agua debe empaparse a fondo con rapidez. Si no es hidrófilo hay que desengrasarlo hirviéndolo algún tiempo en una solución diluida de sosa cáustica, o bien teniéndolo en dicha solución al-

gunos días. En seguida se lava hasta que desaparezca todo indicio de sosa y después se seca.

**Preparación industrial de las mechas.** — En una gran vasija de porcelana o de gres se introduce el cordoncillo arrollado en una devanadera y se vierte sobre él la pasta de mechas fluida, alargándola si es preciso con alcohol concentrado, y se cubre la vasija, dejando durar la inmersión unas doce horas. Después de este tiempo los hilos están completamente embebidos de pasta, pero para garantizar mejor la homogénea y perfecta impregnación, se efectúa la extracción del cordón del baño, haciéndolo pasar por un agujero troncocónico practicado en una tabla sobrepuesta a la vasija y que tiene la base mayor abajo. El cordoncillo así estirado es extendido en el aire sobre rodillos en ambiente caldeado y ventilado, con lo que se seca rápidamente dada la fácil volatilidad del alcohol; luego se arrolla nuevamente en una devanadera de jaula, se repite la inmersión en pasta y se hace pasar el cordoncillo bañado bajo un cedazo del que cae polvorín, teniendo cuidado de que el cordoncillo quede bien espolvoreado por todas partes. Así húmeda y espolvoreada se estira la mecha entre dos rodillos, los cuales llevan practicadas dos incisiones semicirculares, de manera que la mecha resulta uniforme y recibe además una ligera compresión.

En seguida se seca perfectamente sobre devanadera y luego se empaca en cajas cilíndricas.

Mechas económicas. — En general los pequeños talleres de pirotecnia preparan las mechas por procedimientos un tanto simplificados.

En una gran vasija de porcelana de poco fondo se empasta el polvorín en tanta solución acuosa de goma arábiga hasta que resulte una pasta más bien fluida. En esta pasta se sumergen las mechas de algodón cortadas a la longitud deseada; se dejan sumergidas durante algunas horas y luego se sacan y se ponen a secar sobre unos bastidores.

Se preparan mechas de dos tamaños: las *sencillas*, que cortadas en pedacitos sirven para encender los fuegos sencillos, y las *dobles*, que sirven para poner en comunicación las diversas partes de un fuego. En este caso se juntan dos mechas para estar a cubierto de la eventualidad de que una se apague.

Las *mechas rápidas* se preparan generalmente por el pirotécnico con mechas comunes envueltas en tubitos de papel; estos últimos, llamados también portafuegos, tienen el fin de asegurar la más rápida transmisión del fuego y al mismo tiempo defender la mecha de la humedad.

Un método muy sencillo de preparación consiste en envolver alrededor de la mecha bien

seca una cinta de papel y barnizar en seguida por el exterior con barniz impermeable.

Cuando se trate de reunir con mechas varios fuegos distantes, su comunicación se efectúa con varias mechas introducidas en un cilindrito o tubo de papel capaz para contener cuatro o cinco de ellas; a causa de la presión de los gases desarrollados dentro del tubito de papel se impide la expansión y el fuego se propaga con mayor rapidez y seguridad, así que al instante se efectuará contemporáneamente el encendido de los fuegos reunidos de esta forma.

Mechas de algodón-pólvora. — Entre todos los medios de dar fuego para la rápida comunicación del mismo a muchas piezas pirotécnicas, el más sencillo es el constituido por un cordoncito de algodón-pólvora que arde con extremada velocidad y que puede comunicar el fuego a una tira de papel-mecha arrollado en su extremo.

Para encender grandes frentes de fuego únicamente los encendedores eléctricos pueden competir en facilidad y seguridad con las mechas de algodón-pólvora.

Después de una lluvia persistente, cuando las piezas pirotécnicas hayan permanecido impermeables al agua por barnices adecuados, bastan pocas horas para poder darles fuego, porque el algodón-pólvora que haya sido com-

pletamente mojado, una vez seco adquiere de nuevo su propiedad de transmitir el fuego con gran velocidad.

Las mechas de artificiero primeramente descritas, es decir, formadas con hilos de algodón embebidos en la pasta de polvorín, deben arder, cuando estén bien preparadas, con rapidez uniforme; la longitud de un metro debe tardar en arder, como máximo, un segundo.

Si bien en pirotecnia son menos empleadas que en otras ramas de la técnica de explosivos, no está fuera de lugar mencionar aquí dos tipos de mecha, de rápida y de lenta combustión.

El cordoncillo de hilos de algodón hidrófilo, trenzados de modo que resulte bien flexible, se embebe en soluciones distintas para cada uno de los tipos.

Para embeber las mechas de combustión rápida se emplea una solución de salitre, compuesta de una parte de salitre por diez de agua. El cordoncillo en madejas se sumerge en dicha solución donde permanece de seis a doce horas; luego se exprime y se seca.

Las mechas de combustión lenta, como, por ejemplo, las usadas por los fumadores, que también pueden tener otras numerosas aplicaciones, se preparan empleando como medio de impregnación el nitrato de plomo, o también el cromato de plomo.

Para preparar la mecha de nitrato de plomo se disuelve en un recipiente de porcelana una parte de nitrato de plomo en diez de agua y se calienta, agitando, hasta la ebullición.

En la solución hirviendo se sumerge el cordoncillo y se remueve durante una hora. Después se escurre y se seca al aire.

Para preparar la mecha lenta de cromato de plomo, se hierve el cordoncillo de algodón hidrófilo en una solución que contenga 50 gr. de acetato de plomo por litro de agua; se seca y se sumerge en una solución de cromato potásico, preparada con una parte de sal y diez de agua, y se remueve durante largo tiempo. Se forma así sobre la fibra el cromato de plomo que se reconoce por su hermoso color amarillo. Se procede después a la desecación al aire.

Las *bujías de dar fuego* son elementos pirotécnicos que contienen una composición de gran vivacidad de combustión y que sirven para encender aquellas piezas que no pueden ligarse por mechas, o bien en que la mecha ha fallado. La característica fundamental de una buena bujía de dar fuego es la de arder con suma energía; debe arder también bajo una lluvia torrencial y hasta debajo del agua como si estuviese en el aire. Para alcanzar esta condición la composición que constituya la carga debe ser rica en oxígeno y estar preparada por el método

en caliente que será descrito en el capítulo IV.

Se prepara el llamado sulfonitro con el método indicado, esto es, fundiendo juntas una parte en peso de azufre con tres de salitre y se pulveriza la masa homogénea solidificada. Al sulfonitro pulverizado se añaden luego otros ingredientes según las diversas recetas.

	Composición alemana	Composición francesa
Sulfonitro.....	100	6
Azufre.....	0	3
Resina de pino.....	8	0
Polvorín.....	80	1,5

Se emplean además otras recetas de composiciones para bujías de dar fuego, las cuales contienen también sulfuro de antimonio y pez común.

	Fórmula alemana	Fórmula francesa
Sulfonitro.....	66	30
Azufre.....	13	10
Polvorín.....	12	15
Sulfuro de antimonio.....	4	0
Pez de calafatear.....	0	5

A las bujías de dar fuego, que están hechas de cartón robusto convenientemente embebido con salitre, a fin de que arda a la par que la composición contenida, se les da una longitud de unos 50 cm. con un diámetro interior de 1 cm., aproximadamente. La composición es

vertida en porciones tales que cada una ocupe sin presión dentro del cartucho una altura de 5 cm.; luego se introduce en la cavidad una baqueta de medida justa y mediante algunos golpes enérgicos de mazo es comprimida la carga. Una bujía de dar fuego bien preparada debe dar una llama de un metro poco más o menos de longitud que sale regularmente del cartucho y que se presta bien para encender las mechas de los fuegos.

Para poder utilizar toda la bujía se coloca en la extremidad inferior de la envuelta, antes de la carga, un tapón de corcho y se añade un bastón con una punta introducida en la envuelta, a la que se fija con ligaduras de alambre.

Para hacer más compacta la composición y obtener una bujía que arda largo tiempo, la composición se impregna con aceite de linaza, de modo que con la compresión se forme una pasta compacta.

Los *cilindritos de dar fuego* están constituidos lo mismo que las bujías, pero son de menor tamaño, y en lugar de llevarse en la mano, se fijan en el lugar conveniente de las piezas pirotécnicas para asegurar el encendido. Para prepararlos se emplean cilindritos de papel fuerte de unos 5 mm. de diámetro y de una longitud de 6 a 8 cm. Estos tubitos se llenan hasta una altura de 2 a 3 cm. con polvorín fuerte-

mente comprimido, sobre éste va una capa de composición hecha de tres partes de salitre, **una** de azufre y otra de polvorín. El cilindrito así cargado se inserta en la pieza pirotécnica **por** la extremidad que va llena de polvorín y garantiza el encendido rápido y seguro.

**Encendido eléctrico.** — Los *cebos eléctricos* están constituidos por un cartuchito cilíndrico que tiene el fondo cerrado por un tapón de resistencia limitada, sobre éste va una capa de pólvora negra comprimida, luego una mezcla de polvorín y algodón-pólvora. El resto de la cavidad va ocupado por un tapón de materia aisladora, atravesado por dos hilos conductores aislados, cuyas extremidades tocan en la capa de polvorín y algodón y allí van unidos por un hilo capilar de platino que atraviesa la mezcla. Las extremidades exteriores de los dos conductores se unen eléctricamente con un generador de corriente; cerrando el circuito, el hilo finísimo de platino se pone al rojo y enciende la mezcla que estalla transmitiendo la explosión a la pólvora. Estos cebos eléctricos descritos funcionan con corriente de baja tensión; existen también los del tipo de alta tensión, que difieren de los anteriores en que los dos hilos conductores no van unidos en el interior del cebo por un hilo de platino, sino que sus puntas se hallan separadas a pequeña distancia, de

manera que la corriente hace saltar una chispa que ocasiona la explosión de la carga, que en este caso se halla compuesta de clorato potásico y sulfuro de antimonio.

Mediante los cebos eléctricos se pueden encender a distancia y simultáneamente un número de fuegos tan grande como se quiera.

Preparación de los cartuchos. — Se da el nombre de cartuchos a las envueltas cilíndricas de la mayoría de los elementos de los fuegos que van llenos con las diversas composiciones.

Son tubos formados arrollando sobre una baqueta del diámetro requerido y previamente espolvoreada con polvos de talco, diversas capas de papel fuerte encolado hasta obtener el espesor conveniente de las paredes.

Para las composiciones de los fuegos de chispas los cartuchos han de poder soportar una fuerte presión, y no deben arder juntamente con la composición, por lo cual, al menos en las capas exteriores, es necesario que el papel esté impregnado con una solución que lo haga incombustible.

Por el contrario, para composiciones de llama las paredes del cartucho se hacen más ligeras y con papel fácilmente combustible, mediante impregnación con salitre.

Como materia adhesiva para encolar las diversas capas de papel se adopta un engrudo

preparado con harina de almidón y cola animal.

El cartucho, ya ultimado y seco, se liga por una extremidad con una cuerda de modo que deje solo una pequeña abertura para el paso de la mecha. Durante la carga se obstruye esta abertura con papel, luego se quita el papel y se coloca la mecha.

Medios para hacer incombustibles los cartuchos.— Para hacer incombustibles los cartuchos se pueden emplear diversas materias, entre las cuales son especialmente adecuadas el vidrio soluble, el sulfato amónico, el alumbre y el acetato de plomo; con estas sustancias el papel no resulta absolutamente incombustible, pero puesto al fuego, en lugar de arder con llama, se carboniza lentamente. Las chispas que puedan caer sobre estos cartuchos de otros fuegos ya encendidos se apagan antes de que puedan propagar el fuego. Es importante hacer incombustibles los cartuchos de aquellas piezas pirotécnicas que, como los cohetes, han de ser lanzadas al aire, para que al caer no constituyan un peligro de incendio.

Cuando se emplea el alumbre se hierve en agua, se deja enfriar la solución, se sumergen en ella las hojas de papel destinadas a la confección de cartuchos y se ponen a secar sobre hilos tirantes. Si se emplea sulfato de antimonio, o bien acetato de plomo, se disuelve

una parte de la sal en diez o quince de agua en frío y se sumergen las hojas de papel en la solución, secándolas como anteriormente.

Para cumplir las condiciones de seguridad antedichas basta a veces que se haya hecho incombustible únicamente la capa de papel exterior del cartucho.

Algunas veces es conveniente alcanzar el mismo fin de incombustibilidad de las envueltas preparando pastas diversamente coloreadas con las citadas soluciones de sales y con arcilla, y embadurnar con ellas las piezas para fuegos artificiales, con objeto de poder distinguir, por la coloración exterior del cartucho, la calidad de la composición contenida.

## CAPÍTULO IV

### **Preparación de las mezclas**

Los distintos y variados ingredientes de las mezclas deben pulverizarse muy bien. Algunos pueden adquirirse en polvo, sobre todo si son de difícil y peligrosa trituración; pero generalmente conviene triturarlos, porque los que ya están pulverizados pueden contener materias extrañas. Para hacer las mezclas se tendrá en cuenta el usar un mortero conveniente para la sustancia con que se trabaje; se evitará, por ejemplo, triturar sales de cobre en un mortero de hierro. También es conveniente triturar las sustancias separadamente o mezcladas con las que no den lugar a compuestos explosivos, y formar la mezcla definitiva con espátulas de madera o con las barbas de una pluma y con mucha precaución cuando se manejen cloratos. Para evitar golpes o rozamientos peligrosos, una vez hecha la mezcla no se triturará más. Un buen medio para obtener mezclas muy íntimas es el de hacerlas

pasar por un tamiz de seda, provisto de tambor. Se puede también mover el tamiz mecánicamente, disponiéndolo detrás de una pared y en sitio apartado, para garantizar la seguridad del operador.

Para conseguir que la mezcla sea aún más homogénea, se tamiza varias veces y por último se pasa por el tamiz de seda, lo cual se hace especialmente para los compuestos delicados.

Las composiciones con pólvora para las fuentes no deben nunca pasarse por el tamiz que sirva para compuestos con clorato, porque puede suceder muy bien que algunas partículas de las composiciones que tienen clorato se mezclen con la pólvora, y al agitar o mover la fuente se produzca una explosión.

Al cargar ciertos compuestos, particularmente cuando contienen limaduras metálicas o carbón grueso, es preciso hacerlo con mucho cuidado; un descenso brusco puede obstruir el cartucho o separar las diversas sustancias.

Antes de hacer uso de una composición, hay que experimentarla en el mismo cartucho a que se halle destinada, para saber si está bien hecha y corregirla si es necesario.

La mezcla de las sustancias que sirven para formar las composiciones pirotécnicas puede hacerse de dos maneras diferentes: el método general es el de la «composición en frío», o sea,

mezclando simplemente los compuestos químicos pulverizados; el otro método, empleado en pocos casos, es el de la mezcla por fusión o «composición en caliente». La preparación de las composiciones en caliente sólo es posible en cantidad limitada y para aquellas sustancias que calentadas hasta la temperatura de su punto de fusión no se inflaman.

La mezcla de las sustancias en polvo se efectúa bien sobre una mesa de mármol con borde realzado y mediante una espátula de madera o de asta, trabajando la mezcla con gran cautela, es decir, evitando los golpes, hasta que a simple vista no se distinga desigualdad en ningún punto de la masa.

Si la composición ha de contener sustancias que absorban fácilmente la humedad de la atmósfera, dichas sustancias deben añadirse en último lugar y ser mezcladas lo más rápidamente posible, guardando en seguida la composición en recipientes bien cerrados, en los que debe mantenerse hasta el momento de la carga de los cartuchos.

Cuando haya que mezclar a las composiciones polvos metálicos, limaduras o escamas de aristas vivas y duras, la mezcla debe efectuarse con precauciones especiales, para que el calor del rozamiento no produzca la inflamación de la masa.

Las inflamaciones espontáneas durante la mezcla suceden con más facilidad cuando los componentes no están perfectamente secos.

Las desgracias más frecuentes ocurren con las composiciones que contienen juntamente clorato potásico y flor de azufre. La flor de azufre, a causa de su origen, contiene siempre indicios de ácido sulfuroso que se transforma fácilmente en ácido sulfúrico, el cual con el clorato origina la inflamación espontánea porque pone en libertad el ácido clórico que es poco estable. Por ello es buena norma para los pirotécnicos preferir a la flor de azufre, obtenida por sublimación, el azufre pulverizado obtenido del azufre en cañón. Otra manera de obviar el peligro cuando haya que mezclar azufre con clorato potásico, consiste en añadir al clorato durante su pulverización una pequeñísima cantidad (una centésima) de carbonato de sosa en polvo anhidro (que tiene la función de neutralizar las eventuales trazas de acidez).

Las composiciones pirotécnicas que junto con el clorato potásico contengan sulfuro de antimonio o azufre, no deben revolverse con la espátula sobre la mesa de mezcla, porque el rozamiento podría hacerlas estallar. Deberán mezclarse únicamente haciéndolas correr sobre un papel, levantando de un modo alternativo los lados opuestos de la hoja o pasándolas por un ce-

dazo y, a pesar de esta precaución, tratando sólo porciones pequeñas y valiéndose de cedazos de crin o de seda, nunca de tela metálica (1).

La composición en caliente, o sea, aquella que se prepara fundiendo juntos los diversos componentes, se efectúa por el sistema de verter el cuerpo más difícilmente fusible dentro del otro ya fundido y más fácilmente fusible. Esto se aplica principalmente para la mezcla de salitre y azufre.

Se funde a este fin el azufre en un recipiente llano y se añade el salitre pulverizado, poco a poco y mezclando hasta que la mezcla sea completamente uniforme. Entonces se retira el recipiente del fuego y se continúa mezclando hasta que el principio de la solidificación oponga resistencia al movimiento del agitador.

Consideraciones útiles para la preparación de las composiciones luminosas. — Los colores de las composiciones luminosas empleadas en piro-

(1) El reglamento italiano de seguridad pública prohíbe el empleo de composiciones para fuegos artificiales que contengan mezclas de clorato potásico, azufre y antimonio, haciendo, sin embargo, la siguiente excepción:

«Se permite el empleo de mezclas de clorato, azufre y pez griega, o bien de clorato potásico, goma laca y sulfato de cobre amoniacal, a condición de que tales mezclas cloratadas sean preparadas en locales especiales y limitadas a la cantidad estrictamente necesaria que de vez en cuando será precisa en la preparación de fuegos artificiales, sin dejar residuos para almacenar.»

Además, el empleo de clorato de potasa es admitido únicamente para mezclas cloratadas luminosas, nunca para cargas de lanzamiento o de detonación.

tecnia, además de los fuegos blancos, son: el rojo, el amarillo, el verde y el azul. Diremos someramente qué sustancias comunican a la llama dichos colores, pero importa recordar que la intensidad del color no está en proporción con la cantidad de dichas sustancias que entran en la composición; por ello el estudio y la experiencia para aumentar el efecto luminoso de una composición deberán tener en cuenta otras condiciones.

Los compuestos más comúnmente empleados son:

Para el rojo: compuestos de litio (bellísimo rojo oscuro, pero muy caro), compuestos de estroncio (color carmesí) y compuestos de calcio (color rojo claro).

Para el amarillo: todos los compuestos de sodio.

Para el verde: nitrato de bario y nitrato amónico.

Para el azul: carbonato de cobre y otros compuestos de cobre (azul oscuro) y calomelanos y otros compuestos de mercurio (azul claro, relativamente caro).

Los mejores efectos de esplendor metálico amarillo-oro y rojo-oro se obtienen mediante escamas o limaduras de hierro, o bien con granitos de carbón (se intensifica el efecto aumentando la temperatura de combustión). Un campo de

experiencia para el pirotécnico es la investigación de nuevos efectos luminosos, quemando en conjunto o sucesivamente composiciones coloreadas.

La mayor parte de las veces la mezcla de dos composiciones coloreadas no da, al arder, el color que resultaría en pintura por la mezcla de los dos colores, sino que el color resultante es comúnmente el blanco más o menos puro. Sólo el color violeta ha sido posible obtenerlo, de un modo análogo a lo que sucede en pintura, por la mezcla de composiciones rojas y azules.

El pirotécnico debe además tener en cuenta las características del ojo humano y aplicar las leyes y fenómenos para preparar el mejor efecto de sus productos. Si miramos un objeto rojo muy luminoso y luego dirigimos la vista a una pantalla blanca veremos una mancha verde y, viceversa, después de haber mirado una luz verde veremos en la pantalla una mancha roja, color que se llama el complementario del verde. Lo mismo sucede entre otros dos colores complementarios, el azul y el anaranjado.

En el primer caso el ojo, casi ofendido por la intensa coloración roja se ha quedado insensible a ella y no percibe más que los colores de la zona opuesta en la gama de colores (dispuestos en círculo) que componen el blanco. Teniendo en cuenta este hecho se puede aumentar

el efecto luminoso de una composición coloreada haciendo arder primero otra composición de luz viva con el color complementario de la primera, aunque ésta sea poco viva. Además con el mismo criterio se evitará sobreponer en el ojo del espectador la impresión de colores complementarios que se anulan recíprocamente.

**Medios para aumentar la luminosidad de las composiciones.** — Considerando las composiciones luminosas desde otro punto de vista, hay que recordar que la luminosidad de un cuerpo que arde depende de su temperatura de combustión; cuanto más alta sea esta temperatura tanto más incandescentes resultarán lo mismo los vapores que las partículas sólidas que irradian luz de la llama.

Y como en general las composiciones de más elevada temperatura de combustión son aquellas en las cuales puede desarrollarse el oxígeno en mayor abundancia, resulta de aquí la influencia que sobre la luminosidad de las composiciones tienen los componentes oxidantes.

. El nitrato de potasio es un compuesto rico en oxígeno y, naturalmente, muy empleado en las composiciones luminosas, pero tiene el inconveniente de requerir estar ya en un ambiente a temperatura de la incandescencia blanca para comenzar a desprender su oxígeno. Por eso en las pruebas que se hacen para aumentar la lu-

minosidad de una composición, en lugar de añadir sólo nitrato potásico es útil añadir una composición especial, llamada por los pirotécnicos *composición gris* en virtud de su color.

La composición gris de los pirotécnicos se prepara fundiendo 25 partes de salitre en otras tantas de azufre, pulverizando finamente y mezclando después con 7 partes de polvorín (pólvora negra finísima).

Cuando se quiera aumentar la luminosidad de una mezcla se comienza por añadir en pequeñas dosis progresivas la composición gris, experimentando después el efecto.

Si la adición de composición gris no fuese suficiente para alcanzar el efecto deseado, se puede deducir que la sustancia que debe colorear la llama es difícilmente fusible y que para transformarla en estado de vapor necesita una temperatura todavía más elevada. Entonces se probará a añadir, en vez de salitre o la composición gris, pequeñas cantidades de clorato potásico a la composición luminosa original; se liarán, pues, diversas muestras con adiciones, por ejemplo, del 5, 10, 15... por 100 de clorato respecto a la composición ordinaria, y se probarán simultáneamente en cartuchos para establecer de un modo comparativo cuál es la composición que produce mejor efecto.

Lo mismo que para el salitre, también para

el clorato se obtiene un aumento de la temperatura de combustión si a la sal portadora de oxígeno se le añade azufre, mezclado íntimamente, en forma de composición sulfocloratada.

Esta se forma con 125 partes de clorato potásico y 35 de azufre. Como ya se ha dicho repetidas veces, el tratamiento de esta mezcla es delicadísimo y peligroso, pues estalla con gran facilidad por los golpes, por lo cual deben ser primero pulverizados finamente cada uno de los componentes, manejando cantidades muy pequeñas, y después mezclarlos en un vaso giratorio movido mecánicamente.

En ciertos casos, cuando la proporción de componentes oxidantes es ya excesiva, la adición de carbón a una composición puede aún aumentar su luminosidad porque aumenta la temperatura de combustión, pero hay que tener en cuenta que el carbón produce una coloración rojiza y que a veces alterará el color de la llama.

Un medio extremo para conseguir mayor luminosidad de una mezcla pirotécnica por el aumento de su temperatura de combustión, está en el empleo del perclorato potásico en pequeños tantos por ciento, en lugar del clorato y del salitre, pero es poco empleado por su elevado precio.

Conservación de las composiciones pirotécnicas.— El peor peligro en la conservación de las composiciones es la humedad.

Por razones de economía el fabricante de piezas pirotécnicas debe, en general, preparar las composiciones en cantidades considerables y tomar de éstas según las necesidades de la carga (1).

Muchas clases de composiciones contienen sustancias higroscópicas y por ello, expuestas al aire, absorben de éste el agua y se convierten en inservibles para la carga. Téngase presente que siempre que una composición baya absorbido humedad y se presente aglomerada es peligroso desecarla y pulverizarla de nuevo; así, pues, toda mezcla que se presente deteriorada en conjunto es mejor destruirla que intentar utilizarla.

Por ello debe ponerse el mayor cuidado en conservar las composiciones perfectamente secas. Para este fin sirven bien grandes recipientes de cristal cerrados con buenos tapones de corcho y éstos a su vez recubiertos con una cofia de goma o de pergamino.

Para la conservación de grandes cantidades son utilizables cajas de madera revestidas interior y exteriormente con papel barnizado o parafinado y que después de ajustar la tapa deberán cerrarse las rendijas con tiras de papel impermeable.

(1) No se quiere decir con esto que pueda convenir mezclar de una vez grandes cantidades de composiciones. Estas podrán ser mezcladas mediante operaciones sucesivas.

## CAPÍTULO V

### Fuegos de guarnición

Los fuegos de guarnición son los fuegos pequeños que están en el interior de otros mayores. Son los siguientes: las estrellas, la lluvia de fuego, los buscapiés o culebrillas, etc.

#### A) ESTRELLAS

Se mezcla la composición, hecha según las fórmulas que se dan a continuación, con clara de huevo, formando una pasta muy espesa. Es un mal sistema hacer las estrellas con clorato potásico y agua en la que se haya diluido goma arábiga; las estrellas hechas de este modo pueden inflamarse de un modo espontáneo. Sólo las blancas o coloreadas hechas con salitre se pueden amasar con el agua de goma (de 16 a 18 gr. de goma por litro de agua). Esta masa o pasta se extiende sobre una losa de mármol, de modo que tenga la altura de un dedo

meñique, y se corta con un cuchillo, primero en sentido longitudinal y después transversal, formando así muchos cubos pequeños que se redondean sobre una mesa cubierta con pólvora fina, se dejan secar después al sol removiéndolos con frecuencia y se cuidará de no emplearlos hasta que estén completamente secos.

Las estrellas para candelas romanas han de ser cilíndricas y tener un diámetro algo menor que el del cartucho de la candela romana, en el cual debe introducirse sin rozamiento. Esto se logra con un cilindro pequeño de estaño de calibre conveniente, que se aprieta contra la pasta de las estrellas y por medio de una baqueta que se introduce por el otro extremo del cilindro se empuja la estrella, haciéndola caer sobre la mesa espolvoreada con pólvora fina.

Las composiciones para las estrellas han de ser muy vivas, pues de otro modo no harían buen efecto y podrían separarse cuando fueran muy azotadas por el aire.

### Estrellas blancas

	1.ª	2.ª	3.ª	4.ª	5.ª
Nitro (salitre).....	16	16	16,5	16	12
Azufre.....	8	8	5	—	4
Polvorín.....	3	5	6	10	—
Antimonio.....	—	2	6	—	2
Limadura de cinc.....	—	—	—	6	—
Arsénico rojo (rejalgar)..	—	—	—	—	2

## Estrellas amarillas

Nitrato	sódico.....	12
Carbón..	.....	3
Azufre.	.....	4,5
Bicarbonato sódico.	.....	1
Sulfato de	estroncio.....	1

La primera es más viva que la segunda y da más luz, pero esta última es más amarilla. En la segunda en vez del sulfato puede ponerse el nitrato de estroncio, entrando de éste 0,6 ó 0,76, en vez de 1 que entraba del sulfato.

## Amarillo de oro

Clorato potásico.	.....	5
Bicarbonato	sódico.....	1
Goma laca.	.....	1

## Verde

		1.»	2.»
Clorato potásico.	.....	7	7
Goma laca	.....	3	3,5
Nitrato de bario.	.....	10	12
Negro de humo.	.....	—	0,33

## Otro verde

		3.»	4.a
Clorato de bario.	.....	5	3
Nitrato de bario.	.....	2	—
Calomelanos.	.....	1	1
Goma laca.	.....	1	0,5

## Azul

Clorato potásico.	.....	5
Sulfato amoniacoal de cobre.	.....	1
Goma laca.	.....	1

## Rosa

Clorato potásico. . . . .	8
Laca . . . . .	3
Carbonato de estroncio. . . . .	3

## Rojo

Clorato potásico. . . . .	12
Pez griega . . . . .	2,5
Nitrato de estroncio. . . . .	12
Negro de humo. . . . .	2
Caña quemada (carbón). . . . .	2

Aumentando la cantidad de negro de humo en  $1/3$  se consigue mejor efecto.

## Violeta

Clorato potásico. . . . .	12
Clorato de estroncio. . . . .	3
Carbonato de cobre. . . . .	2
Goma laca . . . . .	1,5
Azufre. . . . .	2

## B) CULEBRILLAS

Las culebrillas son fuentes pequeñas cargadas con la misma composición y del mismo modo que éstas, como a continuación se indica.

Ordinariamente se hacen con naipes usados arrollados sobre una baqueta o varilla de 7 mm. de diámetro y de unos 8 cm. de longitud.

Las culebrillas pueden ser sencillas, rastreas o giratorias.

Las sencillas (fig. 3) son en un todo semejantes a las fuentes, con la única diferencia de que

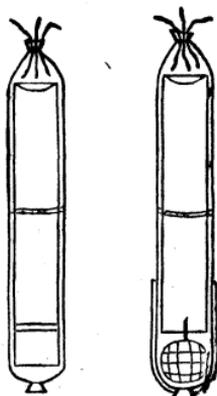


Fig. 3

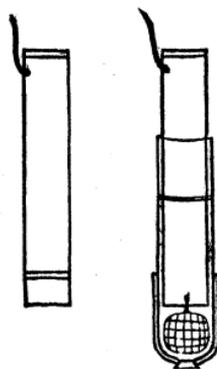


Fig. 4

el calibre de las culebrillas es menor, no debiendo ser inferior a 1 cm. y con longitud de 6.

#### *Composición*

Pólvora.....	16
Carbón duro.....	3

o solamente pólvora.

Las rastreras (fig. 4) son fuentes que tienen tapado uno de sus extremos con arcilla bien batida; por un lado se hace un agujero, se mete la mecha y después se carga. A continuación se adapta la mecha sobre la fuente y se pega poniendo un poco de pasta de pólvora húmeda en el agujero. El calibre no debe ser menor de 1 cm. y la longitud de 6.

*Composición*

Pólvora . . . . .	16
Limadura de acero . . . . .	3

Tanto las primeras como las segundas, si no tienen la bomba por detrás deben estar obturadas con una ligera capa de arcilla, para que en la explosión de la granada (generalmente las culebrillas van dentro de las granadas), no se produzcan por la parte opuesta.

Las culebrillas sencillas con bomba se envuelven en una tira de papel que sobresalga 4 cm. por la parte de la bomba, y 2 por la de la mecha; esta tira de papel se pega en el centro y se amarra por la parte de la bomba. Después se toman dos o tres estopas pequeñas, se colocan sobre la boca de la culebrilla, y se aprieta y se amarra el papel. Finalmente, se encola en la parte del petardo otra tirita de papel. La ligadura del centro tiene por objeto que las mezclas no pasen el fuego a la bomba de abajo, y la última tira encolada sirve para resguardar la bomba de la explosión de la granada. Cuando los cartuchos sean grandes, en vez del petardo se pueden poner dos o tres estrellas coloreadas, o también las estrellas en el cartucho y la bomba por fuera.

Las sencillas, tapadas con arcilla, se encartuchan lo mismo para tener sujetas las

pequeñas mechas en la boca de la culebrilla.

Las saltadoras con petardo se envuelven sólo por la parte inferior, se amarran y se engrudan como se ha indicado. Las que no tienen petardo no se encartuchan.

Las culebrillas giratorias tienen dos bocas laterales y opuestas. Se toma una fuente cerrada por un lado con arcilla batida,



Fig. 5

se hace el agujero y se pone una mecha larga; después se carga, se hace otra boca opuesta a la primera, se mete la mecha y se tapa con arcilla. Finalmente se unen las dos mechas y se amarran sin envolverlas en papel. Deben tener un diámetro interior de 2 cm. por lo menos y una longitud de 8.

Las fuentes para esta clase de culebrillas han de estar completamente cubiertas de hilo embreado, esto es, sin que haya ningún vacío o espacio entre los hilos (figura 5).

#### *Composición*

Pólvora . . . . .	16
Limadura de acero . . . . .	3

#### C) PALOMAS

Son fuentes de 6 a 8 cm. de longitud por 2 ó 2,5 de calibre. Para prepararlas se toma una

fuelle, se tapa por un extremo con arcilla bien batida, se hacen tres bocas y se colocan las mechas. Después se

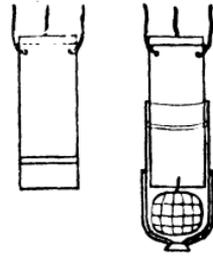


Fig. 6

Después se carga y se tapa con arcilla. Si se quiere poner el petardo se envuelve la parte inferior en una tira de papel, que se amarra por la parte del petardo y se sujeta al centro de la fuente.

Las mechas salen de la parte superior, reuniéndose después (fig. 6).

#### Composición

Polvorín.....	16
Pólvora en grano.....	3
Limadura de hierro.....	3

#### D) GIRÁNDULAS

Son culebrillas giratorias (fig. 7) que tienen en cada extremo una *bengala* pequeña. Se hace la culebrilla giratoria sin las bocas y se fijan a los dos extremos las dos bengalas con un alambre delgado de hierro que, rodeando la fuente a lo largo, sostiene el fondo de la bengala. Después se pegan con una tira de papel los dos fondos a la culebrilla y se hacen las dos bocas. Finalmente se ponen las mechas de modo que se enciendan a la vez.



Fig. 7

## E) LUCES CON BOMBA

Las luces con bomba se llaman también estrellas con bomba. Se toma un petardo y se pega a su alrededor un papel, para asegurar los hilos que no deben arder.

Con un punzón se hace la boca y se pone una mecha muy corta; sobre ésta se coloca la pasta de pólvora. Después se cubre la bomba del mismo modo en su totalidad con pasta de estrellas.

Cuando la bomba sea grande se le arrollan dos hilos de algodón impregnados de la composición para estrellas y se termina cargando la composición.

## F) LLUVIA DE FUEGO

La lluvia de fuego se obtiene con fuentes pequeñas cerradas del todo por un lado, mientras que por el otro, que está abierto, sale el chorro de fuego en gran abundancia.

Estos cartuchitos encendidos caen en el aire lentamente, dejando detrás otras tantas rachas o ráfagas de fuego: de ahí viene el nombre de *lluvia de fuego*. Generalmente salen de las granadas.

Para hacerlos se toma una fuente que puede tener también el hilo impregnado arrollado en

espiral, ya que la composición no se ha de agitar mucho, y se cierra un extremo con arcilla batida. Se carga siempre de modo que falten 2 cm. para los bordes, y en este espacio se colocan las mechas, de 4 cm. de longitud, se aprietan un poco y se unen.

Las fuentes han de tener una longitud de 6 cm. y un calibre de 1 ó 2.

#### G) LLUVIA CON BENGALAS

Cargada la fuente como en el caso anterior, pero hasta los bordes, se toma una tira de papel de 4 cm. de ancho y se arrolla por la parte cerrada de la fuente para hacer el cartucho de la bengala y se sujeta bien. Después se carga la bengala, comprimiendo la composición. Sobre ésta se coloca siempre el *fulminante* (composición blanca con mucha pólvora) un poco humedecido. Sobre el fulminante se pone la pasta de pólvora, como de ordinario. El fulminante es necesario, pues de otro modo la bengala puede apagarse poniendo sólo la pasta de pólvora. Para librar la bengala de la explosión de la bomba, se pega a su alrededor una tira de papel más ancha que la bengala, de modo que ésta quedará así más unida a la fuente. Después se toma una mecha y se arrolla a lo largo para poder encender la bengala y la fuente, y se amarra.

Finalmente, con la pasta de pólvora se adhiere la mecha a los dos extremos (fig. 8).

En vez de las fuentes puede hacerse uso de cartuchos abiertos por ambos lados. Estos se cargan sobre una horma, que consiste en un cuerpo cilindrico pequeño, que entrando en el cartucho, forma el espacio destinado a la bengala. Por el otro extremo se carga con composición de lluvia, después se saca de la horma y en el espacio vacío se pone la composición para la bengala.

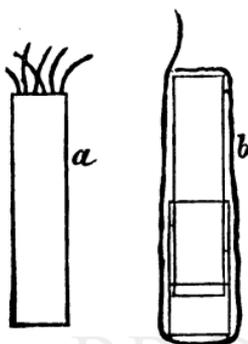


Fig. 8

Este procedimiento es preferible, no sólo por ser más sencillo, sino porque reuniendo cierta cantidad de estos cartuchos se tiene una horma cilíndrica.

#### Composiciones

	1. <sup>a</sup>	
Pólvora	.....	.16
Carbón duro	.....	.3
	2. <sup>a</sup>	
Pólvora	.....	.16
Nitro	.....	.1
Carbón duro	.....	.3
	3. <sup>a</sup>	
Pólvora	.....	.16
Limadura de acero muy fina	.....	.3

La primera es para calibre de 1 cm., y para 2 cm. las restantes.

### H) ESTRELLAS CON CULEBRILLAS

Se hacen las culebrillas como de ordinario y se pone también el polvorín, apretándolo con el hierro como se dirá para las fuentes. Después, sobre la boca de la culebrilla se hace el cartucho para la bengala, que se carga con composición viva para estrellas; se pone el fulminante y la consabida pasta de pólvora. Por último, se colocan las mechas como en las culebrillas. Al arder, aparecen primero como estrellas y después se transforman en culebrillas (fig. 9).



Fig. 9

### I) LUCES DE VARIOS COLORES

Se toma un cartucho de bengala, de 4 a 6 cm. de largo, se coloca sobre un vástago cilíndrico pequeño, y se carga en capas de distintas composiciones para estrellas. Después se saca el cartucho de la horma y en el hueco que queda se pone el petardo, que se mantiene en su sitio mediante un disco de papel encolado. Por el otro lado se introduce la pasta de pólvora. Finalmente se encartuchan y se ponen las mechas como en las culebrillas. A falta de horma, se coloca el cartucho sobre un plano y se carga hasta cierta altura, para dejar el hueco reservado al petardo.

## CAPITULO VI

### Fuegos fijos

Se llaman fuegos *fijos* aquellos que, a diferencia de los llamados *aéreos*, están destinados a arder en un sitio, y que, si bien sujetos a relativo movimiento, van ligados a una armadura que ha de participar del movimiento.

#### A) FUENTES

Las *fuentes*, llamadas también *surtidores*, se hacían en otro tiempo cargando las composiciones en trozos de caña común (*Arundo donax*), preparados arrollando alrededor del espacio entre dos nudos cuerda embreada y cortando por debajo de ellos (fig. 10). Hoy, para estas piezas, que son de las más importantes empleadas en pirotecnia, se recurre exclusivamente a los cartuchos en forma de tubo, hechos con buen papel encolado, adoptando así para cada aplicación las dimensiones justas y los espesores

de pared que la experiencia ha demostrado como más convenientes.

La longitud de las fuentes está proporcionada a su calibre; ordinariamente es de seis a ocho diámetros interiores.

Antes de cargar el cartucho se estrangula el fondo con una cuerda, dejando únicamente el agujero para el paso de la mecha, que después se tapa con un pegote de barro o de papel machacado y se comprime.

Las fuentes se cargan con embudo y baqueta algo más larga que el cartucho, empleando un mazo de madera para comprimir la composición. Las dimensiones del mazo deben ser adecuadas al tamaño de la fuente; es buena regla no dar nunca golpes oblicuos.

Al efectuar la carga de las fuentes es importante cuidar de que la composición resulte uniforme en toda la longitud. Por ello la composición se vierte y se comprime en varias veces. Una fuente de 6 cm. se cargará en tres o cuatro veces, una de 8 cm. en cuatro o cinco. Cada porción debe ser comprimida con catorce o quince mazazos.

La carga de las fuentes requiere mucha práctica; la regularidad de su combustión, la seguridad contra golpes desastrosos, el chorro

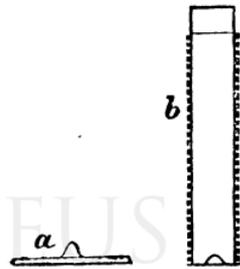


Fig. 10

característico de chispas, el movimiento comunicado a las piezas giratorias, dependen, además de la constitución de la mezcla, de su justa y uniforme compresión. Por ello se fija el número de cargas y mazazos, y también las dimensiones del mazo según el tamaño de la fuente.

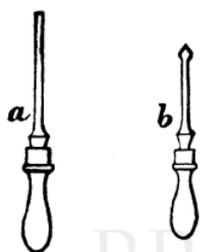


Fig. 11

Cargada la fuente hay que practicar el agujero para alojamiento de la mecha y salida del chorro de chispas. Para esta operación se emplean hierros, llamados comúnmente *gubias* (fig. 11, *a*), mediante los cuales se agujerea el tapón de arcilla o de papel que se había colocado en el gollete del cartucho antes de iniciar la carga.

La gubia se debe sacar en cuanto haya tocado la pólvora. La boca ha de ser proporcionada al calibre de la fuente, más bien ancha que estrecha, pues si es demasiado estrecha, la fuente puede estallar con gran detonación, mientras que si es ancha, hará un ruido menos fuerte. De aquí la necesidad de tener gubias de varios tamaños.

En la boca se pone pólvora fina; después con un hierro que termina en cabeza de clavo (figura 11, *b*), se aprieta hasta que quede bien sujeta la pólvora comprimida. De estos hierros bastan tres para las tres dimensiones de las fuentes, pequeñas, medianas y grandes.

De la boca sale con violencia un largo chorro de fuego, y la violencia es tal, que si la fuente está colocada sobre un eje móvil, hace girar este eje tanto más rápidamente cuanto más viva sea la composición. Por ello se adoptan composiciones vivas para las fuentes giratorias, mientras que las composiciones lentas se utilizan para las fuentes fijas, o sea, que amarradas a su sostén, no se mueven.

Por la misma razón del movimiento, a las fuentes giratorias se les hace la boca más pequeña que a las fijas. La boca de las primeras tendrá de anchura  $1/4$ , aproximadamente, del diámetro interior de la fuente; mientras que la boca de las segundas está comprendida entre  $1/4$  y  $1/3$ .

Las mechas de las fuentes se colocan de modos diversos, según que se trate de *fuentes de recreo*, para *rueda* o de *jardín*.

Las *fuentes de recreo* son aquellas que, fijas verticalmente, se van encendiendo una tras otra. Las de *rueda* son fuentes que se ponen alrededor de algunas ruedas para hacerlas girar. Las llamadas de *jardín* se inflaman todas a la vez y están fijas verticalmente. A las *fuentes de recreo* (figura 12) se les pone la mecha del modo siguiente. Se toma una mecha bastante larga, envuelta en papel y descubierta por sus extremos, y se aprieta uno de ellos contra el polvorín por

medio del hierro con cabeza de clavo, envolviendo el extremo de la fuente con un poco de papel, que se estrangula y se amarra. En la parte inferior de la fuente se pone otra tira de papel, que sirve para sujetar otra mecha que se aprieta contra el polvorín, del mismo modo que la primera. De esta manera, cuando se apaga una fuente se enciende la que sigue.

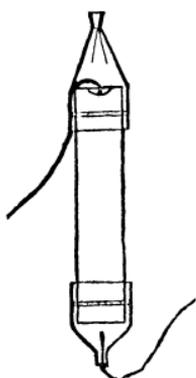


Fig. 12

Las *fuentes para rueda* (fig. 13) se envuelven en una tira de papel más larga que la fuente, sobresaliendo 4 cm. por cada lado; se amarran en el medio de cada fuente, y éstas se ponen unas a continuación de otras, unidas por las mechas.

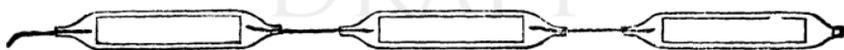


Fig. 13

A las *fuentes de jardín* (fig. 14) se les ponen las mechas como sigue: Se envuelve cada fuente en una tira de papel, que sobresalga 4 cm. por ambos extremos, y por la parte de abajo se estrangula el papel y se amarra. Después se coloca a cada fuente un par de mechas, una llega hasta la carga y la otra (mecha de propagación) se liga a la anterior sobre la boca de la fuente.

Finalmente, se empalma la mecha de propa-

gación de una fuente con la de encendido de la fuente siguiente.

En los fuegos artificiales, estas fuentes son seis, dos de ellas en la parte de abajo tienen las mechas dispuestas como en las fuentes de recreo, para comunicar el fuego a las piezas que estén por encima.

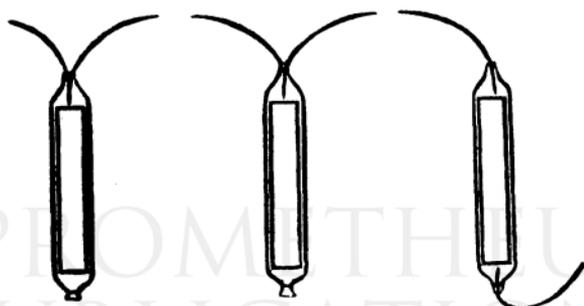


Fig. 14

Las fuentes con limaduras, antes de cargarías se preparan con una primera carga de pólvora y carbón, para que al hacer la boca a la fuente el hierro no roce con las limaduras.

Fuentes con agujas. — Son fuentes de gran calibre (como mínimo, de ordinario, 2 cm.), y la boca debe ser más ancha que para las otras fuentes (una tercera parte, aproximadamente, del diámetro interior). La pólvora ha de ser muy buena; la de grano sirve para hacer *saltar* las agujas, y los granos deben ser proporcionados al calibre de la fuente. Hay que tener cuidado de no olvidar la primera carga de pólvora y de carbón ya indicada anteriormente.

Fuentes de fuego chinesco. — Tienen la boca ancha como la de las fuentes con agujas.

Fuentes de gran calibre. — Las fuentes muy grandes se hacen de cartón (fig. 15). Se toma



Fig. 15

un cilindro de madera, y sobre éste se arrolla el cartón, encolándolo con engrudo de harina. Para que puedan usarse estas fuentes un par de veces, las primeras vueltas se hacen con cartón incombustible. Después, con bramante embreado de dos o tres cabos, se hace una faja en los dos extremos, y pasa arrollado en espiral por el medio de la fuente, pero de modo que no estén muy separadas las vueltas sucesivas. Se saca la horma o molde, se echa arcilla en el cilindro, comprimiéndola con la baqueta y el martillo hasta que tenga 2 cm. de altura, aproximadamente. Una vez cargado el cilindro, si no ha de comunicar el fuego a ningún otro, se coloca de nuevo arcilla y se comprime. Para estas fuentes de gran calibre es más cómodo usar la baqueta de cargar, de madera dura, y el martillo de hierro.

Estas fuentes, o sirven para dar movimiento a ejes giratorios, en cuyo caso se cargan con las mismas composiciones que las de menor calibre, o están fijas en soportes, y entonces se cargan con composiciones brillantes.

A causa de su calibre se emplean composiciones más lentas y que dan un fuego más rico en chispas.

*Composiciones*

**Fuego ordinario**

	1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>
Pólvora . . . . .	100	16
Carbón duro . . . . .	—	3

**Fuego brillante**

	3. <sup>a</sup>	4. <sup>a</sup>
Pólvora . . . . .	16	16
Limadura de hierro . . . . .	2	—
Limadura de acero . . . . .	—	3

	5. <sup>a</sup>	6. <sup>a</sup>	7. <sup>a</sup>	8. <sup>a</sup>	9. <sup>a</sup>
Pólvora . . . . .	16	16	16	18	16
Agujas . . . . .	4	3	—	—	—
Nitro . . . . .	—	1	1	2	4
Acero . . . . .	—	—	3	5	3,33
Azufre . . . . .	—	—	1	1	2

**Fuego chinesco**

	10. <sup>a</sup>	11. <sup>a</sup>	12. <sup>a</sup>
Pólvora . . . . .	16	16	16
Fundición . . . . .	3	3	2
Nitro . . . . .	—	1	2
Carbón ligero . . . . .	—	—	1
Azufre . . . . .	—	—	1

*Composiciones para fícenles de gran calibre*

**Fuego ordinario**

	13. <sup>a</sup>	14. <sup>a</sup>	15. <sup>a</sup>	16. <sup>a</sup>
Pólvora . . . . .	16	6	20	32
Nitro . . . . .	1	8	6	6
Azufre . . . . .	1	2	6	6
Acero . . . . .	5	3,5	6,5	11

**Fuego brillante**

	17 <sup>a</sup>	18. <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>
Pólvora fina.....	16	15	14
Pólvora en grano.....	2	2,5	2
Nitro.....	1,5	6	10
Azufre.....	—	6	8
Agujas.....	5	6,5	9
Carbón ligero.....	—	—	4

**Fuego chinesco**

	20 <sup>a</sup>	21. <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	23 <sup>a</sup>
Pólvora.....	16	16	16	16
Nitro.....	12	2	16	8
Azufre.....	8	2	8	4
Carbón ligero.....	4	2	—	—
Limaduras de fundición.....	10	16	12	6

**B) BOMBAS O TRABUCAS**

Para hacer los cartuchos se toman hormas de varias dimensiones. La horma (fig. 16, *a*) puede ser cilíndrica o cúbica, siendo más fácil en la práctica la cúbica. En el centro de la parte superior de una u otra horma se hace una boca para recibir el punzón, como se indicará a continuación.

Las trabucas se hacen con pólvora sencilla o con composiciones fulminantes.

Con pólvora, — Se toma una tira de papel de escribir o semejante, de una anchura igual a tres veces el calibre de la horma, y se envuelve de modo que quede un diámetro de papel fuera de la horma para cerrar el cartucho. Se toma

una tira de cartulina de anchura de un diámetro y se envuelve alrededor en medio de la primera tira para hacer más gruesas las paredes de la trabuca. Después se arrolla otra tira de papel de anchura de tres diámetros, como la primera. Se dobla todo el papel que sobresale de la horma sobre la horma misma, y se golpea ésta por la parte opuesta para que se adapte bien el papel. Se abre una boca con un punzón (*b*) y se saca el cartucho de la horma. Se hace pasar por la boca una mecha no muy delgada y se llena el cartucho de pólvora en grano por un extremo; se adapta todo el papel que sobresale a la pólvora, comprimiendo poco a poco. Una vez hecho esto, se envuelve con bramante embreado muy apretado y con vueltas muy próximas entre sí.

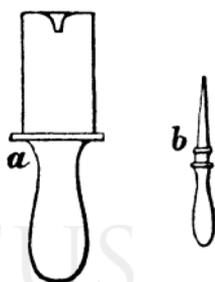


Fig. 16

Algunos pirotécnicos sumergen estas trabucas en un baño de pez griega muy caliente y después hacen la boca para ponerles la mecha; pero esto es muy peligroso. Para obtener una explosión muy fuerte, basta con amarrar bien la trabuca.

Con composición fulminante. — Son las más usadas, porque la explosión es más pronta y más fuerte. Esto proviene de que la composición fulminante tiene mucha más fuerza que la pólvora; en efecto, el cartucho de la trabuca

desaparece del todo, mientras que en las cargadas con pólvora siempre queda casi intacto.

El cartucho para la composición fulminante debe hacerse con más cuidado; en el interior, la primera tira es de papel flexible (satinado) para que la composición no tenga tanto rozamiento, especialmente al cerrar el cartucho, que es cuando ha de procederse con más prudencia. El bramante se hace más sólido agregando otras tiras de papel ordinario. El bramante se pone más separado que en las de pólvora.

En las trabucas de pólvora como en las de composición fulminante, en que la mecha entra muy cerca de la boca, se pone un poco de pasta de pólvora para impedir que la mecha pueda salirse.

Hecha la trabuca, se envuelve en una tira de papel y se estrangula por la parte inferior; por el otro lado se pone la mecha, que sale muy poco del cartucho; se junta el papel de alrededor y se superpone un cuello en el que va la mecha que debe comunicar con otros fuegos. Si ha de encenderse por sí sola, en vez de la primera mecha se pondrá una fuente pequeña.

En pirotecnia se usan varias composiciones fulminantes; las más corrientes son:

1.<sup>a</sup>

Clorato potásico . . . . .	4
Azufre . . . . .	1
Carbón ligero . . . . .	1

2.<sup>a</sup>

Clorato potásico. . . . .	12
Antimonio. . . . .	12

La segunda es aún más pronta que la primera. Tanto una como otra han de manejarse con muchísimo cuidado, pues por su gran inflamabilidad basta un pequeño roce para hacerlas estallar instantáneamente. Pesados los diversos ingredientes, se mezclan con precaución, evitando cualquier rozamiento, y se pasa la composición por un tamiz.

Nuevas trabucas fulminantes. — Como curiosidad daremos a conocer algunas trabucas hechas de modo que arrojadas al suelo con fuerza, producen una gran explosión.

Se hacen con un cartucho no muy fuerte, relleno de fulminante y piedrecitas pesadas, envolviéndolo después con un poco de bramante. Es inútil decir que son muy peligrosas, pues al estallar, las piedras son lanzadas lejos y pueden ocasionar muchos daños.

## C) TRACAS

Se hacen ordinariamente con papel de impresión. Se toma una hoja de papel, se abre y se divide a lo largo en dos partes, cada una de las cuales sirve para una traca. Esta tira de papel se dobla por la mitad a lo largo, y en la doblez

se pone pólvora fina, pero no del todo pulverizada, para tener mayor explosión. Se coloca la mecha en un lado o en los dos, y se dobla sucesivamente sobre sí misma, cuidando de no mover mucho la pólvora, porque en caso contrario, la traca, al estallar, se desmenuza. Después se dobla en ziszás (fig. 17). Se hace una ligadura a lo largo y con otro bramante se refuerza en ziszás por entre las dobleces de la traca.

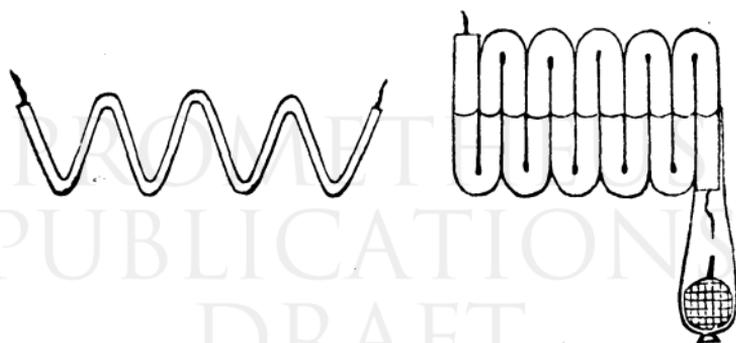


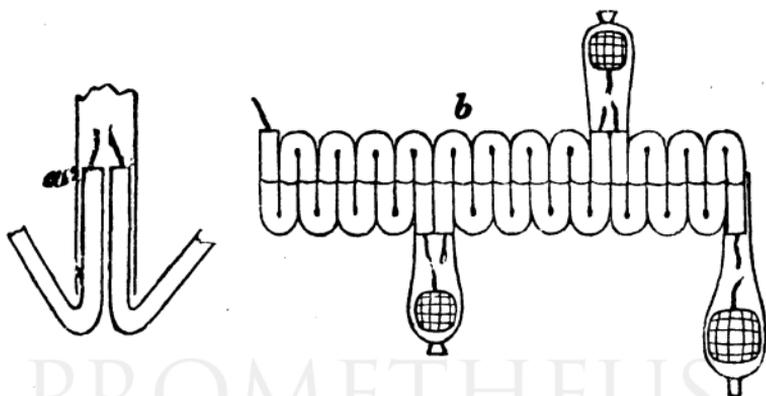
Fig. 17

Si se quiere poner un petardo, entonces la traca debe tener una mecha en cada lado, y antes de ligarla con el bramante se envuelve el petardo en una tira de papel y se amarra al extremo de la traca: después puede ligarse ésta (fig. 17).

Si se quiere preparar una traca larga, se hacen varias como ya se ha dicho, con dos mechas; después se unen, antes de amarrarlas, del siguiente modo. Se toman dos extremos provistos de mechas y se envuelven en una tira de papel que se dobla por un lado, quedando así hecha la liga-

dura (fig. 18, a); después se amarra con el bramante la traca que así resulta.

Para tener una traca con varios petardos basta introducir en el cartucho del petardo los



extremos de dos tracas, ligándolos bien. Los petardos van colocados unos por un lado y otros por el opuesto (fig. 18 b).

#### D) BENGALAS O LANZAS

Son cartuchos cilindricos largos, cargados con diversos colores y que se utilizan en las iluminaciones que representan templos, casas, etc., o en otros fuegos, y son de muy grueso calibre. Los primeros se llaman también lanzas o luces.

Cartucho. — El cartucho se hace siempre de papel de escribir o muy parecido. Se toma una tira de papel tan larga como la bengala y se envuelve alrededor de la baqueta, que puede ser la misma baqueta de hierro que sirve para car-

gar, con tal que antes se haya forrado con una tira de papel, para que el conjunto resulte más grueso. Si el calibre es de 1 cm., bastan dos vueltas de papel, y la *luz* se llama *sencilla*; si el calibre es de 2 cm., se necesitan tres o cuatro vueltas de papel, y la *luz* se llama *doble*. Arrollada la tira de papel y bien apretada, se encola el borde y se cierra el cartucho por un extremo. Cuando todo está muy seco, se echa arcilla en el fondo y se aprieta bien con la baqueta. Sobre la arcilla se coloca la composición y por último la pasta de pólvora.

Lanzas o luces. — Las lanzas sirven, como hemos dicho, para iluminar las figuras de templos, castillos, escudos, etc.

Aquí indicaremos solamente cómo se cargan las lanzas, porque todo lo concerniente a iluminaciones, disposición de las lanzas y elección de colores, se trata por extenso en el capítulo IX.

Las lanzas, a causa de la poca resistencia de los cartuchos, se cargan con un embudo pequeño (figura 19), para lo cual se mete el canuto del embudo en la boca de la lanza, se introduce la baqueta de metal y se echa la composición; subiendo y bajando sucesivamente la baqueta, la lanza se carga. Por último se coloca la carga de encendido un poco húmeda y se aprieta con el hierro de cabeza de clavo ya descrito para las fuentes; se termina poniendo la pasta de pólvora.

Para obtener el efecto de que muchas lanzas cambien simultáneamente de color, el mejor método es el de medir con la baqueta la altura de las composiciones, haciendo una señal sobre la baqueta, por ejemplo, con una lima. Cuando al cargar se ve la señal cerca de la boca de la lanza, se suspende la operación. De este modo, siendo todas las lanzas de la misma altura, quedarán cargadas a la misma altura de una composición determinada, debiendo hacerlo con diferentes presiones para no cambiar de color instantáneamente. Para mayor comodidad, se echa en el embudo una cantidad de composición ya medida anteriormente.

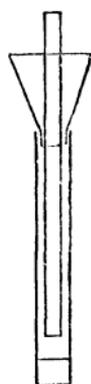


Fig. 19

Bengalas. — Las bengalas propiamente dichas tienen el cartucho de 2 cm. de diámetro como mínimo. También las bengalas se cargan con baqueta de metal. La composición se toma con el mismo cartucho y se aprieta con la baqueta; hay que cuidar de que cerca del orificio del tubo esté el papel bien apretado, sin roturas ni agujeros, por los cuales podría entrar parte de la composición y al arder la bengala ardería también la composición colocada debajo.

Las composiciones para las lanzas no son siempre las mismas que para las bengalas, pues la misma composición puesta en un canuto estrecho o en uno ancho, produce efectos diferentes.

Esto proviene de que el chorro de fuego, al aumentar el calibre, adquiere mayor fuerza. De aquí que las composiciones para lanzas han de ser mucho más vivas que para bengalas. Además hay ciertas composiciones que por dejar abundantes residuos no pueden utilizarse para las lanzas, pues se obstruiría el orificio del tubo y la llama saldría corta, desigual y sin brillo.

**Orden en que se colocan los colores en el cartucho.** — Las composiciones coloreadas se ponen en el cartucho en este orden: primero el blanco, luego el verde y después el rojo. Antes del verde puede ponerse el violeta, el azul o el amarillo.

Ejemplos:

Blanco	Blanco	Blanco
Violeta	Azul	Amarillo
Verde	Verde	Verde
Rojo	Rojo	Rojo
Blanco	Blanco	Blanco

El verde no debe nunca estar junto al blanco ni debe ir después del rojo, pues si se enciende primero el rojo y después el verde, parecerá éste muy pálido.

#### *Lanzas de decoraciones*

##### **Blanco**

Nitro. . . . .	33
Azufre. . . . .	11
Pólvora. . . . .	2
Antimonio. . . . .	5

**Amarillo**

1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>
Clorato potásico. . . . . 4	Nitrato sódico. . . . . 12
Azufre. . . . . 2	Azufre. . . . . 5
Bicarbonato sódico . . . . 1	Carbón. . . . . 2
Nitrato de estroncio.. 0,5	

**Verde**

Clorato de bario. . . . . 3
Goma laca. . . . . 3,33
Nitrato de bario. . . . . 4
Negro de humo. . . . . 0,33

**Azul**

1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>
Clorato potásico. . . . . 8	Clorato potásico. . . . . 5
Azufre. . . . . 3	Oxicloruro de cobre. . . . 2
Sulfato amoniacal de co- bre cuatribásico. . . . . 2	Goma laca. . . . . 1

Para lanzas y bengalas de color azul conviene sustituir el cartucho de papel por una envuelta de papel de estaño porque el carbón del papel al arder altera el color de la llama de cualquier composición azul.

**Rojo**

Clorato potásico. . . . . 6
Azufre. . . . . 2,5
Nitrato de estroncio. . . . . 9
Negro de humo. . . . . 0,33
Goma laca. . . . . 2

**Violeta**

Clorato potásico . . . . .	10
Goma laca . . . . .	3,5
Yeso de dorador . . . . .	2
Verde purificado . . . . .	0,5
Calomelanos . . . . .	0,5

*Bengalas***Blanco**

1.*		2.»	
Nitro. . . . .	33	Nitro. . . . .	12
Azufre . . . . .	11	Azufre. . . . .	4
Pólvora . . . . .	2	Rejalgar. . . . .	1
Antimonio . . . . .	4		

**Amarillo**

La misma que para las lanzas.

**Azul**

La misma que para las lanzas, o la siguiente:

Clorato de cobre . . . . .	4
Goma laca . . . . .	1

**Rojo**

1. <sup>a</sup>		2. <sup>a</sup>	
Clorato potásico. . . . .	6	Clorato potásico. . . . .	3
Nitrato de estroncio..	12	Carbonato de estron-	
Goma laca . . . . .	4,5	cio. . . . .	3
Negro de humo. . . . .	0,5	Goma laca . . . . .	1

**Verde**

Clorato de bario. . . . .	13
Azúcar de leche (lactosa). . . . .	3
Goma laca . . . . .	1

Se puede también usar la indicada para las lanzas.

**Violeta**

La misma que para las lanzas.

## E) LLAMAS

Las llamas son bengalas muy gruesas que se colocan ordinariamente en la parte inferior del fuego, y que encendiéndose al mismo tiempo dan un gran resplandor (fig. 20).

El cartucho se hace del modo siguiente. Se toma una tira de papel, sobre ésta se encola una tira de cartulina de la misma longitud, pero un diámetro más estrecha que la llama. Sobre la cartulina se encola una tira de papel que llega a dar una vuelta alrededor de la horma. Se coloca todo sobre la horma y se encola. Después se dobla sobre la horma el extremo en que está el papel solo y se saca el cartucho de la horma. Antes de emplearlo se pone un fondo de arcilla y se comprime con la horma, echando después la composición.



Fig. 20

La composición se comprime en la llama con baqueta cilíndrica de madera, dando ligeros golpes con un martillo poco pesado (cuidando mucho de no golpear violentamente las composiciones coloreadas, porque podría sobrevenir una explosión). Se acaba de cargar con la composición blanca. Sobre el blanco se esparce un poco de pólvora fina y con un papel se tapa la boca de la llama y se liga con el bramante.

Para poner la mecha se hace una boca por la parte del papel, se introduce la mecha y se dobla hacia arriba. Finalmente con otro papel se envuelve este extremo de la llama y se coloca una mecha como en las bengalas. Las llamas se hacen ordinariamente de 20 cm. de longitud.

*Composiciones*

**Blanco**

Nitro. . . . .	33
Azufre. . . . .	8
<b>Pólvora.</b> . . . .	1,5
Antimonio. . . . .	5

**Azul, amarillo y violeta**

Las mismas que para las lanzas.

**Rojo**

Clorato potásico. . . . .	8
Azufre. . . . .	6
Nitrato de estroncio. . . . .	18
Negro de humo. . . . .	0,26

**Verde**

Las mismas que para las bengalas.

**F) CANDELAS ROMANAS**

Son cartuchos largos y fuertes cargados de una composición viva, interrumpida de trecho en trecho por una estrella que se apoya en una pequeña carga de pólvora (fig. 21).

Los cartuchos se hacen con cartulina fuerte en una horma cilindrica, que tiene de 1 a 2 centímetros de diámetro y de 30 a 40 de largo. Se toma una baqueta del calibre que se desee, pero no muy fina, y se hace el cartucho con engrudo. El cartucho ha de tener una longitud de dieciséis a dieciocho veces más grande que el diámetro interior, con tres vueltas de cartulina si es de pequeño calibre y con seis si es de calibre grande. Se cierra por un extremo y se refuerza el fondo con un poco de arcilla batida.



Fig. 21

Se empieza a cargar poniendo una carga de pólvora en grano y después una estrella que se comprime ligeramente con la baqueta. Las estrellas han de ser cilindricas y bien calibradas, debiendo introducirse con mucha facilidad en el cartucho. Si una estrella no entra fácilmente, es mejor sacarla que hacerla entrar a la fuerza, pues se corre el peligro de que se inflame la estrella y por consiguiente la composición inferior.

Sobre la estrella se echa la composición, que se comprime con precaución para que no se inflame la estrella que está debajo. Después se pone una nueva carga de pólvora en grano, una estrella y de nuevo la composición; así se sigue hasta que el tubo esté cargado por completo, terminando con la composición, que debe llegar

a unos 4 cm. por debajo del orificio del tubo. Por último se pone un poco de pasta de pólvora.

La confección de las candelas romanas requiere un poco de práctica, pues sólo ella puede determinar la cantidad de pólvora en grano que se ha de poner debajo de cada estrella. Esta carga no es la misma en toda la longitud del cartucho: es máxima junto al orificio, y a medida que se acerca al fondo se va disminuyendo. Esto se hace porque el cartucho no arde a la vez que la composición, sino muy lentamente; debido a esto las primeras estrellas, que tienen una longitud muy limitada de tubo, requieren una carga mayor para su lanzamiento, mientras que las últimas, por tener mayor longitud de tubo no quemado, necesitan una carga menor, pues la longitud del tubo aumenta la fuerza de lanzamiento.

Se ha de cuidar también de que estas cargas no sean ni demasiado fuertes, porque lanzadas las estrellas con mucha fuerza se desharían en el aire, ni excesivamente flojas, porque las estrellas caerían al suelo apenas salidas del cartucho.

La composición entre cada dos estrellas no debe ser muy escasa, porque entonces podrían inflamarse dos estrellas consecutivas. Lo mismo sucede cuando la composición no está bastante comprimida. En general, la altura de la compo-

sición no debe ser nunca menor de tres diámetros interiores. Se procurará, por fin, que las estrellas estén bien polvoreadas antes de usarlas.

Mosaicos. — Son candelas romanas que lanzan globos de fuego que dejan tras sí una larga cola de chispas.

Los globos de fuego son estrellas hechas con la siguiente composición:

Pólvora . . . . .	32
Nitro. . . . .	8
Azufre. . . . .	1
Carbón duro. . . . .	6

Hecha la composición, se pasa por encima la bola de hierro, y se tamiza. Se humedece la composición con agua de goma y se machaca en un mortero. Después se hacen las estrellas como las demás, cuidando de comprimirlas bien.

*Composición para candelas romanas y mosaicos*

Calibre

	pequeño		grande		
Pólvora . . . . .	.16	16	16	4	—
Nitro. . . . .	—	1	4	18	13
Azufre. . . . .	—	—	1	6	5
Carbón. . . . .	.4	4	7	7	2

G) SURTIDORES

Son embudos de cartón que contienen una carga de pólvora en grano y algunas estrellas.

Sirven para adorno de los fuegos fijos (figura 22, *a*). Se hace un embudo no muy ancho

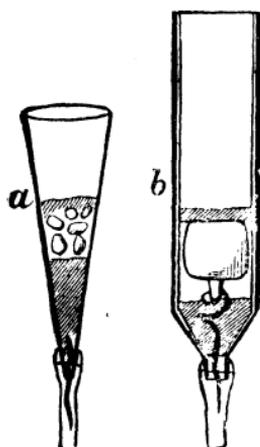


Fig. 22

de papel encolado, y se refuerza pegándole otro papel por encima. Se corta la base para redondearla y la punta para hacerle una boca pequeña. Por ésta pasa una mecha que va al interior del surtidor, después se echa una carga de pólvora en grano y tres o cuatro estrellas no muy grandes; sobre éstas se pone un poco de papel flexible y se comprime suavemente. Por último se tapa la boca con una redondela de papel encolado. De esta manera, encendiendo la mecha, se enciende la carga de pólvora y las estrellas son lanzadas al aire.

#### H) MORTERETES

Son grandes surtidores que sirven para lanzar granadas (fig. 22, *b*). Se toma media hoja de papel, se extiende a lo largo y se encola sobre una tira de cartulina de la misma longitud, pero algo más estrecha, haciendo que coincidan dos de sus bordes. Después se pega sobre la cartulina un papel de la misma longitud, pero más ancho, de modo que, cubriéndolo todo, sobresalga por la parte en que coinciden los dos bordes

anteriores. Hecho el cartón de este modo y estando aún fresco, se arrolla sobre un cilindro con el papel más alto hacia el interior y encolando a medida que se va envolviendo. Después se saca un poco el cilindro, se estrangula el cartucho y se liga en dos partes. Con un punzón se hace la boca; se quita la horma, se dan algunos cortes en el borde de papel que hay en el extremo del cartucho y se vuelve al exterior, pegándolo.

Los morteretes se cargan como los surtidores, con la diferencia de que en vez de estrellas se pone una granada de las descritas más adelante en las «Bombas con granadinas». Se refuerza la mecha de la granada con un poco de pasta de pólvora y se pone ésta en el morterete con la mecha hacia abajo.

#### **Surtidores cargados de estrellas con rabo.** —

Son cartuchos cilindricos estrangulados por un extremo como los morteretes, pero de menor calibre que éstos. Se pone en el fondo una carga de pólvora, y sobre ella una estrella con rabo (véase más adelante «Granadas con globos») y se cierra con papel flexible bien apretado. Una vez encendida la mecha, la carga de pólvora lanza fuera la estrella, que sale verticalmente en forma de larga faja de fuego con chispas y se eleva a gran altura.

## CAPITULO VII

### Fuegos aéreos

Los fuegos aéreos son los que hacen su efecto en el aire; tales son los *cohetes voladores*, las *alear chofas* y las *bombas*.

#### A) COHETES VOLADORES

Los cohetes voladores son piezas pirotécnicas constituidas en general por cuatro partes diferentes:

a) Un *tubo* o *primer cartucho* (la más importante, órgano motor; fig. 23) que difiere en su conformación de las fuentes comunes por que en su carga, hecha de composición comprimida, generalmente pólvora negra y carbón, u otra análoga según las características que se quieran dar a la estela, va practicado un agujero troncocónico, denominado *ánima*, que atraviesa aproximadamente las dos terceras partes de la longitud del tubo. Esta cavidad tiene por ob-

jeto extender la combustión de la composición motriz desde el principio del encendido en toda la longitud del ánima, para producir el desarrollo de gran cantidad de gas que al salir violentamente por el pequeño orificio inferior da a toda la pieza un movimiento en sentido opuesto al chorro, es decir, un movimiento ascensional si en el momento del encendido el agujero está mirando hacia abajo, manteniéndose en esta dirección gracias al rabo que hace de timón.

La porción del tubo en que la carga no está agujereada (aproximadamente una tercera parte del largo, esto es, una longitud igual al diámetro), junto con la capa de creta con que se suele tapar la parte superior, se llama el *macizo* del cohete. Existen diversos métodos para efectuar la carga de la composición motriz en el tubo. El más sencillo consiste en cargar la composición por capas comprimidas compactas a todo lo largo del tubo y luego con herramientas apropiadas excavar el ánima.

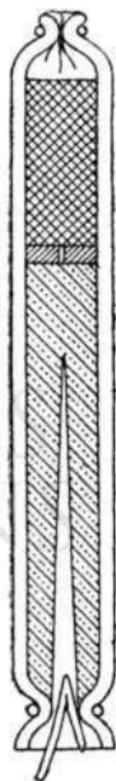


Fig. 23

Un segundo método consiste en dejar el agujero correspondiente al ánima durante la carga introduciendo antes una espiga que luego se retira. Un tercer método, menos empleado,

se reduce a preparar con prensas adecuadas separadamente el macizo y la parte horadada e introducirlos luego en el cartucho de manera que reproduzcan la forma deseada.

6) El *cáliz* con guarniciones variables según el tipo del cohete. Es de por sí un *segundo cartucho* más sutil que el primero y formado envolviendo y ligando sobre el tubo en la parte del macizo una tira de papel que viene a formar por encima del macizo una cavidad cilíndrica» dentro de la cual se colocan los diversos fuegos de guarnición que deberán encenderse cuando el cohete haya alcanzado su altura máxima. Estos fuegos de guarnición pueden consistir en estrellas de colores, petardillos, culebrillas, bengalas con par acaldas o sin él, etc. La cavidad superior va cerrada finalmente mediante un cono de papel, llamado *sombrerete*. El encendido de los fuegos de guarnición se obtiene mediante algunas mechas que atraviesan un agujero practicado en la capa de arcilla que taponan la carga motriz y pone en comunicación la parte superior del macizo con el fondo del cáliz.

En los cohetes sencillos, o sea sin fuego de guarnición, el sombrerete va colocado directamente sobre el macizo.

c) La *mecha* del cohete, que se coloca en la parte inferior del ánima y debe protegerse con envueltas apropiadas, tanto de la hume-

dad como del peligro de un encendido prematuro.

d) El *rabo* o la *cola* del cohete, que sirve para dirigir su ascensión. Las colas se hacen de caña o mejor dicho de tiras de caña, que deben ser muy derechas. Se sujetan al cohete con dos ligaduras, una junto a la boca, y la otra junto a la guarnición. Una vez sujeta la cola, se observa si el peso es conveniente, poniendo el cohete en equilibrio sobre un dedo a poca distancia del cuello; si la cola pesa demasiado, se corta un poco por la punta, y si por el contrario el cohete pesara más de lo preciso se cambia la cola.

El centro de gravedad del cohete, provisto de cola y guarnición, debe estar un poco por debajo del orificio por el que salen los productos gaseosos.

La *guarnición* no debe exceder del peso del cohete, pues de otro modo éste no tendría fuerza bastante para elevarse o se elevaría muy lentamente.

Cohetes de grueso calibre. — Son en un todo semejantes a los cohetes pequeños. Se hace una fuente de grueso calibre, de longitud igual a seis o siete diámetros interiores, y después, con una gubia, se hace el ánima correspondiente al calibre. Sobre el macizo se pone arcilla y en medio se hace una boca de anchura igual a 1 cm.

Después se pone pólvora fina en la boca y se aprieta con el hierro de cabeza de clavo como en las fuentes.

**Guarnición.**—Los cohetes de grueso calibre se proveen de sombrerete (fig. 24). Para ello se toma un rectángulo de papel, de altura un poco menor



Fig. 24

que la del cohete y de longitud bastante para darle tres vueltas; se hace un cilindro de diámetro un poco mayor que el del cohete, y se sujeta al extremo de éste. En este cartucho se pone una carga de pólvora fina y encima la guarnición, cuyo peso no debe llegar a la tercera parte del peso del cohete. La guarnición puede formarse a voluntad, de estrellas, de serpentin, etc.; encima se ponen recortes de papel y se sujeta el extremo del cartucho en forma de cono.

**Cola de dirección.**—Se hace de madera ligera. La longitud de la cola debe ser unas doce veces la del cohete, y en el extremo inferior ha de tener un espesor igual a la mitad o a la tercera parte del que tenga en el superior.

Por este extremo se aplana un poco para sujetarla al cohete. Hecho esto, se comprueba el peso, como dijimos para los cohetes pequeños.

*Composición*

Los cohetes pequeños se cargan exclusivamente con pólvora. Para los grandes se emplean las siguientes composiciones:

	1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>	3. <sup>a</sup>
Pólvora.....	16	16	33
Nitro.....	4	10	—
Azufre.....	1,5	2,5	—
Carbón duro.....	4	6	1,5 6 2

La primera y la tercera pueden adoptarse también para cohetes medianos; la segunda sólo para los grandes.

Hubo un tiempo en que se formaban los cohetes con el ánima en el acto de cargarlos. Se colocaba para ella el cartucho sobre un tas de madera, que tenía en su centro un vastago cónico o púa más corto que el cartucho. El gollete del cartucho estaba hacia abajo, apoyado sobre el sostén del vastago y amarrado con una cuerda; el otro extremo del cartucho quedaba abierto para poder introducir la carga. Se introducía la materia pírca con una cuchara en el espacio anular comprendido entre las paredes del cartucho y el vastago central; después de haber echado una porción de materia, se comprimía con una baqueta cilíndrica, traspasada de parte a parte, sobre cuya cabeza se daban repetidos golpes con un martillo de madera. Llegado al

macizo se comprimía con una baqueta ordinaria.

Actualmente está fuera de uso este sistema, y a todos los cohetes, grandes o pequeños, se les hace la boca con la gubia. Pero este procedimiento no permite el empleo de composiciones brillantes, como el método citado. Por esta razón, cuando se quiere cargar cohetes grandes con fuego brillante, se ha de hacer uso de la *púa*.



Fig. 25

**Cohetes grandes de composición brillante.** — Se cargan siempre con la *púa* como antes se hacía para toda clase de cohetes. La *púa* es de bronce o de latón, de forma cónica, con la punta roma, bien torneada, y con la superficie muy lisa (fig. 25). La *púa* cónica tiene un trozo cilindrico (base), de diámetro igual al calibre del cartucho, y bajo la base un mango cilíndrico, o mejor, con sección cuadrada que entra en el tas. La *púa* debe tener una longitud igual a cuatro calibres y medio y la anchura de dos quintas partes del calibre en la base y una quinta parte del mismo en la punta, entendiéndose como siempre por calibre el diámetro interior del cartucho. El macizo ha de tener la altura de calibre y medio y el resto medio calibre. Es decir, que la longitud total de la *púa* será de seis calibres y medio.

Las baquetas para cargar deben ser cuatro, tres perforadas y una maciza (fig. 26), todas del mismo metal que la púa. El agujero axial de las tres baquetas perforadas debe corresponder a tres secciones horizontales de la púa, hechas a igual

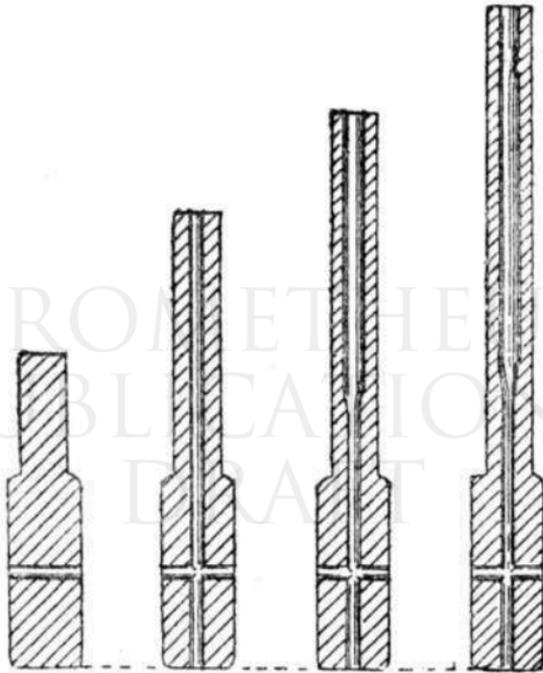


Fig. 26

distancia, de modo que la primera baqueta pueda alojar en su agujero toda la púa, la segunda dos terceras partes y la última una tercera parte. La baqueta maciza sirve para comprimir el macizo. El agujero transversal practicado en la cabeza de la baqueta sirve para introducir un travesano de hierro y facilitar la extracción de

la baqueta cuando queda apresada en el cohete. El agujero axial de la baqueta debe ser cilíndrico, para que la pequeña parte de composición que pueda entrar en él durante la carga quede allí sin rozar ni comprimirse.

Preparado el cartucho, se enfila en la púa cónica y se empieza por introducir un poco de arcilla, que se comprime fuertemente con la baqueta más larga. Después se echa en el cartucho una primera porción de mezcla, que se comprime con la misma baqueta, golpeando con un martillo de madera. Hay que cuidar de que para cada carga los primeros golpes se den suavemente, a fin de que la composición no entre en el espacio anular comprendido entre la baqueta y la púa cónica. Estando las baquetas perforadas de parte a parte, se pueden fácilmente limpiar cada vez que quede algo de mezcla en su interior. La habilidad del operador consiste en cargar uniforme y regularmente el cartucho, y graduar la compresión, según su diámetro; en caso contrario, la trayectoria del cohete no sería muy rectilínea.

*Composiciones de fuego brillante y chinesco  
para cohetes grandes*

Brillante

	1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>
Pólvora . . . . .	16	24
Nitro. . . . .	1	5
Azufre. . . . .	1	13
Acero. . . . .	5	5,25
Carbón ligero. . . . .	—	19

## Chinesco

Pólvora .....	15,25
Nitro .....	10
Azufre .....	6
Fundición .....	5

Para evitar el uso de la púa, especialmente en los cohetes medianos, se carga sólo el macizo con composición brillante. El otro trozo, estando cargado con pólvora y carbón, se puede agujerear fácilmente con la gubia, teniendo la precaución de señalar en la parte exterior del cartucho la línea en que empieza el macizo, línea que evidentemente no debe ser excedida por la gubia. Estos cohetes, a pesar de producir menos efecto que los cargados completamente con fuego brillante, son, sin embargo, preferibles, dado el poco tiempo que se invierte en cargarlos. Es de efecto muy agradable ver un cohete que a cierta altura cambia de fuego, sobre todo si hay gran diferencia entre el primero y el segundo fuego.

Por ejemplo: se puede cargar toda la parte del cartucho que debe ser agujereado, con pólvora y carbón; y el macizo, con pólvora y agujas.

## B) DISTINTAS CLASES DE COHETES

Cohete giratorio. — Es un cohete que acaba en un disco giratorio pequeño. Se hace como todos los cohetes, pero tiene por guarnición un

surtidor pequeño de fuego brillante que se fija por su parte superior en cruz. El surtidor es una serpentina giratoria que toma el fuego del macizo del cohete. Se debe cuidar que la serpentina no pese más de la tercera parte del peso del cohete (fig. 27).

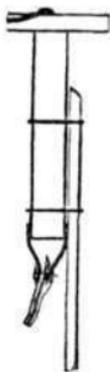


Fig. 27

Cohete con alcachofa. — Es un cohete que tiene en su parte superior una alcachofa pequeña, que se enciende al mismo tiempo que el cohete.

Cohete de cadena. — Está compuesto por dos cohetes voladores unidos en ángulo sobre la misma varilla. Al encenderse, sube girando, y deja tras sí una doble cola de fuego entrelazada (figura 28).

Teoría de los cohetes. — Si la carga del cohete no tuviese el ánima central, su combustión sería lenta e irregular, el cohete no se elevaría y se movería muy lentamente. Por medio del ánima, la inflamación se propaga en seguida por el interior de la carga; la llama, al desarrollarse, ejerce una presión contra las paredes del ánima, presión aumentada por el obstáculo que presenta a su salida el angostamiento del orificio inferior. La velocidad de combustión de la carga está considerablemente

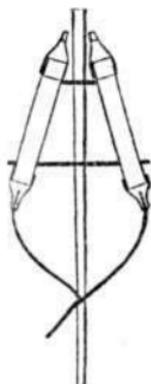


Fig. 28

aumentada por la presión de los gases, que salen con gran violencia por el orificio inferior, y que chocando con las capas sucesivas de aire, dan al cohete un movimiento ascendente, cuya velocidad depende de la cantidad de los gases que se producen y de la rapidez de su desarrollo. Pero la presión de los gases en el interior depende también de las dimensiones del agujero inferior, que debe tener por lo tanto cierto límite para no exponerse a que el cohete estalle por exceso de presión.

Cohete con guarnición de cohetes pequeños. — En un cohete de gran calibre puede ponerse por guarnición cierto número de cohetes pequeños. En el extremo del cohete grande se envuelve una tira de papel y se amarra. Se colocan las varillas de los cohetes pequeños en otros tantos anillos de cartulina, pegados al cohete de modo que las mechas vayan a tocar el tapón de arcilla agujereado, sobre el cual se esparce un poco de pólvora fina. Finalmente se estrangula el papel y se amarra con las mechas (fig. 29).

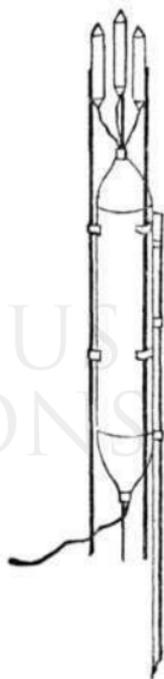


Fig. 29

El peso de los cohetes, comprendiendo las varillas y las guarniciones, no debe exceder del peso del cohete grande.

Cohetes en serie. — A un cohete grande se sobrepone otro de menor calibre, cuyo peso, incluyendo la varilla, no debe exceder del peso del primer cohete.

Cargado el primero, se tapa con arcilla, se agujerea y se esparce un poco de pólvora fina por encima. Se pone la mecha al segundo cohete y se introduce la boca en el cartucho sobrante del primer cohete, de modo que toque la pólvora. Después con una tira de papel se unen ambos cohetes; la varilla del segundo cohete pasa por dos anillos de cartulina pegados al primero (fig. 30).

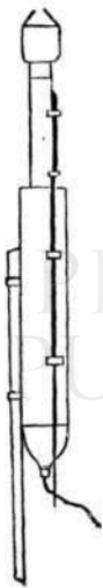


Fig. 30

Del mismo modo al segundo cohete puede sobreponerse un tercero. Hay que tener mucho cuidado cuando se empleen varios cohetes, pues basta una ligera desviación de alguno de ellos para hacer perder el equilibrio y no conseguir ningún efecto.

Cohetes con estrellas, con trabucas o con cohetes rastreros,—El sombrerete del cohete con estrellas o con trabucas, contiene, además de la pólvora, algunos trozos de composición de estrellas, que al arder producen una luz blanca o coloreada, o alguna trabuca, que estalla. El de los cohetes con cohetes rastreros está provisto de cohetes pequeños sin varilla, los cuales, en

el momento de la explosión del sombrerete, que se verifica cuando el cohete lia alcanzado



Fig. 31

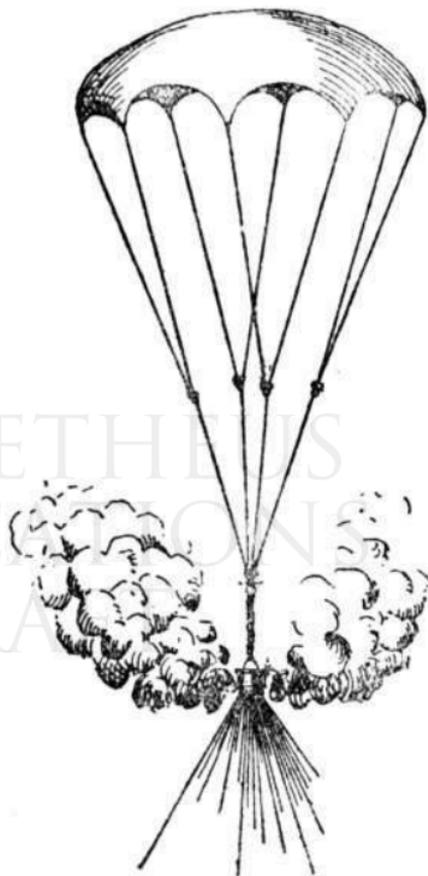


Fig. 32



Fig. 33

su máxima altura, se encienden por medio de

sus respectivas mechas, y descienden serpenteando.

Cohetes con paracaídas. — Los cohetes con paracaídas (figs. 31 y 32) llevan en el sombrerete bastante pólvora y una cajita (fig. 33) cilíndrica de hojalata, llena de mezcla para bengalas, sobre cuyo fondo se fija, mediante una cadenilla de hierro, el paracaídas, hecho de tela de algodón muy fina. El diámetro del paracaídas es de poco más de 1 m. Sobre su circunferencia se señalan ocho puntos equidistantes, a los cuales se unen los extremos de ocho hilos de 1 m. de longitud y 1 mm. de grueso. Los otros extremos de estos hilos se reúnen en la cadenilla, y ésta, que debe ser de unos 18 cm. de longitud, se une a la bengala.



Fig. 34

Unida la bengala al paracaídas, se pliega éste como se ve en la figura 34, cuidando de hacer en cada doblez una pequeña torsión, para facilitar su salida en el momento de desplegarse. Se evita el peligro de que la llamarada de la pólvora pueda quemar la tela del paracaídas, colocando convenientemente un poco de aserrín sobre la bengala.

Al llegar el cohete a la altura máxima, la deflagración de la pólvora contenida en el sombrerete enciende la mecha de la cajita y la lanza

fuera. El paracaídas, en el descenso de la caja hacia el suelo, se extiende, y por la resistencia que ofrece su gran superficie disminuye la velocidad de caída (fig. 32). En tales condiciones la llama de la bengala puede ser vista durante algún tiempo desde lejos, con intensidad suficiente para iluminar los objetos que estén debajo. Los cohetes con paracaídas se usan algunas veces en las operaciones militares nocturnas.

Dragón. — Llámase así dos cohetes opuestos entre sí y unidos mediante un trozo de tubo metálico, por el cual se hace pasar un alambre de hierro que se coloca horizontalmente o en posición inclinada entre dos puntos y que sirve de guía a los cohetes durante su combustión. El dragón puede también hacerse con un solo cohete; en tal caso, al encenderse, recorre una sola vez la línea marcada por el alambre de hierro. Si está formado por dos cohetes dispuestos en sentido contrario, el dragón recorre dos veces y en sentido opuesto el alambre que le sirve de guía. El dragón se usa con frecuencia para encender los fuegos artificiales colocados a distancia.

#### G) ALCACHOFAS

Las alcachofas, llamadas también remolinos o cohetes de mesa, son fuentes que giran primero

sobre sí mismas, formando un girasol, y después se elevan girando en forma de columna de fuego.

Se toma una fuente de una longitud igual a doce calibres, aproximadamente. Si la fuente es de caña, debe estar toda cubierta de bramante embreado, y si es de cartulina, con una faja de bramante en cada extremo y con el hilo en hélice por el medio. Se tapa por una parte con arcilla batida y se carga con una de las composiciones que a continuación se indican. Llena la fuente, se tapa de nuevo con arcilla; es conveniente señalar en la parte exterior de la fuente dónde empieza y dónde acaba la composición. Después, al lado de los extremos del cohete y al principio de la composición, se hacen dos bocas opuestas; a igual distancia de estas bocas se marca una línea en todo lo largo del cohete y sobre ella se abren cuatro bocas (fig. 35).

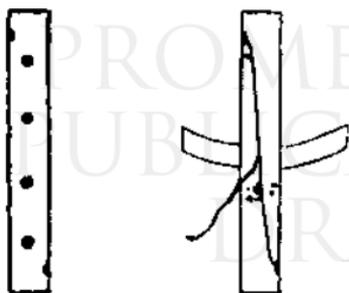


Fig. 35

niente señalar en la parte exterior de la fuente dónde empieza y dónde acaba la composición. Después, al lado de los extremos del cohete y al principio de la composición, se hacen dos bocas opuestas; a igual distancia de estas bocas

se marca una línea en todo lo largo del cohete y sobre ella se abren cuatro bocas (fig. 35).

Las bocas deben tener un diámetro igual a la cuarta parte del calibre. Las dos bocas opuestas se unen con una mecha, y con otra mecha se unen las cuatro que están en línea recta. Por consiguiente, las primeras bocas no se comunican con las segundas.

Se toma un trozo de aro de madera para ta-

mices, casi tan largo como el cohete, y se fija al centro de éste con un poco de alambre de hierro, haciendo que queden hacia abajo las cuatro bocas con la mecha, que pasa por entre el cohete y la madera.

Encendido este cohete sobre una mesa, las dos bocas laterales lo hacen girar, y las otras cuatro bocas, encendiéndose poco después, le dan un movimiento de ascensión.

### *Composiciones para alcachofas*

*Pequeñas.* — Se hacen con pólvora sola.

*Grandes.* — Para las más grandes, pueden emplearse las siguientes composiciones:

#### **Fuego común**

Pólvora .....	16
Carbón .....	3

#### **Fuego brillante**

Pólvora .....	16
Acero .....	3

#### **Fuego chinesco**

	1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>
Pólvora .....	16	8
Nitro .....	2	2
Azufre .....	1	1
Carbón .....	1	—
Fundición (limaduras) .....	2	3

Alcachofas compuestas. Son varias alcachofas colocadas alrededor de un eje común. Se

hacen del modo siguiente: cargada una alcachofa sencilla, se deja un hueco de dos diámetros interiores en el extremo, y en este hueco se introducen los brazos cilindricos fijos a un tambor de madera que tiene un resalte semejante a un cubo de rueda por la parte inferior.

Cada alcachofa debe tener una sola boca lateral y cuatro bocas por debajo.

Se hacen estas alcachofas con dos, tres y cuatro brazos. Las de dos, deben tener, sin embargo, otros dos brazos pequeños para que el conjunto esté bien equilibrado (fig. 36).



Fig. 36

Hay que procurar que todas las alcachofas estén en el mismo plano y las bocas sobre la misma línea.

En medio del tambor o rodaja se hace una boca para hacer pasar las mechas que ponen en comunicación las bocas inferiores de las alcachofas.

Otra construcción, mucho más ligera y cómoda, es la siguiente. Se toma un tambor o rodaja de madera y alrededor se clavan los brazos

para hacer el cubo se toma un tambor más pequeño y se fija sobre el primero, algo separado de éste para el paso de las mechas. Puede también pegarse con cuatro travesanos pequeños.

Guarnición. — Estas grandes alcachofas se prestan mucho a llevar guarniciones muy variadas, que se colocan sobre la rodaja de madera y de este modo se aumenta también la estabilidad del centro de rotación. Así, pues, puede colocarse muy bien una bomba de poca altura y gran calibre, y sujetarla al tambor o rodaja de madera, debiendo tener una espoleta muy corta, puesta en comunicación con dos alcachofas

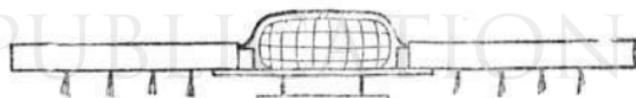


Fig. 37

opuestas. Es prudente hacer el portafuego muy fuerte, para que las mechas estén libres de cualquier chispa. La bomba se puede cargar como se quiera (fig. 37).

En vez de la bomba se puede colocar un recipiente de cartón, que por medio de una carga de pólvora lanza un paracaídas, del modo siguiente: se hace un cilindro de cartón bien fuerte y se encola sobre el tambor de madera; en el fondo se pone una buena carga de pólvora, mitad en grano y mitad machacada.

Los hilos del paracaídas se fijan a un cilindro pequeño de cartón, que se llena de composición para llama, en diversas capas. Este cilindro ha de tener un calibre igual al diámetro interno del cilindro encolado sobre la madera. En el extremo del cartucho se pega una tira de papel y se baja el cilindro del paracaídas hasta el borde del cartucho, y a fin de que éste ajusté bien sobre el cilindro, se pone una rodaja pequeña. Sobre ésta se esparce un poco de aserrín y se coloca el paracaídas, cuidando de no enredar

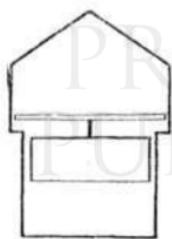


Fig. 38

los hilos. Finalmente se cierra con un sombrerete (fig. 38). Es claro que las mechas de las dos alcachofas han de estar en comunicación con la pólvora del cartucho.

Pueden también colocarse cuatro cartuchos, de modo que cada alcachofa encienda uno. Entonces se ven cuatro paracaídas en el aire al terminar la ascensión de los cohetes. El efecto es muy hermoso, pero se requieren alcachofas de gran calibre.

Se entiende que cualquiera que sea la garnición, debe ser proporcionada a la fuerza de las alcachofas.

#### D) BOMBAS O GRANADAS

Las bombas o granadas son cartuchos llenos de fuegos pequeños, y que lanzadas por los

morteros, alcanzan cierta altura y estallan, arrojando en todas direcciones los fuegos que contienen.

Mortero. — El mortero para lanzar las bombas está formado por un tubo de hierro forjado, no soldado, de longitud igual a ocho o diez calibres, cerrado en un extremo por una pieza torneada de madera dura (fig. 39), que sirve de base para mantener el mortero en posición vertical. El tubo de hierro se halla engastado, en parte de su longitud, en un macho cilíndrico de la base, estando sujeto a rosca en la madera. Para tener mayor solidez en el mortero, debe reforzarse el tubo con un zuncho de hierro o con varias vueltas de alambre de hierro cerca de la base, en el trozo en que ocurre la deflagración de la carga de disparo.

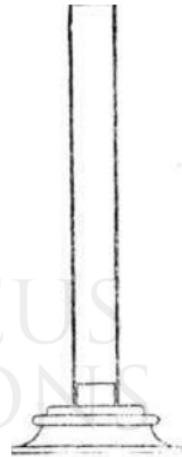


Fig. 39

Morteros de cartón para lanzar bombas pequeñas.— Se toma un trozo de hojalata de altura igual a ocho o diez veces el calibre que se desee, y de anchura suficiente para dar algo más de una vuelta. Con un martillito se dobla la hojalata, formando un tubo bien cerrado, y se suelda. Después se pegan alrededor varias tiras de cartón, de anchura igual a la altura del tubo y cualquier longitud, cuidando de que el espesor

del cartón sea uniforme en todo el tubo. Cerca de la base del tubo se ponen algunas tiras más de cartón, por tener que ser las paredes más resistentes; se arrolla un bramante embreado muy apretado y colocando el tubo así formado sobre la base, se tiene hecho el mortero.

**Horma de la bomba.** — El cartucho se hace sobre una horma (fig. 40, *a*) proporcionada al calibre del mortero. La horma es un cilindro de

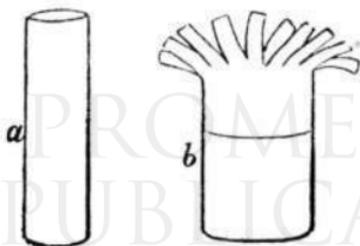


Fig. 40

madera y su calibre es menor que el del mortero. Sólo la práctica puede establecer la diferencia entre uno y otro calibre, ya que el cartucho debe tener distinto espesor, según el tamaño de la bomba. Si la

horma resulta un poco delgada, se pega alrededor una tira de cartón; si es demasiado ancha, se da a un tornero para que la rebaje. Esto se conoce fácilmente una vez terminada la primera granada: si ésta cae de por sí al fondo del mortero, la horma es estrecha; si, al contrario, no puede descender, la horma es ancha.

La longitud de la horma debe ser de cuatro diámetros, aproximadamente.

**Cartucho.** — Se toma una tira de papel fuerte y se envuelve alrededor de la horma, dejando un diámetro de papel fuera de la horma. Para

las granadas pequeñas bastan tres o cuatro vueltas de papel; para las más grandes, seis o siete. Después se dobla el cartucho por un extremo y se golpea la horma por el otro lado para formar bien los dobleces.

La longitud del cartucho varía según los fuegos que lleva en su interior.

Se saca el cartucho de la horma, se hacen cortes longitudinales en su extremo en una longitud de un diámetro, aproximadamente, y se tiene hecho el cartucho (fig. 40, *b*).

Espoleta. — Es una fuente pequeña cargada sólo con pólvora, y a ella se debe que la bomba no estalle hasta que alcanza cierta altura, que es cuando la espoleta ha acabado de arder. Se toma una fuente con boca ancha por ambas partes, se carga con pólvora bien comprimida hasta la altura de 3 cm., aproximadamente, y se introducen las mechas tan largas como la espoleta en el hueco, golpeando un poco y doblándolas en forma de roseta o estrella.

Antes de hacer uso de la espoleta, es prudente ver si al cargarla se hubiese reventado o agrietado, porque en este caso sucede que la bomba toma fuego por los lados y estalla en el mortero o apoca altura. Por esta razón se pone el bramante alrededor de la espoleta muy junto y apretado.

Hay varias especies de granadas; los grupos

más generales son: granadas sencillas, y granadas compuestas.

a) GRANADAS SENCILLAS

Son las de una sola explosión. Estas granadas, al alcanzar cierta altura, estallan y lanzan los diversos fuegos que contienen, que pueden ser estrellas, lluvia, serpentinas o culebrillas, granadinas, globos, etc.

*Granadas con estrellas*

El cartucho ha de tener una profundidad de diámetro y medio, o a lo más dos sin contar los

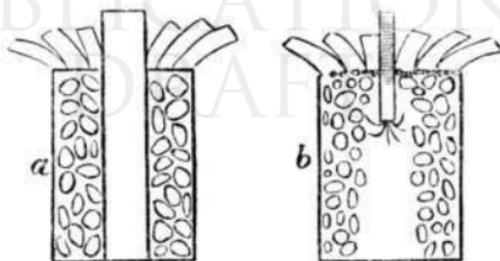


Fig. 41

recortes. Se toma un cilindro de hojalata o de latón de 4 cm. más de longitud que el cartucho y se coloca en medio de éste (fig. 41, a).

El cilindro ha de tener un diámetro proporcionado al de la granada; generalmente tiene un diámetro igual al radio de la granada. Las estrellas van colocadas entre el cilindro y el car-

tucho. Cuando las estrellas han llegado a los recortes del cartucho se llena el cilindro de hojalata con pólvora de granos finos, hasta la altura de 2 cm. sobre las estrellas. Se saca el cilindro de hojalata poco a poco, evitando excesivo rozamiento, que podría inflamar las estrellas, si son coloreadas.

Extraído el cilindro, la pólvora queda en medio del cartucho y las estrellas a su alrededor.

Se pone la espoleta en el centro sobre la pólvora y se hace entrar un poco, de modo que quede la mitad dentro y la otra mitad fuera del cartucho (fig. 41, 6).

Se toma una tira de papel flexible retorcida y se pone alrededor de la espoleta sobre las estrellas; se doblan los recortes del cartucho sobre las estrellas, alrededor de la espoleta, cuidando de apretarlos a medida que se van doblando (figura 42).

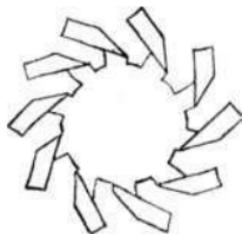


Fig. 42

Una vez doblados todos los recortes, con un bramante embreado se envuelve la granada, empezando por la espoleta, después a lo largo del cartucho y por último a través, cuidando de que el hilo forme cuadritos no muy estrechos, sobre todo si la granada es de estrellas coloreadas. El hilo ha de ser fino para las granadas pequeñas y más grueso para las grandes (fig. 43).

Ligada la bomba, hay que engrudarla, poniendo primero una tira de papel flexible, de modo que tape todos los agujeros y hendiduras, especialmente cerca de la espoleta y en el fondo;



Fig. 43

después, con otra tira de papel flexible bastante ancha y bien engrudada, se envuelve la bomba desde el fondo hasta el principio de la espoleta. Para no tapar la boca de la espoleta con el engrudo se cubre con un poco de papel, que se quita después que se haya engrudado la granada. Por último, se pone a secar a la sombra.

Cuando la granada está bien seca, se toma una mecha larga y gruesa y se coloca al principio de la espoleta; esta mecha debe pasar sobre la boca de la espoleta y llegar hasta el fondo de la granada doblándola sobre este mismo fondo. Después se fija otra mecha doble en el extremo de la espoleta (ñ. figura 44).

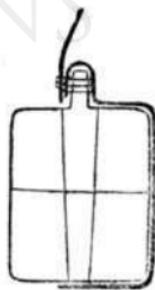


Fig. 44

Se toma una hoja de papel y dentro se envuelve la granada, de modo que quede por debajo un hueco proporcionado al tamaño de la granada, un diámetro, aproximadamente. El papel debe dar por lo menos dos vueltas y se amarra por el centro.

Sobre el fondo de la bomba, en el hueco

que ha quedado al dar la última vuelta, se pone la carga de pólvora que debe lanzar la bomba al aire. Antes de poner la pólvora, se dobla bien la mecha que viene de la espoleta y se observa si está bien ligada la última cubierta o vuelta, de modo que no haya peligro de que parte de la pólvora quede entre la granada y la cubierta exterior.

Se cierra el cartucho comprimiendo bien la pólvora y amarrando el extremo de modo que quede bien estrecha.



Fig. 45

En la parte de la espoleta se pone una mecha larga, se estrangula el cartucho y se amarra.

Después se hace otra ligadura más abajo, cerca del cartucho, pero no tan estrecha (fig. 45).

Terminada así la bomba, se mete en el mortero, debiendo entrar en él bien ajustada, esto es, sin ser demasiado estrecha ni demasiado ancha. En el primer caso puede reventar dentro o deshacerse al entrar; en el segundo, su ascensión en el aire sería muy limitada.

La carga que se pone bajo la granada debe ser la necesaria y suficiente, y sólo con la práctica puede precisarse bien. En primer lugar

hay que tener presente la clase de pólvora que se emplea y la especie de granada bajo la cual se coloca. Por lo demás, la cantidad es siempre proporcional al peso de la granada.

Mezcla de estrellas coloreadas para granadas. — Blancas y rojas. — Rojas y verdes. — Violeta y verdes. — Violeta y amarillas. — Azules y rojas. — Amarillas y azules. — Azules, rojas y blancas. — Azules, rojas y verdes. — Amarillas, azules, verdes y rojas.

Nuevas granadas con estrellas, — Desde hace poco tiempo se ven algunas granadas que al estallar producen un cerco de estrellas de diferentes colores, pero no confundidas como en las granadas descritas anteriormente, sino distribuidas por colores, es decir, que se ve

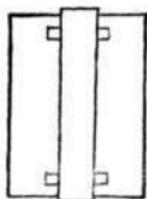


Fig. 46

un cerco dividido en sectores, con un grupo de estrellas de distinto color en cada sector. Para lograr este efecto se hace el cilindro de hojalata, con dos aletas rectangulares laterales, si la bomba se quiere hacer sólo de dos colores (fig. 46). Se coloca el cilindro así formado en el cartucho, que queda dividido en dos partes iguales, en una de las cuales se colocan estrellas verdes, por ejemplo, y en la otra estrellas rojas; después se echa pólvora en el tubo, terminando como ya se ha indicado anteriormente para las demás bombas.

Del mismo modo se pueden hacer granadas **con** estrellas de tres colores, utilizando un tubo con tres aletas. Entonces el cartucho presenta tres separaciones: en la primera se ponen, por

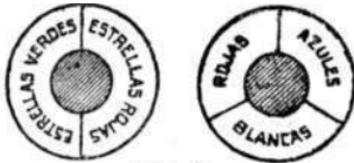


Fig. 47

ejemplo, estrellas blancas, en la segunda, estrellas rojas y en la tercera, estrellas azules (figura 47).

Es evidente que la pólvora que hay en el centro de la granada, al inflamarse lanza las estrellas con la misma distribución que tienen en el cartucho, es decir, en haces **de** distintos colores.

### *Granadas con culebrillas*

Las hay de tres clases: granadas con culebrillas sencillas, con culebrillas saltadoras y **con** culebrillas giratorias.

**Granadas con culebrillas sencillas.** — Hechas las culebrillas, amarradas y engrudadas como se dijo al tratar de los fuegos de guarnición, se ponen sobre el fondo del cartucho con las mechas hacia arriba. Ya se sabe que cada culebrilla debe tener dos o tres mechas, las cuales se comprimen formando una capa, que aun se hace más compacta agregándole otras mechas esparcidas por encima. Sobre esta capa de mechas se puede poner la pólvora necesaria para hacer estallar la granada,

o también pólvora y estrellas para producir mejor efecto. En este caso las estrellas se ponen siempre junto a las paredes del cartucho y la pólvora en el centro (fig. 48).

Cuando las culebrillas llevan detrás estrellas, es muy conveniente que la pólvora de la granada vaya sola.

**Granadas con culebrillas saltadoras.** — Hechas las culebrillas, se ponen en el cartucho con las mechas hacia arriba, se hace la capa de mechas y se coloca la pólvora sola o con estrellas.

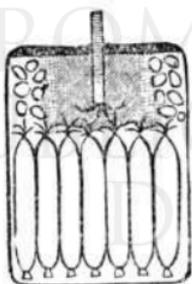


Fig. 48

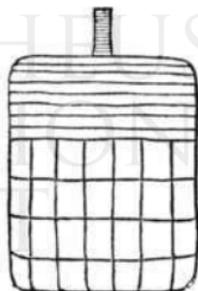


Fig. 49

**Granadas con culebrillas giratorias.** — Se hacen en todo semejantes a las anteriores.

Cada una de estas tres clases de granadas tiene la pólvora en la parte superior del cartucho; por consiguiente, cuando se liga la granada deben en aquella parte estrecharse más las vueltas de bramante. Se hace lo que se llama una «faja de hilo» (fig. 49).

Las granadas anteriores se pueden hacer de dos pisos, del modo siguiente. Se hace una pri-

mera capa de culebrillas sobre el fondo de la bomba, como ya se ha dicho; se comprimen bien las mechas, se esparce un poco de pólvora por encima y en medio se pone una *araña de mecha*, esto es, una mecha abierta por un extremo en forma de escoba. Después se introduce en el centro del cartucho, sobre la araña de mecha, el cilindro de hojalata y a su alrededor se disponen

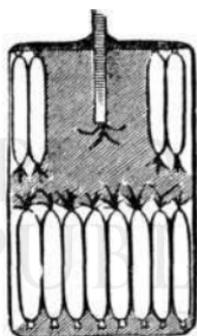


Fig. 50

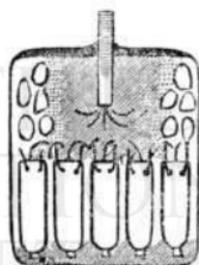


Fig. 51

las culebrillas con las mechas hacia abajo. Se echa en el cilindro pólvora en granos finos hasta la altura de las culebrillas y se saca del cilindro. Finalmente se coloca la espoleta y con recortes de papel se aplana y se tapa el cartucho (figura 50).

Cuando se liga después la granada, debe hacerse una faja de hilo en el centro del cartucho, que es por donde la bomba pudiera reventar.

### *Granadas con falorrias*

Se ponen las palomas sobre el fondo del cartucho, se hace la capa de mechas y encima se pone la pólvora sola o con estrellas (fig. 51).

Se pueden hacer también dos capas del mismo modo indicado para las bombas con culebrillas.

Al ligar la granada en el primer caso, la faja de hilo se hará en la parte superior del cartucho, y en el segundo caso en el centro.

### *Granadas con girándulas*

Se ponen las girándulas en el fondo del cartucho, se hace la capa de mechas y encima se pone la pólvora en grano.

### *Granadas con lluvia*

Se toman los cartuchos pequeños y se ponen en el fondo del cartucho, se comprimen bien las mechas y sobre éstas se coloca la pólvora sola, o con estrellas.

### *Granadas con lluvia y luces debajo*

Se hacen como la anterior, pero sin poner estrellas en la pólvora que sirve para la explosión.

*Granadas con estrellas y culebrillas*

Estas granadas se hacen en una o dos capas, como las de culebrillas sencillas.

*Granadas con estrellas y tracas*

Se ponen tracas pequeñas en el fondo del cartucho, se comprimen bien las mechas, sobre éstas se echa la pólvora en grano en el centro y las estrellas alrededor, se coloca la espoleta y se cierra la granada como las otras.

*Granadas con estrellas y candelas romanas*

Sobre el fondo del cartucho se ponen candelas romanas cortas, encartuchadas y con mechas lo mismo que las culebrillas, se hace la capa de mechas y encima se echa la pólvora y las estrellas.

*Granadas con estrellas de bomba*

Son granadas cargadas de estrellas con bomba, esto es, de petardos cubiertos con pasta de estrellas, como ya se ha dicho. Estas se colocan en el cartucho de la bomba del mismo modo que las estrellas simples. El cartucho se cierra y se liga como siempre.

### *Granadas con globos*

Están cargadas de estrellas hechas expresamente para estas granadas con la composición indicada más adelante. Estas estrellas, llamadas también *estrellas con rabo*, son más grandes que las ordinarias y tienen forma cilíndrica. Generalmente tienen 4 cm. de altura.

Las estrellas se ponen alrededor del cartucho; hecho el primer círculo, se hace un segundo sobre el primero, un tercero sobre el segundo, etcétera, de modo que la sección horizontal no presente más que un solo cerco de estrellas, y el resto de la bomba, o sea el centro, se llena de pólvora en grano. La espoleta termina en el centro de la pólvora.

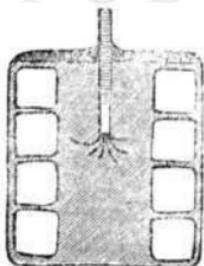


Fig. 52

Las estrellas deben llegar a la altura de un diámetro de la granada. Después de cargada, se pone un disco de cartón con un agujero en el centro para que pase la espoleta, y se cierra el cartucho (fig. 52).

Después con el bramante se liga toda la bomba, de modo que no pueda verse el papel. La pólvora que se usa para estas granadas, especialmente la del centro, debe ser muy buena para que pueda lanzar las estrellas con mucha fuerza.

Esta granada es una de las más difíciles, porque no se abre completamente si no está hecha con gran acierto.

La composición para las estrellas es la siguiente:

Pólvora . . . . .	33
Azufre . . . . .	8
Carbón . . . . .	6
Nitro . . . . .	4
Negro de humo . . . . .	1
Goma arábica . . . . .	1

El carbón puede ser de quejigo o de haya; tanto uno como otro han de estar finamente pulverizados. El primero da chispas más rojizas y duraderas; el segundo da chispas color de oro, pero de menor duración.

La dextrina, como la goma, sirve para endurecer las estrellas. Se diluye en igual peso de agua, en cantidad suficiente para toda la composición.

Los otros ingredientes, mezclados, se machacan primero y después se pasan por el tamiz; se pone esta mezcla sobre una losa de mármol, en el centro se hace un hoyo pequeño y dentro se echa agua, en la que se diluye la goma. Se hace una pasta muy densa y se bate bien en un mortero de mármol. Ciento veinticinco gramos de composición, por ejemplo, se baten durante media hora, cuidando de que la composición esté siempre húmeda. También cuando se

hace la estrella se bate la composición en la horma.

La horma no es más que un cilindro pequeño de metal del calibre de la estrella, completamente abierto por un lado, y en el otro tiene una boca pequeña por donde pasa un vastago que empuja un disco móvil colocado en el interior del cilindro. Se mete en el cilindro el disco, después la composición que se bate, y con el vastago que empuja al disco, sale la estrella bienhecha.

Terminadas las estrellas, se ponen a secar a la sombra, y no deben emplearse hasta que estén bien secas, pues de otro modo no producirían su efecto, especialmente cuando el carbón es de quejigo. Las pequeñas, por ejemplo, han de secarse durante dos semanas.

Estas granadas, al estallar, lanzan lejos las estrellas, que dejan tras sí una ráfaga de chispas; de modo que en lo alto se ve un centro oscuro (donde estalla la granada) y muchos rayos formados de chispas brillantes.

Nuevas granadas con globos. — Fundándose en que cada estrella da un rayo de fuego, se han inventado algunas granadas'especiales, por ejemplo, la que al estallar produce una cruz de fuego. No es más que una granada con globos que tiene cuatro estrellas grandes. Del mismo modo, si se quieren obtener cinco o seis rayos, han de emplearse cinco o seis estrellas.

Estas estrellas no deben ser cilíndricas, porque en tal caso la pólvora no tendría fuerza bastante para lanzarlas lejos, a causa del espacio vacío entre cada dos estrellas; por el contrario, deben estar hechas de modo que reunidas, formen un círculo agujereado en el centro. Por consiguiente, han de tenerse hormas especiales para estas estrellas (fig. 53).

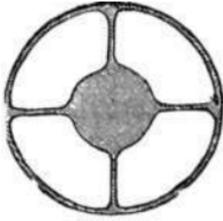


Fig. 53

### *Granadas con bolas blancas*

Son semejantes a las de globos. Las estrellas están hechas con una composición blanca batida como la composición para las *estrellas con globos*.

Se cargan y se ligan del mismo modo, siendo la composición la siguiente:

Nitro. . . . .	36
Pólvora. . . . .	12
Antimonio. . . . .	12
Azufre. . . . .	10

Se añade a la composición goma arábiga hasta hacerla una pasta.

Del mismo modo pueden hacerse granadas con bolas coloreadas. La composición coloreada (sin batirla en el mortero) se pone en la horma indicada y se comprime un poco.

### *Granadas con llamas*

Estas granadas para producir efecto es preciso que estén cargadas con llamas que, al encenderse, den todas un solo color, después otro, y después otro. Por lo tanto, al estallar la bomba se ven como muchas estrellas blancas, después rojas y después azules; finalmente estallan los petardos.

### *Granadas con paracaídas*

El cartucho de estas granadas debe estar reforzado con dos vueltas de cartón solamente en la superficie cilíndrica; el fondo y los recortes del cartucho son de papel.

Sobre el fondo de la granada se ponen estrellas o tracas, etc.; después se echa la pólvora y se tapa esta primera parte de la bomba con un disco de cartón que tiene una boca en el centro y otros agujeros pequeños alrededor. Para más seguridad se pega el disco al cartucho de la granada. La boca del medio sirve para la espoleta, y las bocas de alrededor (dispuestas en círculos concéntricos), para hacer entrar por ellas el extremo de la luz de cada paracaídas. En el otro extremo de la luz van sujetos los hilos del paracaídas, que se coloca en el fondo, cuidando de no enredar los hilos (fig. 54).

Esta granada no puede tenerse preparada mucho tiempo, porque difícilmente se abrirían después los paracaídas.

Esta bomba requiere mucho trabajo y paciencia, pero el efecto es sorprendente y compensa la fatiga y pesadez de su ejecución. Al estallar la granada se enciende la *guarnición*, estallando sus tracas, y se ven varias luces errantes sostenidas por otros tantos paracaídas. Este efecto produce gran entusiasmo y sorpresa en el público, que no puede comprender cómo han salido los paracaídas de la bomba.

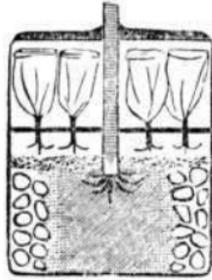


Fig. 54

### *Bombas con granadinas*

Granadina. — Se toma un petardo y se refuerza la mecha con un poco de pasta de pólvora. Es necesario hacer esto, pues de otro modo puede no encenderse la mecha. Después se dan al petardo dos o tres vueltas con una tira de papel, dejando libre el fondo, y se liga. En el cartucho así formado se ponen de seis a diez estrellas pequeñas y encima se echa pólvora en grano. Se aplica una espoleta pequeña cargada en una longitud de 1 cm., aproximadamente, se estrangula el cartucho y se liga.

Después se pega una tira de papel de modo

que cubra también el fondo del petardo y la espoleta hasta cerca de la boca. Sobre esta boca se fijan las dos mechas, como ya se dijo al tratar de las granadas con estrellas.

Bomba. — Para hacer esta bomba se ponen las granadinas en el fondo del cartucho, se comprimen las mechas de las granadinas, después con otras mechas bastante largas se hace una



Fig. 55

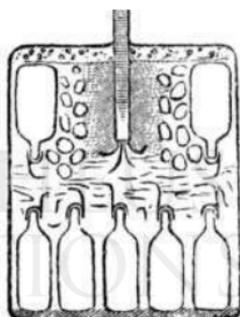


Fig. 56

capa que cubra por completo las granadinas. Sobre esta capa se ponen las estrellas con la pólvora en grano, o sólo la pólvora (fig. 55).

También pueden hacerse de dos pisos, del modo siguiente.

Se ponen las granadinas en el fondo del cartucho y por encima se esparcen algunas mechas; después se hace entrar el cilindro de hojalata, y alrededor se disponen las granadinas con las espoletas hacia abajo. El espacio que queda entre las granadinas y el cilindro se llena de estrellas hasta la altura de las granadinas. Se introduce

en el cilindro la espoleta, que se apoya en las mechas, y se echa en el tubo la pólvora en grano, que debe alcanzar una altura algo superior a la que tienen las granadinas.

Se saca después el cilindro y se aplana y se comprime toda la carga con recortes de papel, se tira un poco de la espoleta y se doblan los recortes del cartucho. Cuando se amarra todo el cartucho con el bramante, se hace una faja de hilo en el centro, que es por donde pudiera abrirse la bomba (fig. 56).

### *Granadas con bombas*

Se ponen las bombas sobre el fondo del cartucho, se comprimen las mechas y encima se pone la pólvora para hacer estallar la granada.

### *Nueva granada*

De la composición de las estrellas para globos se hacen estrellas cortadas como todas las otras, pero un poco más grandes, y se dejan secar.

Para hacer la granada se pone el cilindro sobre el fondo del cartucho; se ponen alrededor las estrellas ordinarias formando así una primera vuelta, sobre la cual se hará otra segunda vuelta de estrellas coloreadas, después una nueva vuelta de estrellas corrientes, etc.

Se sigue así hasta el extremo del cartucho; se llena el cilindro de pólvora, se saca y se esparce pólvora de modo que cubra también las estrellas. Se cierra la granada como todas, y se liga formando cuadritos.

### *Granadas luminosas*

Son aquellas que al ascender producen el mismo efecto que un globo luminoso; son granadas sencillas cubiertas por completo con pasta de estrellas.

Cerrada la bomba y ligada como todas las demás, se le pega una tira de papel alrededor.

Cuando está bien seca se le da una capa de yeso de pegar, que impide que arda el cartucho.

Ya seca esta capa, se envuelven alrededor de la granada hilos de algodón empapados en la composición que se quiera emplear y sobre ellos se acaba de extender la composición, cuidando de que tenga un espesor uniforme. Después se hace rodar la granada sobre pólvora fina, que facilita la inflamación de la composición.

Los hilos de algodón sirven para retener la composición sobre la superficie del cartucho, de modo que no pueda resbalar y desprenderse.

La mejor composición es la blanca.

La composición debe tener un espesor de 0,5 a 1 cm. como máximo.

Para asegurarse de que la composición que envuelve la granada lia de inflamarse y para acelerar esta inflamación, se ponen dos o tres mechas, que van de la espoleta al fondo, cuidando de que el papel en que se envuelve la granada y que contiene la carga, sea lo más fino posible. La composición blanca es la siguiente:

<b>Nitro.</b> .....	<b>16</b>
<b>Azufre.</b> .....	<b>8</b>
<b>Pólvora.</b> .....	<b>6</b>
<b>Alcanfor.</b> .....	<b>1</b>

b) GRANADAS COMPUESTAS O DE REPETICIÓN

Las granadas compuestas o de repetición son las que al llegar a cierta altura estallan, no una vez, sino dos, tres, cuatro y hasta diez veces, lanzando en cada estallido fuegos diferentes.

Se hace una bomba cualquiera, y después que esté bien seca se pega alrededor una tira de papel de anchura igual a dos veces y media la longitud de la bomba, de modo que quede descubierto el fondo de la granada. Se carga el hueco así formado por este cartucho, hasta la altura de un diámetro, como una bomba ordinaria, se pone la espoleta y se liga y se engruda como la anterior. Después se envuelve otra tira de papel para hacer la tercera bomba como la segunda, y así sucesivamente (fig. 57).

Algunos pirotécnicos llegan hasta hacer diez granadas en esta forma.

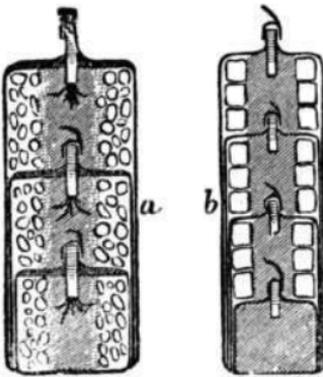


Fig. 57

La espoleta de la última granada, que es la primera que estalla, debe tener la longitud ordinaria; en cambio las otras, que se llaman espoletas intermedias, tienen escasa longitud (medio centímetro).

Para hacer estas granadas se necesita habilidad y gusto; habilidad porque son bastante difíciles, y gusto para disponer bien los fuegos y armonizar los colores.

En las granadas compuestas, cuando se liga una granada que contiene otra, las vueltas apretadas del bramante se suelen hacer sobre el cartucho que forma parte de la última granada cargada, mientras que sobre el cartucho que cubre sencillamente la granada se dan sólo algunas vueltas de hilo.

Frecuentemente, en las granadas compuestas, la última es un trueno con mezcla fulminante.

De todo lo dicho se deduce que la primera granada debe tener un diámetro tal, que agregados los cartuchos de las sucesivas granadas, resulte el diámetro de la última igual al calibre del mortero. Esto se consigue, aproximadamente,

restando del diámetro de la horma de una granada sencilla, igual al calibre del mortero, una cantidad más o menos grande según el número de granadas interiores. El diámetro resultante será el de la primera granada.

Terminada la primera granada compuesta, se ve si es proporcionada al calibre del mortero y se corrige el diámetro de la horma.

La carga para lanzar una bomba compuesta debe ser mayor que la que sirve para lanzar una bomba sencilla de igual peso, porque la primera, después de estallar una y otra vez, desciende siempre un poco, y no es raro el caso en que la última bomba de una granada compuesta estalle a pocos metros del suelo y aun en el suelo mismo. Esto puede depender no sólo de una carga insuficiente, sino también de que las espoletas intermedias sean demasiado largas.

A continuación damos algunos ejemplos de granadas con estrellas:

*Granadas dobles*

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. Blanco y rojo      | 9. Verde y rojo       |
| 2. Blanco y azul      | 10. Verde y amarillo  |
| 3. Blanco y violeta   | 11. Blanco y trueno   |
| 4. Amarillo y azul    | 12. Amarillo y trueno |
| 5. Amarillo y violeta | 13. Azul y trueno     |
| 6. Amarillo y verde   | 14. Verde y trueno    |
| 7. Azul y rojo        | 15. Violeta y trueno  |
| 8. Azul y amarillo    |                       |

*Granadas triples*

- |                            |                              |
|----------------------------|------------------------------|
| 1. Blanco, rojo y azul     | 5. Amarillo, verde y rojo    |
| 2. Blanco, azul y rojo     | 6. Azul, amarillo y violeta  |
| 3. Blanco, azul y amarillo | 7. Verde, amarillo y violeta |
| 4. Amarillo, azul y rojo   | 8. Rojo y azul               |

A las diez primeras dobles se puede agregar el trueno y se tienen otras tantas triples.

*Granadas cuádruples*

1. Blanco, rojo, azul y amarillo
2. Blanco, azul, amarillo y verde
3. Amarillo, azul, rojo y blanco
4. Azul, amarillo, violeta y blanco
5. Verde, rojo, azul y blanco

Agregando el trueno a las ocho triples se tienen otras ocho cuádruples.

Otros ejemplos:

*Dobles*

- |                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| 1. Blanco y globos  | 5. Globos y trueno        |
| 2. Azul y globos    | 6. Bolas blancas y trueno |
| 3. Verde y globos   | 7. Bolas blancas y rojo   |
| 4. Violeta y globos |                           |

*Triples*

- |                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. Blanco, azul y globos    | 4. Amarillo, violeta y globos |
| 2. Blanco, violeta y globos | 5. Sólo globos,               |
| 3. Amarillo, azul y globos  |                               |

*Cuádruples*

1. Blanco, rojo, azul y globos.

## CAPÍTULO VIII

### Piezas elementales

Con los fuegos descritos hasta ahora y que pueden considerarse como los elementos de cualquier fuego artificial, se forman en primer lugar algunas piezas elementales: mazos de cohetes, ruedas, girasoles, mariposas, vasos luminosos, etc.

#### A) MAZOS DE COHETES VOLADORES

Se hacen pequeños y grandes. Los pequeños se hacen con una armazón muy sencilla, compuesta de un eje vertical con un cerco o dos, colocados horizontalmente.

Se disponen los cohetes alrededor de los cercos, todos con la cola hacia dentro, y se amarra solamente la boca del cohete al cerco, dejando libre la cola (fig. 58).

Los extremos inferiores de las colas pasan a través de un cerco pequeño.

Los cohetes se ponen en comunicación entre

sí por medio de una mecha que va de la boca de un cohete a la del otro. De este modo, encendida la mecha, se encienden simultáneamente todos los cohetes; el fuego que sale del cohete

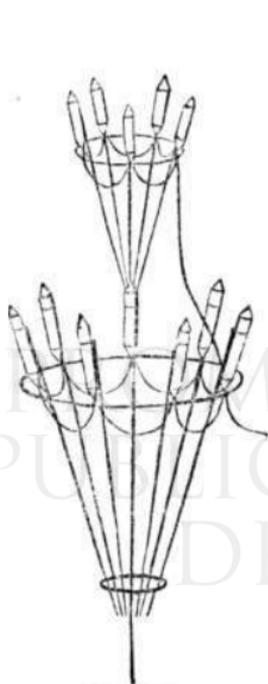


Fig. 58

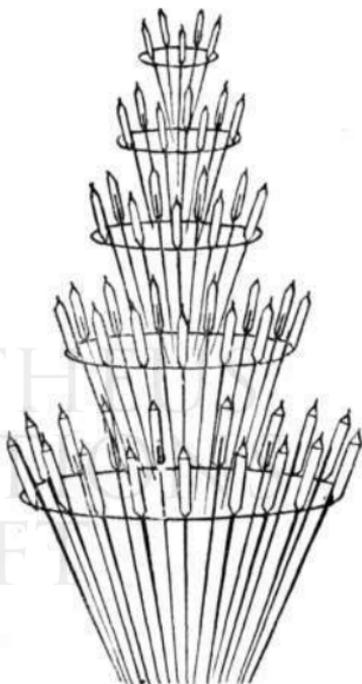


Fig. 59

quema en seguida el hilo que lo sujeta y salen todos los cohetes al mismo tiempo, produciendo un efecto muy agradable.

Grandes mazos. — Se diferencian de los primeros sólo en la armazón, que es mucho más fuerte y más grande.

La armazón está hecha del mismo modo, esto es, consta de un eje vertical y de varios

cercos horizontales, formando un cono (fig. 59). Estos grandes mazos, con frecuencia constituyen por sí solos piezas independientes.

### B) RUEDAS

Las ruedas se encuentran muy frecuentemente en los fuegos artificiales. La armazón consiste en una verdadera rueda, con el cubo, los radios y la llanta.

Se cuida de que sea fuerte y ligera al mismo tiempo, en cuanto sea posible.

Las fuentes para las ruedas deben ser de distintos calibres y van dispuestas sobre la rueda de modo que de una fuente grande se pasa progresivamente a otra de calibre menor, y así sucesivamente. La primera que se enciende es la de mayor calibre, porque al principio las luces y las fuentes están todas cargadas y la rueda es bastante pesada, pero a medida que va propagándose el fuego, la rueda se vuelve más ligera y basta una fuente de pequeño calibre para hacerla girar.

Es evidente que las fuentes hacen girar la rueda en sentido opuesto al del chorro de fuego. Disponiendo convenientemente las fuentes se puede hacer girar la rueda en cierto sentido y después en el contrario.

Hay ruedas hechas con pocas fuentes y las

hay que, por el contrario, tienen de catorce a veintiocho fuentes.

Pero como estas últimas ruedas tienen evidentemente una circunferencia muy grande, un solo chorro de fuego, aunque sea muy vivo, no haría girar la rueda, porque estas ruedas son bastante pesadas; esto se remedia haciendo que se enciendan dos fuentes a la vez. Entonces las fuentes se dividen en dos series de igual número de fuentes; por ejemplo, si toda la rueda tiene catorce fuentes, se hacen dos grupos de siete cada uno, cuidando de que las fuentes vayan ordenadas según los calibres, como ya se ha indicado.

Las dos series o filas de fuentes se ponen una a continuación de la otra, y con una mecha se hace comunicar la primera fuente de la primera fila con la primera fuente de la segunda fila. Así, por ejemplo, las dos primeras fuentes que se encienden pertenecen a filas distintas, son opuestas y de distinto calibre, y lo mismo las dos segundas, etc.

Frecuentemente en medio de la rueda se ponen bengalas pequeñas y a veces llamas. Tanto las primeras como las segundas han de tener la duración de las fuentes, de modo que éstas y las bengalas se apaguen al mismo tiempo. La práctica enseña la apropiada longitud de las bengalas en relación con el número de fuentes.

Las luces pueden ponerse sobre los seis radios, y entonces son sencillas, o en un radio sí y en otro no, y entonces son dobles.

Es inútil recordar que las luces deben tener en el fondo 2 cm. de arcilla batida y una boca, que se hace con un punzón, para que entre el clavo fijo en el radio de la rueda. Antes de

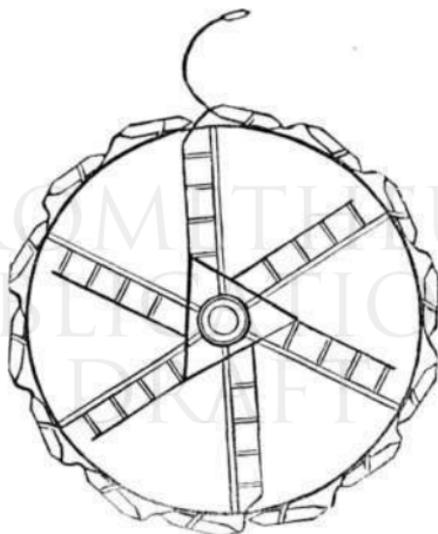


Fig. 60

fijarlas se sumerge el extremo de la bengala en cola fuerte para pegarla sobre la madera, pues de otro modo la fuerza de la fuente la arrojaría al aire.

Las luces se colocan oblicuamente sobre el radio, de modo que al girar la rueda, la llama en cuanto sea posible, tenga la misma dirección de la bengala.

Colocadas las luces en su sitio, se les pone la mecha con el pasafuegos. como dijimos para las lanzas. En el centro de la rueda los pasafuegos forman un triángulo cuando son solamente tres radios los que tienen luces, y cuando éstos son seis en medio de cada lado del triángulo se fija otro pasafuegos, como se ve en la figura 60.

Para las bengalas que se ponen en medio de las ruedas, se usan composiciones vivas, porque

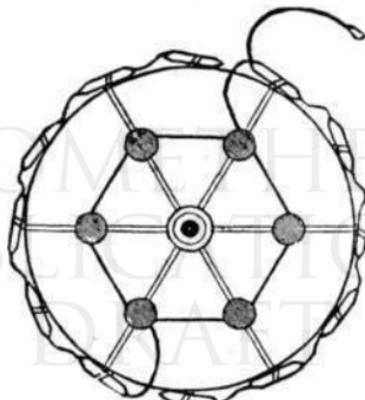


Fig. 61

de lo contrario con la velocidad del movimiento podrían apagarse. En medio de la rueda, como ya se dijo, pueden ponerse también tres o seis llamas, que van colocadas perpendicularmente a la rueda, como indica la figura 61.

A continuación damos algunos ejemplos:

1.<sup>a</sup> *rueda*

con siete fuentes y seis luces

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 3 fuentes de hilera | 2 fuentes con acero |
| 1 fuente con carbón | 1 fuente con carbón |

- 3 bengalas en el centro: azul y rojo (a partes iguales)
- 3 bengalas externas: azul y blanco (a partes iguales)

2.<sup>a</sup> rueda

con siete fuentes y tres llamas

- 7 fuentes de hilera                      3 llamas violeta

3.<sup>a</sup> rueda

con catorce fuentes (dos filas) y seis llamas

**Cada fila**

- 2 fuentes con fuego chinesco                      1 fuente con carbón
- 2 fuentes de hilera                                      1 fuente con acero

Cada llama

Mitad violeta y mitad verde

**C) RUEDAS CON RADIOS PROLONGADOS  
GUARNECIDOS DE LUCES**

Sobre los seis radios de una rueda se clavan varillas de longitud igual al diámetro de la

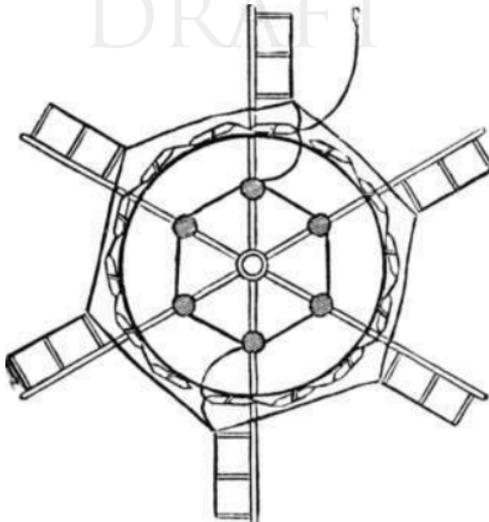


Fig. 62

rueda, y en los extremos exteriores al círculo

se fijan luces en la misma dirección de las fuentes.

En el centro de la rueda se pueden poner luces o llamas (fig. 62).

De este modo, al encenderse las fuentes que rodean la rueda, gira ésta, viéndose en la parte de fuera un círculo de fuego coloreado.

Los cambios de color de las luces deben ser muy pronunciados, por ejemplo:

### *Bengalas*

Centro de la rueda: color rojo

Prolongaciones de los radios: color blanco

Centro de la rueda: color azul

Prolongaciones de los radios: color amarillo

### D) GIRASOLES

Son ruedecitas compuestas de un cubo con tres radios pequeños. En el extremo de cada radio se fija una fuente, y si se quiere, se fija otra en el punto opuesto a cada una de las primeras, y en sentido opuesto a éstas (fig. 63).



Fig. 63

El efecto es agradable, pues alrededor de un pequeño centro oscuro se ve una ancha faja de fuego radiante; de aquí su nombre de girasol.

La composición más adecuada para estas ruedas es la brillante (pólvora y agujas, o pólvora y limaduras de acero).

### E) RUEDAS HORIZONTALES

Las ruedas horizontales se hacen en un todo semejantes a las verticales, diferenciándose sólo en que las verticales pueden encenderse aisladamente, mientras que las horizontales sirven casi

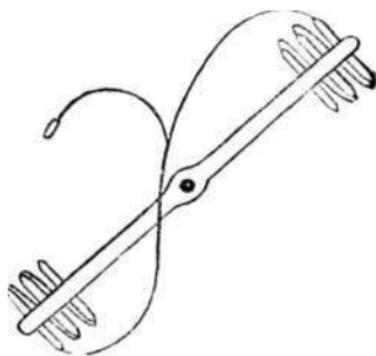


Fig. 64

siempre para dar movimiento a alguna pieza giratoria y por consiguiente no llevan nunca lanzas en su centro.

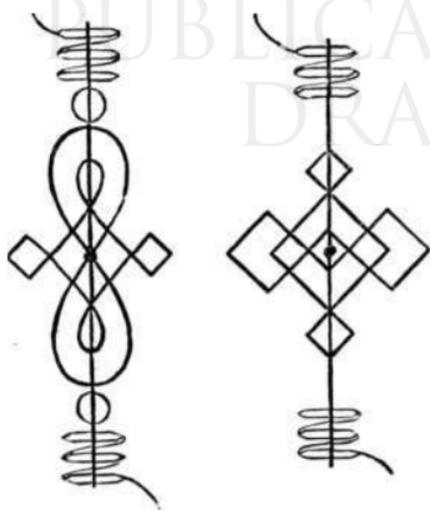


Fig. 65

### F) VARILLAS GIRATORIAS

Son listones de madera con un cubo en el centro. En los extremos se ponen cohetes, que se van encendiendo dos a dos, esto es, uno de un extremo y otro del extremo opuesto (fig. 64).

Estas varillas se utilizan algunas veces para mover piezas giratorias, y pueden estar guarnecidas con luces en medio y en toda o parte de su longitud (fig. 65).

Con varillas giratorias se puede representar un molino de viento.

### G) MARIPOSAS O GIRÁNDULAS VOLADORAS

Se toma una ruedecita ligera que tenga por cubo una caña de 8 cm. de longitud, obturada

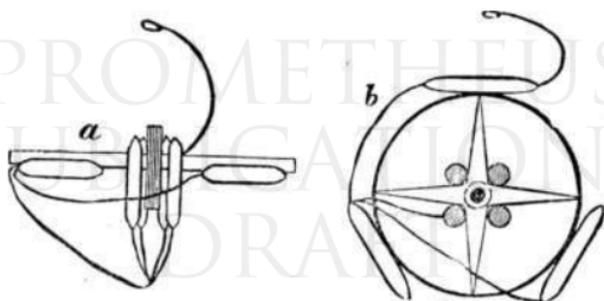


Fig. 66

por una parte. Se fijan alrededor de la rueda tres fuentes y alrededor del cubo cuatro, un poco más grandes que las primeras, con las mechas vueltas hacia abajo. Todas estas fuentes se cargan con limadura de acero (16 de pólvora, 2,5 de limadura).

La primera fuente que se enciende es una horizontal, que hace girar la mariposa sobre el perno que está dentro del cubo de caña; después arden las otras dos fuentes que la hacen girar y

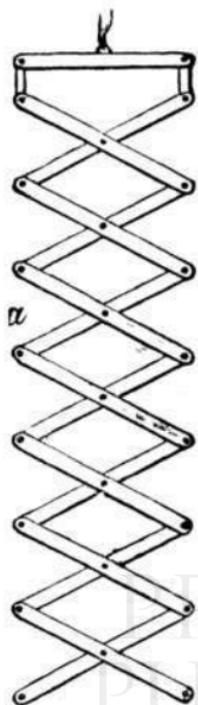


Fig. 67

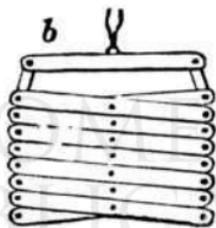


Fig. 68

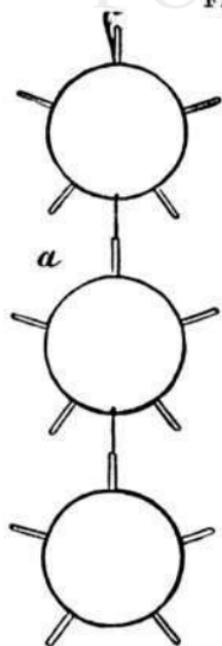
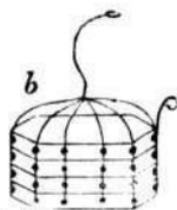


Fig. 69

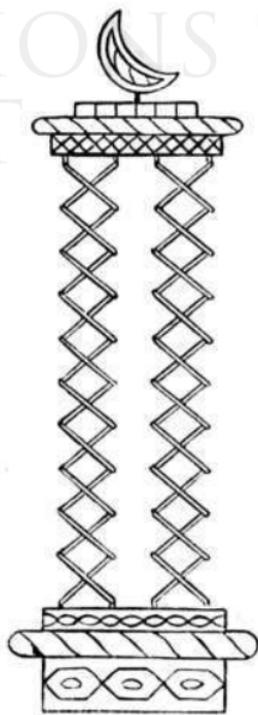
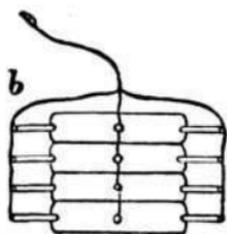


Fig. 70

las otras cuatro que simultáneamente la hacen subir (fig. 66).

## H) ESCALAS

Los pirotécnicos llaman escalas a una armazón móvil, hecha de muchas varillas que se unen dos a dos formando rombos pequeños. Las varillas están clavadas de modo que la escala pueda alargarse y acortarse (fig. 67, *a*).

Están guarnecidas de luces que se colocan en el extremo o en el centro de cada varilla.

Puestas las luces, se cierra la escala, las luces se aproximan y se les pone la mecha de modo que la escala queda como un rectángulo dividido en dos (fig. 67, *b*). Así cerrada, se coloca verticalmente sobre la pieza de fuego de que se trate, y al arder, el mismo peso hace alargar la escala en toda su extensión.

Con el mismo sistema se hacen escalas de varias clases, por ejemplo, las escalas con estrellas, con cercos, etc. (figs. 68 y 69).

**Escalas en columna.** — Si en el extremo de dos escalas se fija una armazón en forma de capitel, guarnecida de luces, y en la parte inferior una armazón que represente la base, también guarnecida de luces, se tiene lo que los pirotécnicos llaman escalas en columna (fig. 70).

Es natural que primero se cierra la columna

y después se ponen las mechas, suspendiendo finalmente la columna de la pieza.

#### I) COLUMNA DE CERCOS

Se reúnen muchos cercos con alambre de hierro de modo que se forme una columna que pueda alargarse y acortarse. Los círculos se guarnecen con lanzas. Primero se cierra o se acorta la columna y después se ponen las mechas (fig. 71).

#### J) SOLES DE FUENTES, FIJOS

La armazón consiste en dos cercos concéntricos unidos por dos tablillas que se cortan perpendicularmente. Alrededor, y en la dirección de los radios, se ponen las fuentes, que se comunican entre sí por medio de una mecha. Cuando esta pieza se enciende, produce una sensación muy parecida a la del sol; de aquí su nombre de sol de fuentes.

Se hacen soles de ocho, de diez, de doce y de gran número de fuentes.

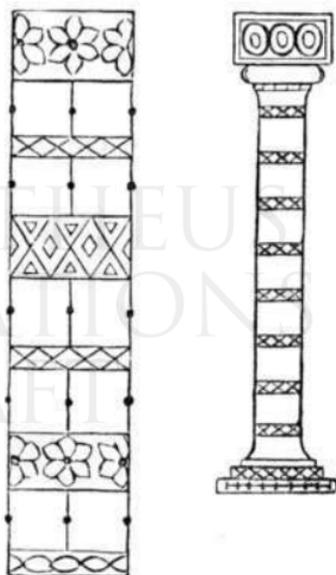


Fig. 71

Los grandes soles se hacen con varios círculos concéntricos, de modo que sea posible colocar varias series de cohetes. Las mechas se ponen de modo que estas series de cohetes puedan encenderse todas en un instante, o que al terminar la primera serie de cohetes (sobre el círculo ex-

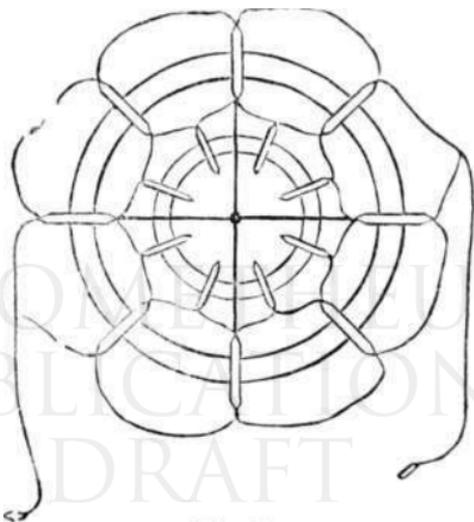


Fig. 72

terior) empiece a arder la segunda y así sucesivamente. De este modo el sol dura mucho más.

Las diversas series de fuentes se pueden cargar con composiciones diferentes, de manera que el efecto vaya siendo cada vez mayor.

Hay que procurar que las fuentes de cada círculo sean del mismo calibre y estén cargadas con uniformidad.

La figura 72 representa un sol con dos series, y la 73 un sol con tres series.

Algunas veces los diversos cohetes se disponen alrededor del mismo cerco. Este sistema tiene

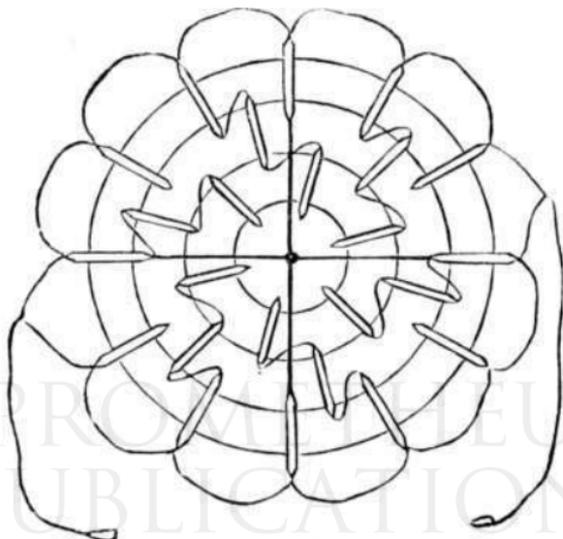


Fig. 73

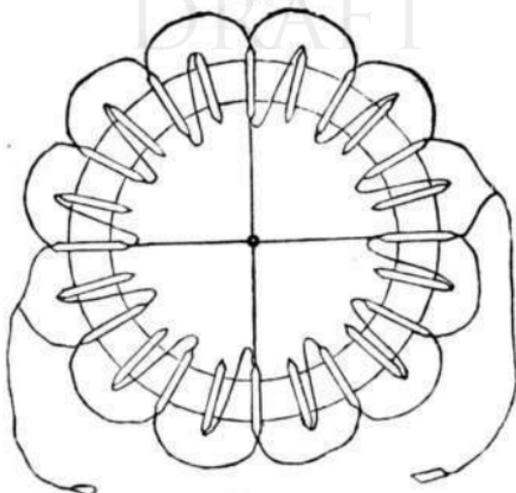


Fig. 74

la ventaja de que el sol conserva siempre el mismo tamaño para cada serie de cohetes. Sin

embargo, el sol que tiene más de dos series presenta el inconveniente de tener que reducir el número de fuentes de cada vuelta.

Por esta razón el sol de dos cercos de la figura 74 es preferible al de la figura 72, y el de tres cercos de la figura 75 es preferible al de la figura 73.

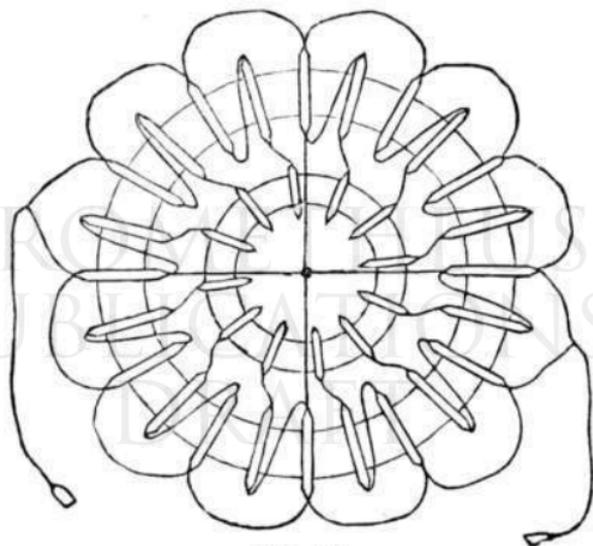


Fig. 75

Para las fuentes que estén en el mismo círculo, las mechas se colocan como dijimos para las «fuentes de recreo».

### K) SOLES GIRATORIOS

Se diferencian de los anteriores en que en vez de estar montados sobre un sostén fijo como aquéllos, van sobre una verdadera rueda; y en

que las fuentes están colocadas un poco oblicuamente sobre los radios.

En medio se pueden poner llamas como en las ruedas.

Encendidas las fuentes, el sol empieza a girar con lentitud y después con movimiento regular.

En estas piezas se presenta la dificultad de fijar las fuentes obli-

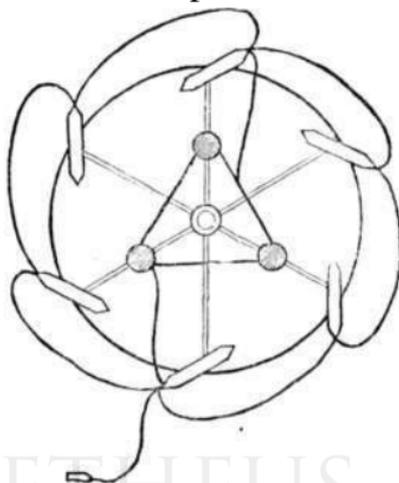


Fig. 76

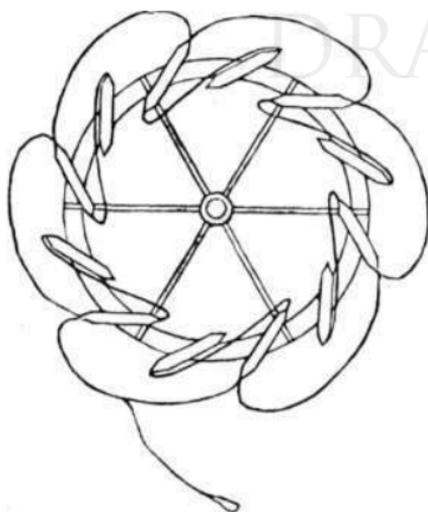


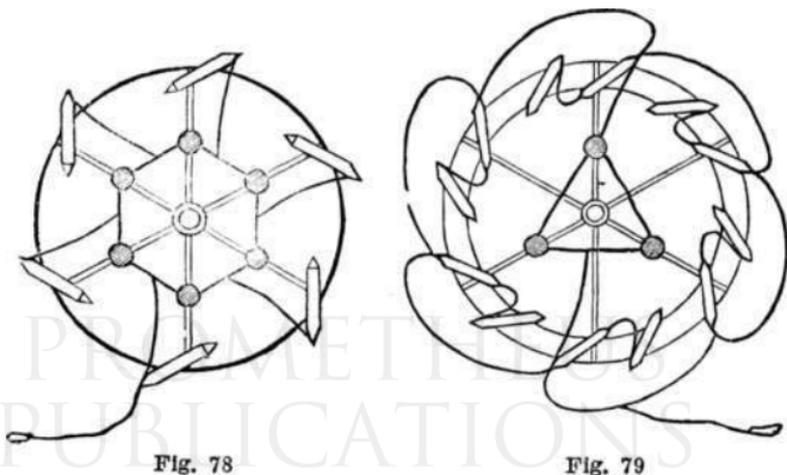
Fig. 77

cuas; para vencerla, cuando se trata de soles pequeños se toma una rueda que tenga un número de radios iguales al de fuentes, de modo que cada fuente esté sujeta al radio y al cerco; para los grandes se fija en el centro de la rueda un segundo cerco y así se puede poner el número de fuentes que se quiera independientemente del número de radios. Lo

mismo que para el sol fijo, se puede hacer tam-

bien el giratorio con dos o tres series o vueltas, poniendo fuentes intermedias.

La figura 76 representa un sol giratorio con seis fuentes y tres llamas en el centro; la 77, un



sol giratorio con dos vueltas; la 78, un sol giratorio con seis fuentes y seis llamas, y la 79, un sol giratorio de dos series con llamas.

#### L) TORNILLOS

Se toma un cerco de madera ligera y se refuerza con cuatro varillas cruzadas; después con cuatro travesanos se forma un cono que termina en su parte superior con un sombrerete torneado. Alrededor de los travesanos se hace pasar una espiral, sobre la cual se fijan las lanzas.

Para dar el movimiento se disponen varias

fuentes alrededor del cerco, como en una rueda horizontal.

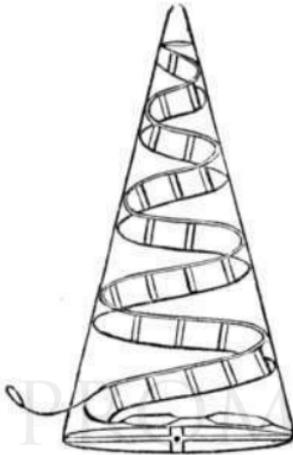


Fig. 80

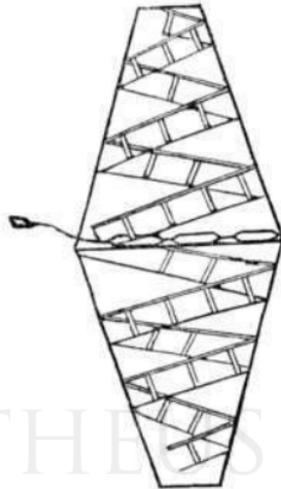


Fig. 81

Tornillo doble. — Es el formado por dos tornillos simples, unidos por la base, y que giran alrededor del mismo eje.

Frecuentemente, a las dos armazones indicadas anteriormente no se les pone la espiral, guarneciéndose los travesanos con lanzas. En este caso las armazones se hacen también con seis travesanos. Unas y otras están representadas en las figuras 80, 81 y 82.



Fig. 82

## M) COLUMNAS GIRATORIAS

Se unen dos ruedas pequeñas con tres o cuatro listones delgados de madera; se hace pasar una espiral a su alrededor y sobre ellas se colocan las luces. Al cerco inferior, o a los dos cercos, se fijan las fuentes que sirven para hacer girar la columna.

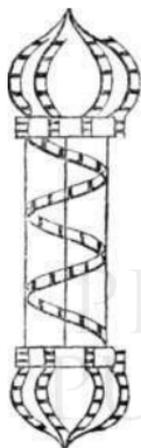


Fig. 83

N) ARMAZONES GIRATORIAS  
GUARNECIDAS DE LUCES

Además de los tornillos y de las columnas hay un gran número de armazones que guarnecidas de luces giran alrededor de un eje vertical, originando muy variadas formas. Unas veces

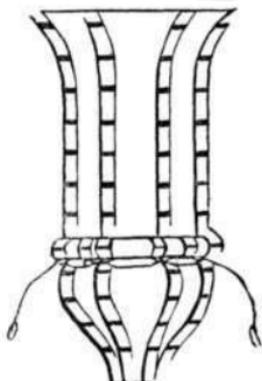


Fig. 84

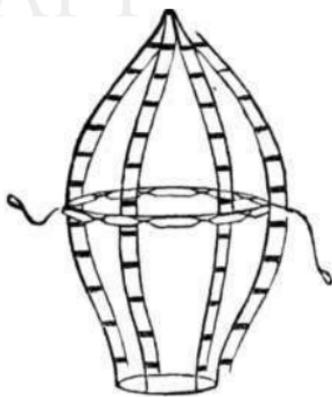


Fig. 85

se presentan como un gran vaso, otras, como un globo o esfera, etc.

Se comprende fácilmente que estas piezas han de tener en su parte inferior uno o más círculos guarnecidos de fuentes para hacerlas girar.

Estas fuentes se cargan con pólvora y carbón ligero en cantidad conveniente para no quitar brillantez al fuego de las lanzas (figuras 83, 84 y 85).

#### O) ARMAZONES PEQUEÑAS FIJAS GUARNECIDAS CON LUCES

Las figuras 86 y 87 representan dos de estas armazones que, guarnecidas de luces, embellecen



Fig. 86



Fig. 87

y adornan los grandes fuegos artificiales; las armazones grandes que forman piezas separadas se verán en el capítulo siguiente.

Toda la dificultad consiste en la forma, pues con un poco de paciencia, una vez hecho el croquis, se reproduce fácilmente con listones de

madera. Después, en el lugar de las lanzas se ponen clavos pequeños.

P) PIEZAS FORMADAS POR ELEMENTOS  
GIRATORIOS Y FIJOS

Estas piezas pueden ser ruedas, columnas giratorias, tornillos, etc., y armazones fijas guarnecidas de luces. El conjunto puede ser fijo o giratorio

Estas piezas, bien hechas, producen un gran efecto.

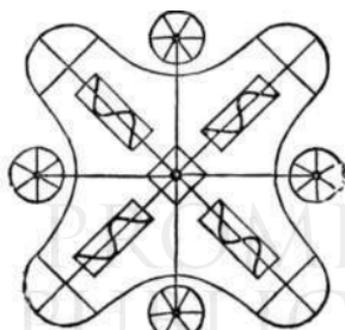


Fig. 88

Al montarlas hay que tener en cuenta el disponer los fuegos de modo que las fuentes de los

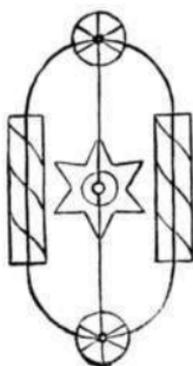


Fig. 89

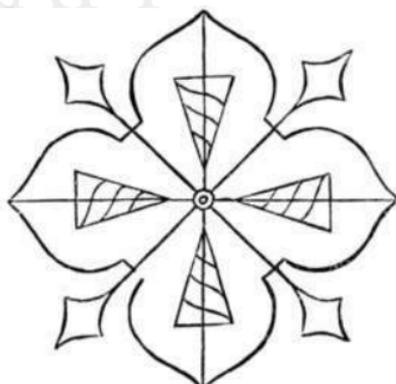


Fig. 90

elementos móviles no toquen con su fuego las lanzas, siempre que sea posible cuando menos.

Además las fuentes que hacen mover toda la pieza deben estar en proporción con el peso total, para dar un movimiento regular y no muy rápido, a fin de que el dibujo no se confunda durante el movimiento.

La figura 88 representa una pieza con cuatro columnas giratorias y cuatro ruedas con benga-

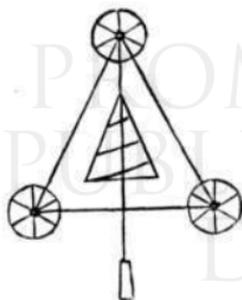


Fig. 91

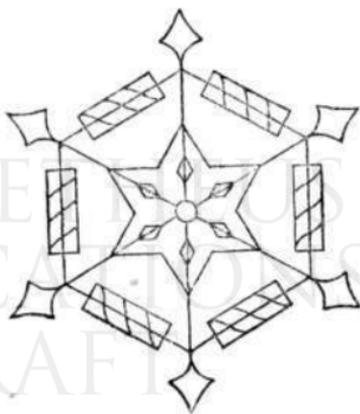


Fig. 92

las en el centro. Después hay una línea curva guarnecida de luces. Toda la pieza es giratoria, pues en los extremos de dos ejes perpendiculares hay fuentes que se encienden como las de las varillas giratorias. Las fuentes están colocadas dentro de las cuatro ruedas.

La pieza de la figura 89 está formada por dos columnas giratorias, dos ruedas y una estrella en el centro guarnecida de luces. Toda la pieza es giratoria, siendo el eje central una varilla

giratoria y las fuentes van colocadas dentro de las ruedas.

En la figura 90 se ve una pieza formada por tres tornillos y una rueda en el centro. El conjunto es fijo.

La pieza representada en la figura 91 tiene un tornillo en el centro y guarniciones de luces alrededor, y es fija.

La figura 92 representa una pieza con seis columnas giratorias, una estrella en el centro y seis lancetas guarnecidas de luces alrededor; también es fija.

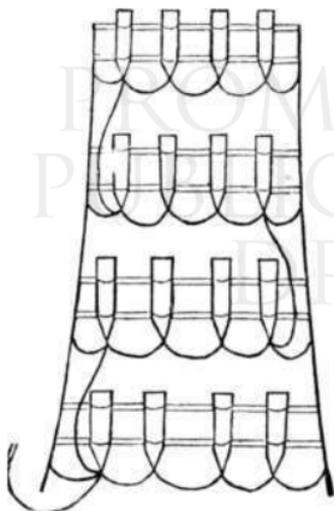


Fig. 93

Q) CASTILLOS CON SURTIDORES O CON MORTERETES

Se llama «castillo» a una armazón piramidal de base cuadrada, que tiene por cada lado travesanos paralelos, sobre los cuales se fijan los surtidores o los morteretes.

Se ponen primero los morteretes, y después se les colocan las mechas, que ponen en comunicación los de la misma serie; con dos mechas opuestas se hacen comunicar los de una serie con los de la serie superior. De este modo el fuego se propaga con mucha rapidez, los morte-

retes estallan sucesivamente lanzando las granadinas, que a su vez estallan arrojando estrellas de diversos colores (fig. 93).

#### R) FUEGO AEABESCO

El fuego arabesco se hace con dos ruedas del mismo tamaño, guarnecidas con fuentes como dos soles giratorios. Puestas ambas ruedas sobre el mismo eje, deben girar en sentidos contrarios.

Las mechas se ponen de modo que se enciendan al mismo tiempo cuatro fuentes de la primera rueda y cuatro de la segunda.

Del mismo modo toma el fuego la segunda serie, etc. Así, pues, para tres series se necesitan veinticuatro fuentes.

Hay que tener en cuenta que para obtener el máximo efecto de esta pieza es preciso hacerla de modo que las fuentes se muevan muy lentamente.

#### S) BATERÍAS

Hechas las bombas, se introducen en los cartuchos y se les ponen las mechas como ya dijimos anteriormente. Se toman dos mechas y se ponen sus extremos reunidos en el cuello del cartucho y se amarran. Los otros extremos de las mechas van provistos de manguitos. Des-

pues, con una mecha que va de un manguito a otro, se comunican entre sí los cartuchos.

En una batería, las bombas se disponen según su magnitud; primero las pequeñas y después las más grandes, por grados sucesivos, siendo la última la más grande de todas (fig. 94).

Algunas veces se intercalan en una serie de bombas, otras bombas de gran calibre, pero éstas



Fig. 94

deben tener mecha propia y estar dispuestas al otro lado de la batería.

Por ejemplo, sea una batería de 45 bombas, siendo 30 del calibre número 1. Después de las 15 primeras se pone una más grande con mecha separada. Después de las 15 segundas, se ponen dos más grandes; luego, 10 del calibre número 2; se ponen 4 del calibre número 3, y, por último, una del calibre número 4. Las tres más grandes que se han intercalado no se cuentan como de la batería, que sólo consta de 45 bombas.

### T) BATERÍAS DE CANDELAS ROMANAS

Se entiende por batería de candelas romanas un conjunto de candelas romanas que arden al mismo tiempo. La armazón se hace de distintas formas, según sea el efecto que se quiera obtener con las proyecciones de las estrellas.

Frecuentemente la armazón es una superficie plana hecha con varias traviesas paralelas, a las cuales se fijan las candelas romanas, y de este modo las estrellas son lanzadas hacia un solo lado.

Algunas veces se reúnen diversas armazones de modo que formen una figura cuadrada, rectangular, hexagonal, etc.

Este es uno de los fuegos más vistosos, por lo cual se encuentra con tanta frecuencia en los grandes fuegos artificiales.

El máximo efecto se obtiene montando un castillo con candelas romanas.

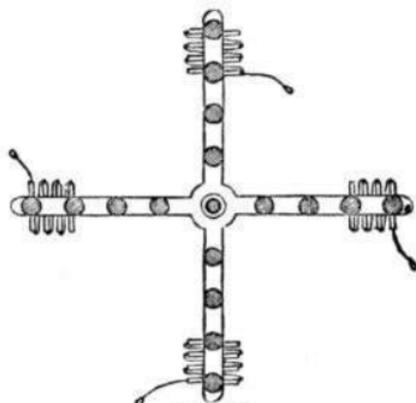


Fig. 95

### U) DISCOS DE FUEGO COLOREADO

Sobre dos listones giratorios, puestos en cruz y teniendo un cubo

común, se disponen llamas de colores muy vivos. Estos discos se hacen muy grandes, y para que el fuego de las fuentes no se vea, se cargan con pólvora y carbón ligero.

Estas piezas, una vez encendidas, producen un grandioso efecto (fig. 95).

### 7) QUITASOLES

Sobre una armazón parecida a la indicada para los soles fijos, pero un poco cónica y colocada horizontalmente, se ponen cohetes inclinados, que se encienden al mismo tiempo.

Se puede, como en los soles fijos, hacer dos o tres series, colocando cohetes intermedios cargados, si se quiere, con otra composición.

Si se toma una rueda y se guarnece con cohetes, como un quitasol y con otros cohetes situados de modo que hagan girar la rueda, y que todos se enciendan al mismo tiempo, se tiene un quitasol giratorio, y si se guarnece con fuegos chinescos, se obtiene una sombrilla japonesa.

### W) IMITACIÓN DE FLORES CON LANZAS PEQUEÑAS, PARA DECORACIONES

Toda la dificultad consiste en hacer la armazón. Para lograr un buen efecto se deben

evitar las armazones demasiado complicadas y las flores de contornos muy recortados.

Las lanzas deben ser pequeñas y bien dispuestas, de modo que reproduzcan fielmente el dibujo.

Estas piezas requieren mucha paciencia, necesitándose práctica para que tengan éxito.

En las figuras 96 y 97 están representadas dos de estas piezas. Las hojas, las flores y el vaso son de madera ligera y pintadas con los colores de las lanzas. Estas partes constituyen otros tantos elementos separados, que pueden agruparse como mejor parezca, valiéndose de clavos pequeños y



Fig. 96

alambres de hierro. De este modo, con los mismos elementos se pueden hacer figuras distintas.

Estos vasos de flores se pueden poner sobre pilares y columnas guarnecidas con luces, en los fuegos para iluminación.

Del mismo modo se pueden hacer también monogramas, escudos, etc., rodeados de ramos con hojas y flores. El monograma puede ser también una pieza separada para que, según las

ocasiones, puedan emplearse los monogramas convenientes.

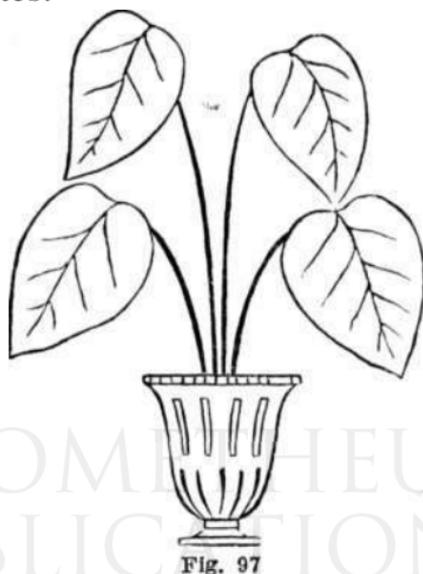


Fig. 97

Ramillete de flores. — Con lo dicho hay suficiente para hacer ramilletes de flores de formas muy variadas (fig. 98).

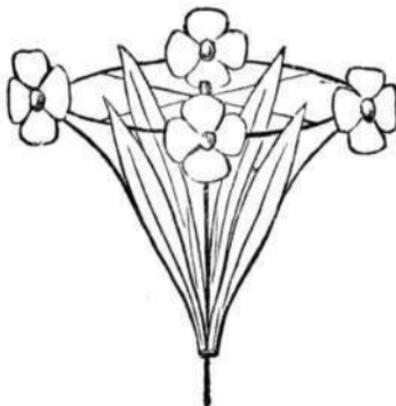


Fig. 98

#### X) VASOS LUMINOSOS VOLADORES

Se forman con armazones muy ligeras, según los dibujos hechos de antemano. Ordinariamente la armazón es de tiras de caña.

La armazón se guarnece con lanzas pequeñas,

y el movimiento lo producen las fuentes. Estas deben ser suficientes para levantar la armazón guarnecida de luces a cierta altura. Por esta razón hay que hacer muchos ensayos antes de obtener un resultado satisfactorio.

El más sencillo de los vasos giratorios es el llamado comúnmente *cesta*.

Cesta. — La armazón se hace con dos cercos de tiras de caña, unidos con cuatro traviesas en forma de cono truncado vuelto hacia abajo, debiendo ser lo más ligera posible. El primer cerco debe tener el cubo de caña obturado para alojar el hierro que lo mantiene suspendido. El segundo cerco, distante del primero unos tres radios, es mucho más pequeño.

El fuego se dispone como sigue. Se toman seis fuentes y se ponen alrededor del cubo, con las mechas hacia abajo, cuatro fuentes alrededor del cerco superior con mechas que las unan dos a dos. Sobre las traviesas se fijan las luces, cuatro por cada traviesa, o sea dieciséis luces en conjunto.

Primero se encienden dos fuentes opuestas del cerco superior, que hacen girar la cesta alrededor del eje, y después las luces y las seis fuentes, que las hacen subir en el aire (fig. 99).

La figura 100 representa otro vaso volador. Consta de dos hélices entrecruzadas que terminan en un *farolillo*. Alrededor de la rueda

superior van colocadas cuatro fuentes bastante grandes con limaduras de acero.



Fig. 99

Es preciso que las lanzas estén vueltas hacia el suelo. Primero arden las luces, después dos fuentes de las que rodean el círculo superior, que hacen girar toda la armazón, y por último, las otras dos fuentes y las catorce verticales, que la

hacen subir en el aire.

Ramilletes de flores voladores. — Con lo ya expuesto se pueden hacer ramilletes de flores voladores, agregando a la armazón un círculo pequeño poco distante del superior y provisto de fuentes bastantes para hacer que se eleve en el aire.

#### Y) RUEDAS LUMINOSAS VOLADORAS

Se hace una rueda como la que sirve para la mariposa, con un cerco de madera para tamices. Alrededor del cerco hay seis clavos que sirven para sostener otras tantas llamas con fuego de color. Por debajo de éstas van fijas alrededor del círculo cuatro fuentes,

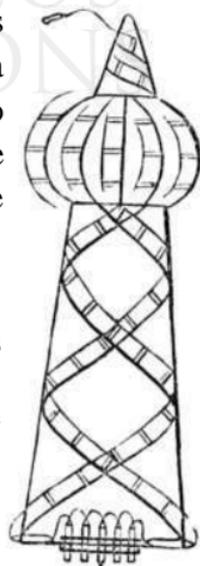


Fig. 100

y en el cubo seis, con limaduras de acero.

Las mechas se colocan de modo que primero ardan dos fuentes opuestas y las llamas; después, las otras dos fuentes y las seis verticales que hacen que la rueda ascienda.

## Z) RUEDAS VERTICALES VOLADORAS

Se hacen de tiras de caña, excepto el cerco exterior que es de madera ligera, de la que se emplea para los tamices.

En el medio llevan otra rueda, y sobre ésta otra, a una distancia de 8 cm., y sostenida por algunas traviesas.

Alrededor del cerco exterior se colocan dos filas o series de tres fuentes cada una; alrededor de los dos cercos interiores se fijan perpendicularmente a los radios seis fuentes bastante grandes con limadura de acero, y sobre los radios se ponen seis llamas pequeñas.

Las mechas se colocan de modo que primero se enciendan dos fuentes opuestas del cerco exterior, después otras dos y por fin las restantes, al mismo tiempo que las llamas y las seis fuentes del centro. Estas últimas, dando una gran sacudida a la rueda, hacen que ésta salga del eje, y como éste está algo encorvado y el cubo de la rueda es corto y ancho, la rueda da la vuelta fácilmente y se coloca horizontal, y entonces las

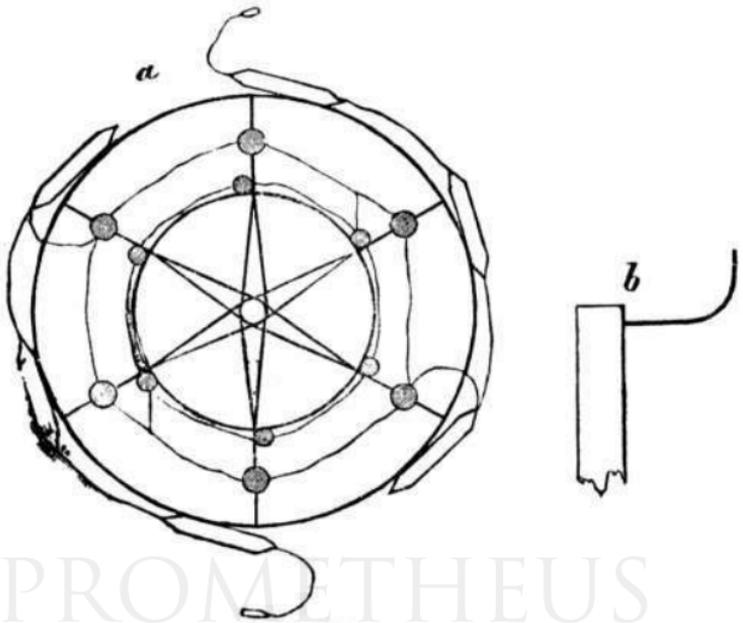


Fig. 101

PROMETHEUS  
PUBLICATIONS  
DRAFT

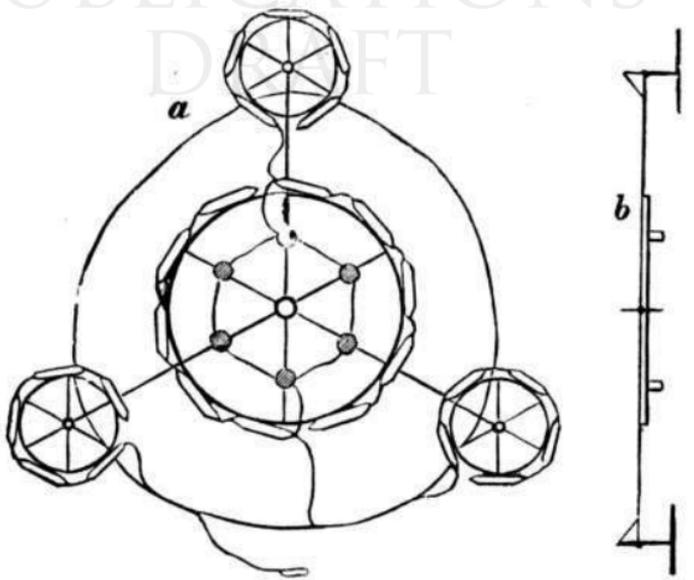


Fig. 102

seis fuentes, habiendo quedado en posición vertical, la elevan con gran fuerza en el aire (fig. 101).

Es preciso que el soporte de madera (figura 101, *b*) termine 4 cm. por encima de la boca en que va el hierro, para no entorpecer la salida de la rueda.

### Z') RUEDAS CON RADIOS GUARNECIDOS DE RUEDECITAS

Se prolongan tres radios de una rueda y en sus extremos se fijan tres ruedecitas, de modo que queden colocadas por delante de la rueda. Esta debe tener dos filas o series de fuentes para hacer girar toda la pieza; para regular la fuerza de las fuentes es necesario haber hecho algunos ensayos, pues si la rueda gira con una velocidad excesiva, no se distinguirían claramente las otras ruedecitas.

La figura 102 representa la vista de frente *a* y de perfil *b* de la pieza.

## CAPÍTULO IX

### **Grandes fuegos artificiales**

Los grandes fuegos artificiales son combinaciones de los diversos fuegos que acabamos de describir. De aquí que su número sea ilimitado, pues las combinaciones que pueden hacerse con tantos elementos distintos son innumerables.

Describiremos los grandes fuegos, tratando primero de los soportes, de la disposición, del orden en que se encienden, etc.

#### A) SOPORTES

Los soportes han de ser fuertes y resistentes, debiendo sostener no sólo el peso de los fuegos, sino resistir a sus reacciones y a cualquier fuerza externa eventual. En efecto, muchas veces ha sucedido que por ser un madero demasiado delgado, ha oscilado a causa del viento y se han roto las comunicaciones entre las varias partes, resultando el fuego de un efecto lamentable.

## B) DISPOSICIÓN

Los fuegos deben estar dispuestos de modo que puedan verse fácilmente por los espectadores. Es preciso que ninguna pieza tape la vista de otra, y cuando, a causa del poco espacio disponible, hayan de ponerse en fila, es muy útil adoptar los *soportes móviles* (fig. 103).

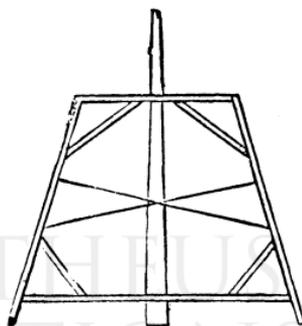


Fig. 103

En la disposición de los fuegos artificiales debe tenerse en cuenta la dirección del viento, para que el humo no impida la vista del espectáculo, y además debe cuidarse de que los espectadores estén protegidos de eventuales caídas de cartuchos encendidos o de sus residuos incombustibles.

## C) ORDEN DEL ENCENDIDO

Los grandes fuegos se anuncian con el disparo de las baterías, de las granadas o de los cohetes voladores. Las granadas se disparan también entre unas piezas y otras, como intermedios.

En cuanto a las piezas, se encienden primero las sencillas; después y de un modo pro-

gresivo las más complicadas y de mayor efecto.

Por último, se enciende la pieza final, que puede decirse que es el resumen de la fiesta, pues casi siempre es una pieza alegórica. Finalmente, un número considerable de granadas pone remate al espectáculo.

#### D) CONTINUIDAD

Cada fuego artificial se compone de varias partes. Ahora bien, no siempre se enciende la segunda cuando ha terminado la primera, ni la tercera cuando termina la segunda; frecuentemente y según el efecto que se quiera conseguir, se hace que la segunda parte se encienda cuando aun no ha terminado la primera, y lo mismo para la tercera respecto a la segunda. Hay que tener en cuenta que la mucha complicación en estas combinaciones da lugar en general a confusiones.

#### E) SALVAS DE MORTERETES

No siempre se disparan las granadas una a una; ordinariamente se lanzan varias al mismo tiempo. Para ello, se colocan próximos entre sí varios morteretes y se reúnen las mechas de las bombas correspondientes (fig. 104).

Si describiéramos en particular todos los grandes fuegos artificiales, nos saldríamos de

los límites de este libro elemental; por esta razón indicaremos solamente algunos de ellos,

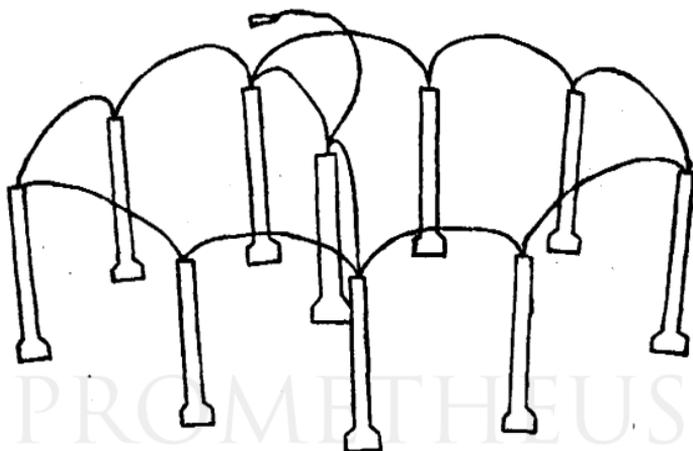


Fig. 104

Fig. 104

que servirán de modelos al aficionado pirotécnico para la formación de otros muchos.

#### F) EJEMPLO DE SUCESIÓN DE FUEGOS

##### *Pieza 1.<sup>a</sup> (fig. 105)*

Rueda: 1.<sup>er</sup> cerco, ocho bengalas.

De dos bengalas opuestas toman fuego sobre el 2.<sup>o</sup> cerco, seis fuentes de jardín que tienen bombas debajo. De una fuente sale a lo largo del eje una mecha que comunica con los morteretes que guarnecen el cerco superior.

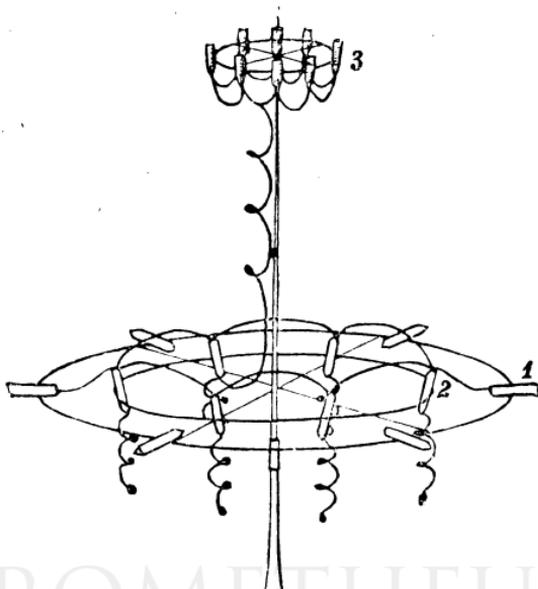


Fig. 105.

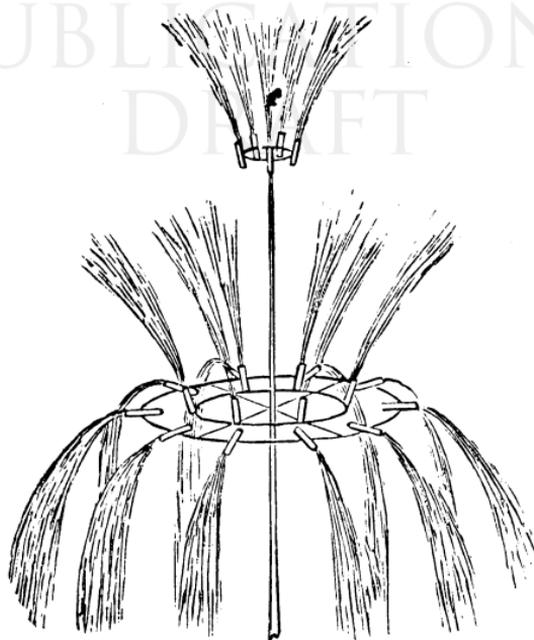


Fig. 106

*Pieza 2.<sup>a</sup>* (fig. 106)

Simultáneamente se encienden:

1.<sup>er</sup> cerco, surtidores formando quitasol.

2.<sup>o</sup> cerco, surtidores de jardín.

Todos de la misma composición.

Después y al mismo tiempo se encienden:

1.<sup>er</sup> cerco, surtidores formando quitasol.

2.<sup>o</sup> cerco, surtidores de jardín.

De la misma composición, pero distinta de la precedente.

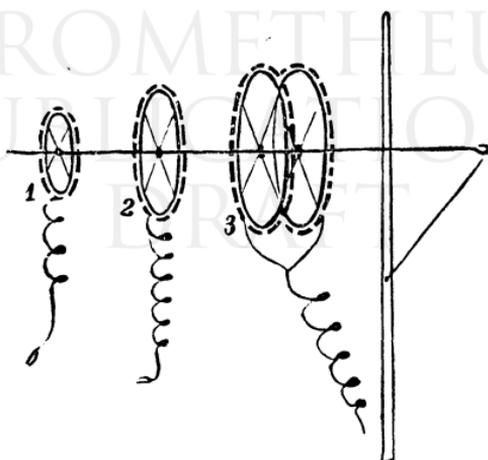


Fig. 107

*Pieza 3.<sup>a</sup>* (fig. 107)

1.<sup>a</sup> rueda con siete fuentes.

2.<sup>a</sup> rueda con catorce fuentes y llamas en el centro.

3.<sup>a</sup>, rueda, de fuego arabesco; consta de dos ruedas, cada una con dieciséis fuentes de las que se encienden cinco a la vez; se ponen las mechas de modo que giren en sentido contrario.

*Pieza 4.<sup>a</sup> (fig. 108)*

Cuatro quitasoles fijos o más, con un número de fuentes proporcional a su tamaño. Todos se

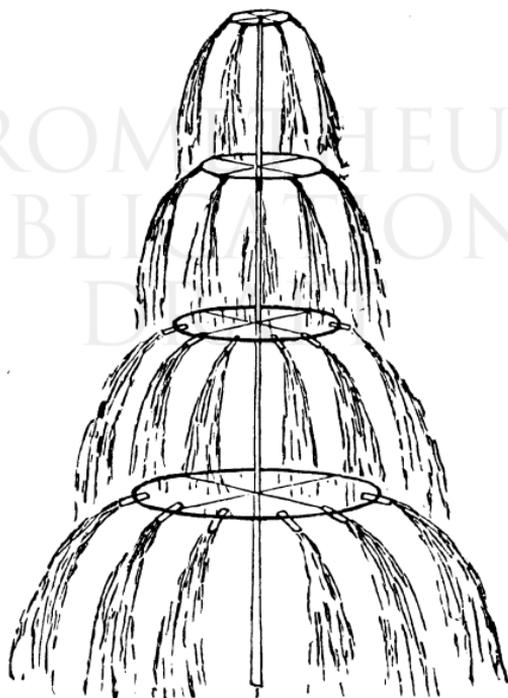


Fig. 108

encienden al mismo tiempo, formando una *cas-cada de fuego*.

*Pieza 5.<sup>a</sup> (fig. 109)*

Rueda: 1.<sup>er</sup> cerco, doce fuentes de recreo, que se encienden dos a dos.

2.<sup>o</sup> cerco, doce bengalas horizontales.

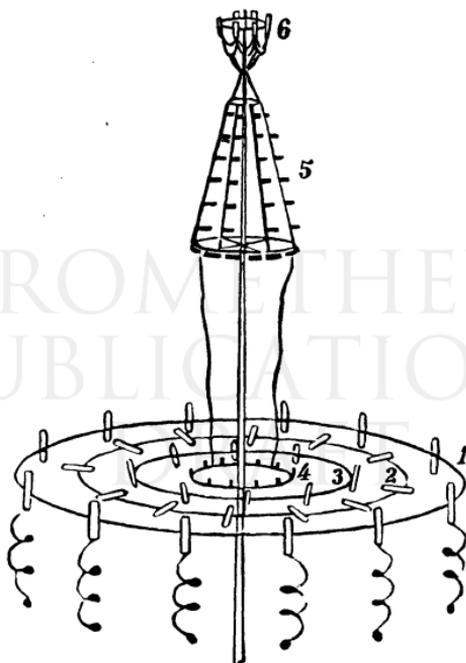


Fig. 109

3.<sup>er</sup> cerco, ocho fuentes de recreo dos a dos.

4.<sup>o</sup> cerco, seis fuentes de jardín.

De una fuente sale a lo largo del eje una mecha que va a comunicar con los morteretes que guarnecen el cerco superior.

De las últimas dos fuentes de jardín toma fuego la armazón giratoria cuyo cerco inferior

tiene catorce fuentes colocadas dos a dos. Las tablillas son seis, guarnecida cada una con otras tantas luces. Al quemarse las dos luces superiores, se enciende un cerco pequeño guarnecido con surtidores.

*Pieza 6.<sup>a</sup> (fig. 110)*

Rueda: como la anterior.

Después se enciende la armazón giratoria (2)

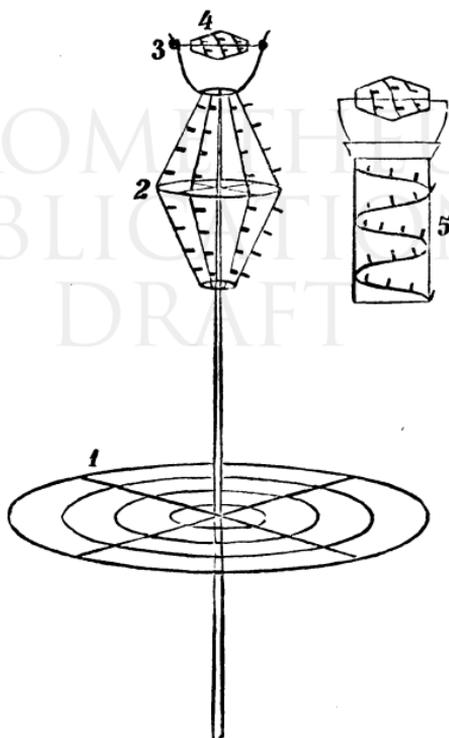


Fig. 110

cuyo cerco medio tiene catorce fuentes, que se encienden dos a dos. Las tablillas son doce, seis

en la parte superior y seis en la inferior. Cada tablilla está guarnecida con cuatro luces.

Quemadas dos luces superiores, toman fuego las dos bombas laterales (3) y al mismo tiempo la otra armazón pequeña (4) cuyo cerco medio lleva siete fuentes. En vez de la armazón giratoria indicada antes, se puede poner también una columna (5) guarnecida con luces.

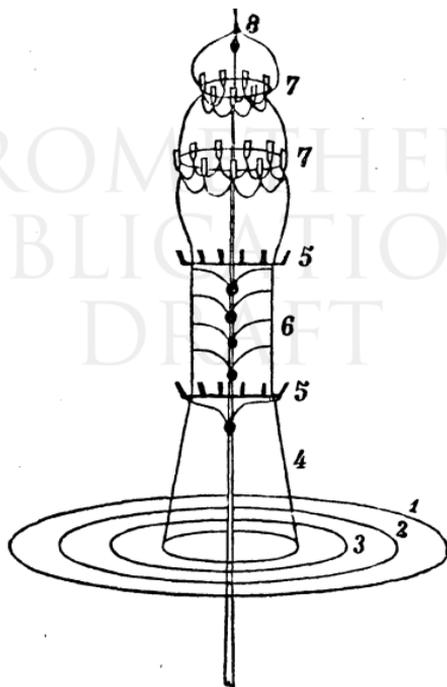


Fig. 111

*Pieza 7.<sup>a</sup> (fig. 111)*

Rueda: 1.<sup>er</sup> cerco, doce fuentes de recreo.  
2.<sup>o</sup> cerco, doce bengalas.

3.<sup>er</sup> cerco, ocho fuentes.

Después toma fuego el castillete (4) empezando por las dos vueltas de candelas romanas (5). Terminadas las candelas romanas, toma fuego la batería (6) y los dos círculos superiores, guarnecidos con morteretes (7). Por último, una bomba (8).

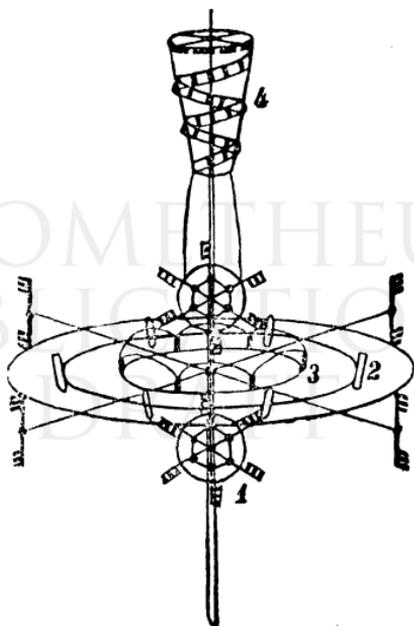


Fig. 112

*Pieza 8.<sup>a</sup> (fig. 112)*

Rueda: 1.<sup>er</sup> cerco, cuatro o seis ruedas con radios prolongados guarnecidos con luces.

2.<sup>o</sup> cerco, seis fuentes de recreo.

3.<sup>er</sup> cerco, seis fuentes de jardín.

Después se enciende el *vaso superior* (4), que primero gira alrededor de su eje y después se eleva en el aire.

*Pieza 9.<sup>a</sup>* (fig. 113)

Se enciende primero la rueda vertical de catorce fuentes (1) con llamas en el centro. Des-

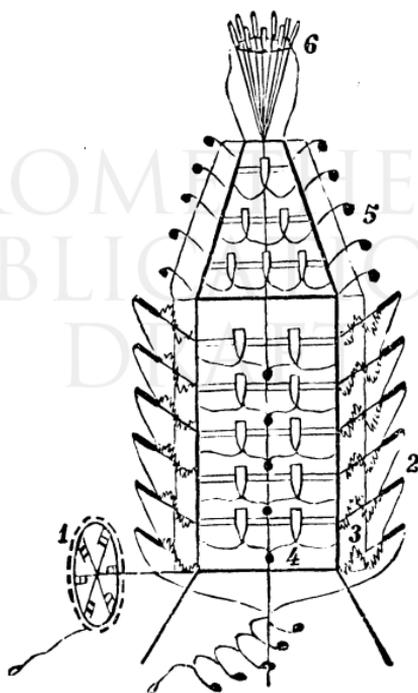


Fig. 113

pués toman fuego cuatro candelas romanas (2), una en cada ángulo, y después las tracas (3) y cuatro candelas romanas superiores. Terminadas las veinticuatro candelas romanas y las tracas,

se encienden los morteretes (4) entre los cuales hay varias bombas (5).

Finalmente se encienden los cohetes (6) que guarnecen el cerco pequeño superior.

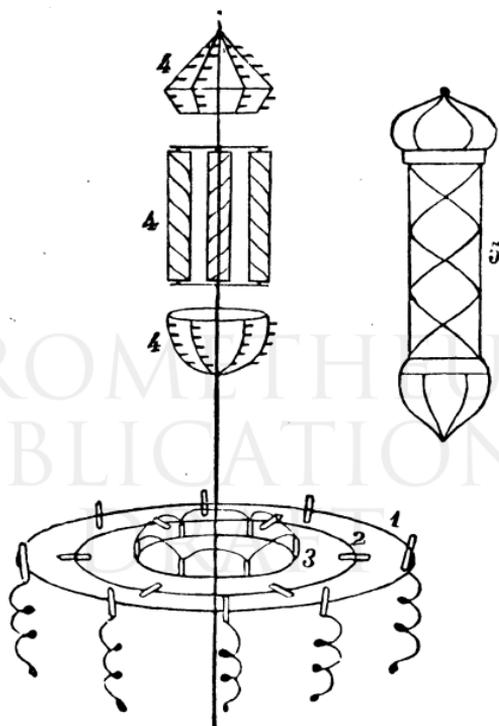


Fig. 114

*Pieza 10 (fig. 114)*

Rueda: 1.<sup>er</sup> cerco, ocho fuentes de recreo.

2.<sup>o</sup> cerco, seis bengalas.

3.<sup>er</sup> cerco, seis fuentes de jardín.

Después se enciende toda la armazón superior (4), compuesta de tres partes separadas.

La inferior tiene catorce fuentes, que se encienden dos a dos alrededor del cerco superior, y las tablillas van todas guarnecidas con luces.

La parte media tiene tres columnas, cada una de las cuales gira alrededor de su eje vertical, y las tres, por medio de fuentes colocadas sobre las traviesas inferiores, giran lentamente alrededor del eje central. Las columnas se guarnecen con luces de colores diferentes.

La parte superior tiene catorce fuentes, que van colocadas dos a dos alrededor del cerco inferior.

Las traviesas están guarnecidas con luces.

Se puede poner también la armazón (5) indicada al lado de la figura, en la que hay dos hélices que se guarnecen con luces de distintos colores. Las fuentes se ponen alrededor de los dos cercos.

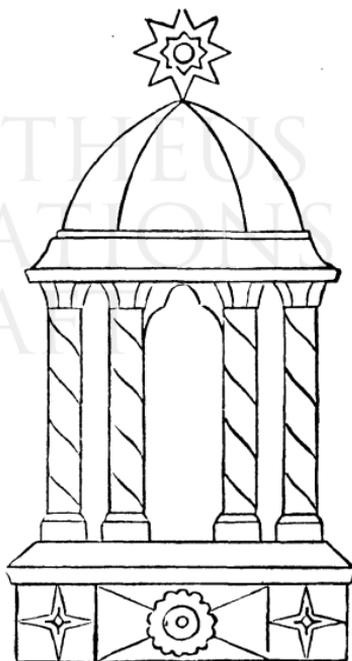


Fig. 115

*Pieza 11 (fig. 115)*

Un templete para iluminación.

*Pieza 12 (fig. 116)*

Rueda: 1.<sup>er</sup> cerco, doce fuentes de recreo.

2.<sup>o</sup> cerco, trece bengalas.

3.<sup>er</sup> cerco, seis fuentes de jardín.

Después se enciende la armazón superior compuesta de dos partes separadas. La superior

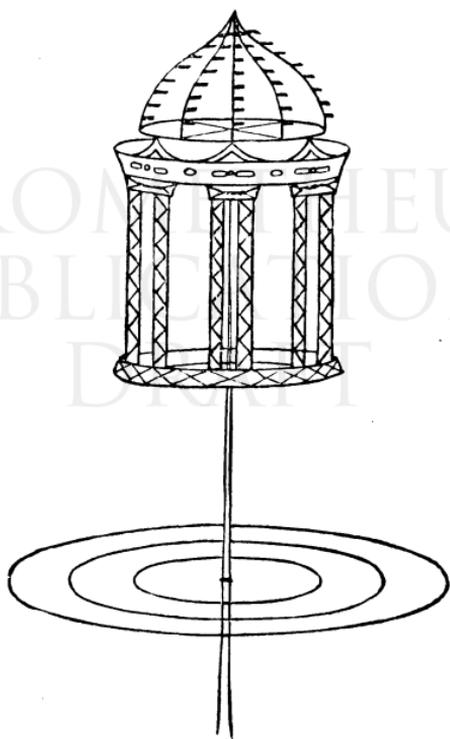


Fig. 116

no es más que una rueda horizontal sobre la cual se elevan ocho tablillas que van a juntarse en un cubo oculto. Puestas las fuentes alrede-

dor del cerco de la rueda y guarnecidas las tablillas con luces, se obtiene el efecto de una cúpula al encenderse el fuego.

La parte inferior está compuesta de dos grandes cercos unidos con columnas en escala. Cada cerco está formado por dos o tres círculos unidos por traviesas guarnecidas de luces. Debajo del cerco superior se fijan los capiteles de las columnas en escala, y los extremos inferiores de éstas se fijan al cerco inferior. De este modo, hasta que la pieza no se enciende, el cerco inferior queda algo por debajo del cerco superior (porque las escalas están cerradas). Cuando se enciende la pieza, las escalas se alargan y la armazón toma la forma que se ve en la figura 116.

*Pieza 13* (figs. 117 y 118)

Representa un barco, que al final del fuego se desliza sobre dos alambres. La armazón se hace de madera ligera y va cubierta de cartón pintado.

En el interior del barco se disponen traviesas para colocar los fuegos. Toda la armazón se sostiene en dos ejes, uno en la proa y otro en la popa, cada uno de los cuales lleva una traviesa en cruz que en sus extremos está provista de dos papeles arrollados por los cuales pasan los alambres. De este modo puede correr el

barco libremente sobre los alambres, impulsado

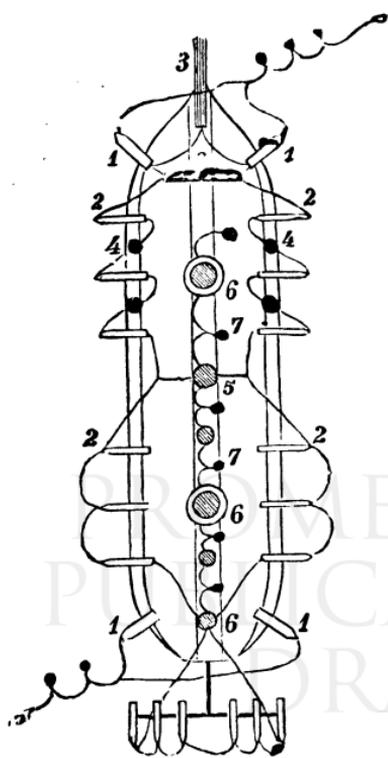


Fig. 117

por algunas fuentes colocadas para este objeto sobre las traviesas que llevan en sus extremos los rollos indicados. Para facilitar el movimiento, los alambres no se colocan horizontalmente sino algo inclinados. El número de fuentes debe estar en relación con el peso de toda la pieza.

Se encienden las cuatro llamas (1), primero, dos en la proa y dos en la popa; después las tracas de proa (3) y al mismo tiempo las

dos primeras candelas romanas (2), una a la derecha y otra a la izquierda. Acabadas éstas, arden los dos surtidores laterales (4) y otras dos candelas romanas, después dos surtidores y las candelas romanas restantes. A continuación se encienden simultáneamente seis candelas romanas, tres a la derecha y tres a la izquierda, y el mástil del barco (5), que está guarnecido con tracas. Terminadas las candelas romanas, toma

fuego la salva de morteretes (6) y los petardos (7) que penden de la quilla. Al mismo tiempo se encienden las seis fuentes que se encuentran sobre la traviesa que une los dos rollos de detrás. Estas fuentes por medio de dos mechas van unidas a otras seis que están colocadas de un modo análogo en la parte delantera.

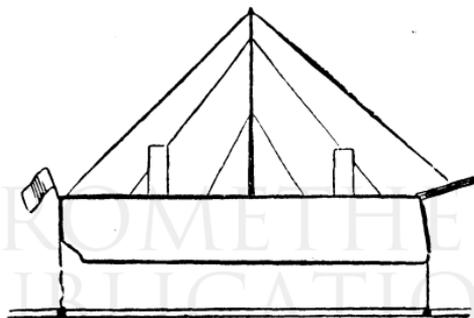


Fig. 118

Entre los morteretes que hay en el fondo y que sirven para la salva, hay dos más largos y pintados que representan las chimeneas.

Se pueden encender también dos barcos sobre alambres separados, pero tan próximos que se crucen en el camino. Entonces se tiene una *batalla naval*.

#### *Pieza 14 (fig. 119)*

Esta última pieza representa una batalla. Los dos castillos están cubiertos con cartones pintados, y para distinguirlos, uno de ellos se hace con transparentes de modo que poniendo

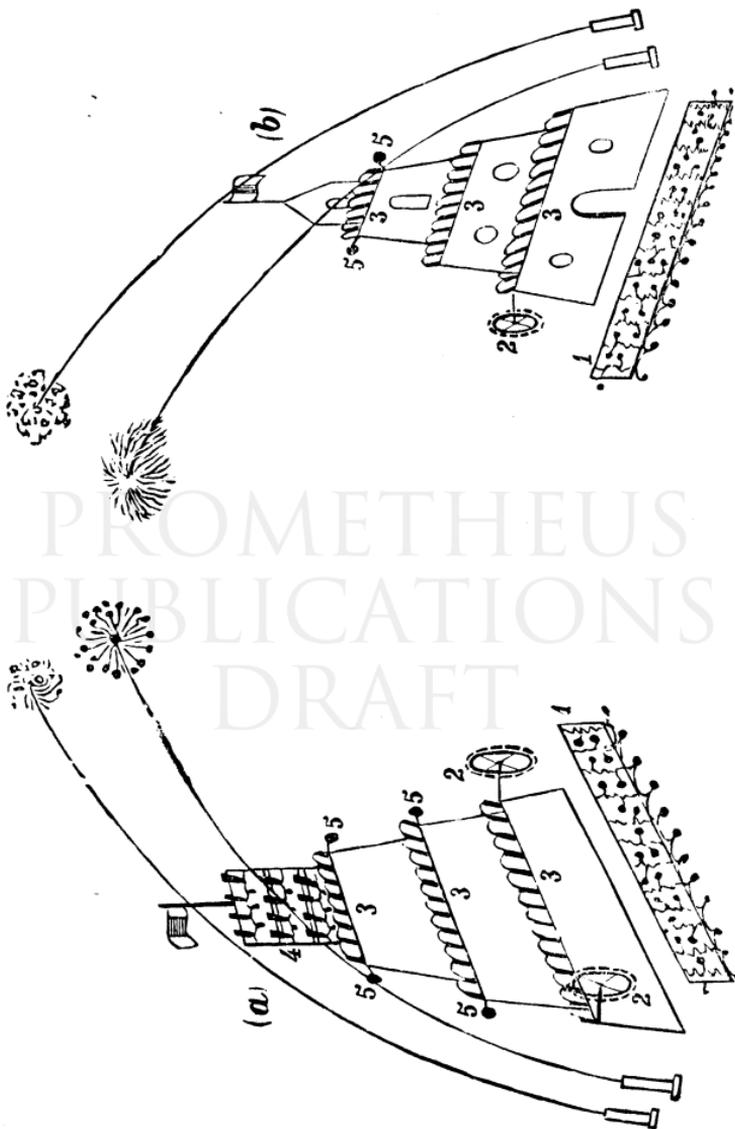


Fig. 119

dentro grandes bengalas se vean los huecos iluminados, mientras que el otro se ilumina sencillamente con llamas exteriores durante todo el fuego.

Primero se encienden las luces de dentro del castillo *b*, y al mismo tiempo las llamas del castillo *a*. Después las ruedas (2) del castillo *a* y las del *b*, terminadas las cuales se encienden las tracas (1) de una y otra parte, que son muy vivas, y con bombas que estallan al salir de las piezas, y al mismo tiempo las dos primeras filas de candelas romanas (3), que deben cargarse con bolas. Después otras dos filas de candelas romanas cuidando no interrumpir nunca el fuego de las tracas, que debe ser siempre muy nutrido. Para esto se hace que los lados de las piezas estén constituidos exclusivamente por tracas. En los intervalos de una y otra parte, estallan las granadas lanzadas por los morteros; las más indicadas son las granadas luminosas.

Terminadas las candelas romanas de la parte superior del castillo *a*, se produce una salva de morteretes (4) con la explosión simultánea de las baterías (colocando bombas entre los morteretes) y se ve incendiarse el remate del castillo 6, encendiéndose varias llamas de color rojo (5). Se termina el fuego con un gran número de granadas que parten del castillo *a*.

## CAPÍTULO X

### Fuegos japoneses, de salón y de teatro

Fuegos japoneses. — Los japoneses han inventado un nuevo género de fuegos artificiales, que en realidad no debieran llamarse fuegos, porque las figuras de personas y animales que



Fig. 120



Fig. 121

representan no están constituidas por llamas coloreadas, sino por modelos de papel de seda muy fino, de varios colores, fabricados en el Japón. También se conocen estos fuegos con el nombre de *fuegos de día* por dispararse durante el día.

Las bombas que contienen dichas figuras, co-

locadas con gran cuidado, se disparan con un mortero y a cierta altura se deshacen, saliendo



Fig. 122



Fig. 123



Fig. 124

animales y objetos de formas grotescas y raras que permanecen un buen rato en el aire, gracias a un paracaídas (figs. 120 a 127).

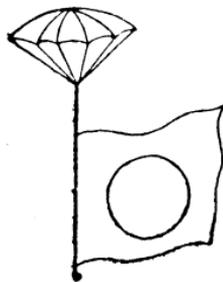


Fig. 125



Fig. 126

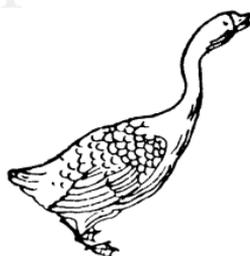


Fig. 127

Para obtener un efecto más vistoso se producen nubes de humo de distintos colores en el espacio en que se mueven los objetos, para que éstos se destaquen mejor.

Estos fuegos japoneses son de construcción

muy esmerada, y por no contener materias explosivas pueden transportarse sin ninguna restricción tanto por los buques como por los trenes. La pequeña cantidad de pólvora que se necesita para lanzar la bomba y hacer funcionar los diversos modelos, se coloca fácilmente antes de hacer el disparo. La carga interior de una bomba mediana de cuatro pulgadas, consiste en 10 gr. de pólvora de caza, y la carga de disparo en 12 gr.

Estos fuegos japoneses se han extendido en muy poco tiempo por todo el comercio del mundo, sobre todo en la América del Norte y en la India.

Fuegos de salón. — Estos fuegos se llaman *rosetas* y son soles giratorios pequeños de los que se usan como guarniciones en las piezas de los fuegos artificiales.

Hay *rosetas sencillas* y *rosetas brillantes o flores de dalia*.

La roseta sencilla es un sol giratorio pequeño (fig. 128) hecho con un tubo de papel, lleno de composición radiante, arrollado sobre sí mismo y fijo a un disco de madera que gira libremente sobre un perno.

La roseta brillante se halla formada por dos tubos arrollados en espiral (fig. 129), uno de los cuales se dispone como en la roseta sencilla y el otro está lleno de composición coloreada

y arrollado en un cilindro de cartón que tiene un diámetro variable entre la mitad y la tercera parte del diámetro del disco que lleva el primer tubo. El cilindro y el disco se hallan fijos uno



Fig. 128

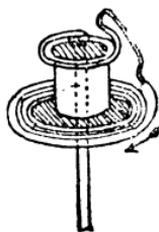


Fig. 129

sobre otro, y tienen común el eje de rotación: de este modo el segundo tubo forma un anillo de fuego coloreado, concéntrico con el anillo de fuego brillante.

El papel para los tubos debe ser delgado y fuerte para que pueda resistir a la torsión que se hace después que se llena de materia pírca. Los tubos varían de longitud de 50 a 60 cm., y su diámetro oscila entre 5 y 7 mm.; se hacen con tiras de papel de anchura comprendida entre 9 y 18 cm., bien pegados en las uniones y conformándolos en una horma de hierro.

La carga de las rosetas no se comprime demasiado, porque no podría arrollarse el tubo sobre el disco.

FUEGOS DE MESA. — Hubo una época en que se usaban con motivo de grandes banquetes.

Las alcachofas y las rosetas de dimensiones convenientes pueden utilizarse para este fin. En las composiciones conviene introducir un poco de benjuí en polvo para atenuar el desagradable olor de los productos de la combustión.

a) *Serpientes de Faraón.* — No son fuegos artificiales propiamente dichos, pero pueden incluirse en los fuegos de mesa. Se mezcla un poco de sulfocianuro mercuríco con goma arábica, y cuando está bastante compacta la mezcla, se le da la forma de un cilindro del tamaño de un lápiz ordinario, y se corta en trozos de 2 a 3 cm. de longitud. Si se secan a una temperatura inferior a  $100^{\circ}$  y después se prende fuego a uno de los cilindros colocado sobre un plato en medio de la mesa, se ve arder con llama azulada como el azufre, y dilatarse lentamente tomando una forma cilíndrica retorcida parecida a la de una serpiente que sale de un agujero.

Conviene advertir que los productos de la combustión del sulfocianuro de mercurio son venenosos; por esto deben hacerse estos fuegos en locales no muy cerrados y procurar que no se respire su humo.

Vorbringer obtuvo las *serpientes de Faraón* sin mercurio, oxidando con ácido nítrico concentrado el residuo (parecido al alquitrán) de la depuración del aceite de lignito. El producto es de color oscuro, se ablanda con el calor y

arde fácilmente produciendo mejor efecto que el sulfocianuro de mercurio.

Fuegos de teatro.— A causa de los accidentes debidos a incendios, estos fuegos están en la actualidad prohibidos en casi todos los países, y caso de emplearlos han de colocarse en los sitios donde sea mínimo el peligro de incendio. Deben emplearse composiciones píricas que ardan completamente, y el papel o cartón no ha de dejar residuo alguno.

a) *Llamas*. — Para imitar las llamas de un incendio, se hace un cartucho de papel fino que contenga 30 gr. de la siguiente composición:

Nitro.....	16
Polvorín.....	4
Carbón.....	8

6) *Erupciones*. — Se llena una cajita metálica que tenga de 8 a 10 cm. de diámetro por 14 a 27 de altura con la mezcla anterior y se recubre con estopa de modo que sobresalga bastante de la cajita. Encendida la estopa, se tiene una erupción que alcanza hasta 4 ó 5 m. de altura.

c) *Rayos*. — Para imitar los rayos se hace un dragón pequeño de ida solamente, cargado con una composición muy viva y se le hace recorrer un alambre dirigido hacia el punto necesario.

*d) Relámpagos.* — Se hace una torcida de estopa empapada en alcohol y de vez en cuando se echa sobre la llama un poco de polvos de licopodio. Algunos usan también polvos de colofonia, pero los relámpagos son entonces menos vivos y menos brillantes.

PROMETHEUS  
PUBLICATIONS  
DRAFT

## CAPÍTULO XI

### Recetas modernas recomendables para aplicaciones pirotécnicas especiales

#### COMPOSICIONES LUMINOSAS PARA LLAMAS DE COLORACIÓN INTENSA

##### Blanca

	1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>
Nitrato potásico . . . . .	70	80
Azufre . . . . .	30	25
Polvorín . . . . .	30	—
Sulfuro de antimonio . . . . .	5	—
Carbón muy ligero . . . . .	—	2,5

##### Amarilla

Nitrato potásico . . . . .	.60
Nitrato sódico . . . . .	.10
Azufre . . . . .	.22
Carbón . . . . .	4

##### Roja

Clorato potásico . . . . .	30
Nitrato de estroncio . . . . .	45
Azufre . . . . .	18
Sulfuro de antimonio . . . . .	6
Carbón . . . . .	2

**Verde**

Clorato potásico. . . . .	30
Nitrato de bario. . . . .	50
Azufre. . . . .	10
Carbón. . . . .	6

**Azul**

Clorato potásico. . . . .	50
Nitrato de cobre. . . . .	25
Azufre. . . . .	5
Carbón. . . . .	15

## COMPOSICIONES PARA FUEGOS DE SALÓN Y DE TEATRO

**Blanca**

	1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>
Nitrato potásico. . . . .	32	32
Azufre. . . . .	10	8
Sulfuro de antimonio. . . . .	3	—
Cal viva. . . . .	4	—
Antimonio metálico. . . . .	—	12
Minio. . . . .	—	11

**Amarilla**

Nitrato sódico. . . . .	48
Azufre. . . . .	16
Sulfuro de antimonio. . . . .	4
Carbón. . . . .	1

**Verde**

	1.»	2.»
Nitrato de bario. . . . .	8	40
Clorato potásico. . . . .	3	4
Azufre. . . . .	3	8
Calomelanos. . . . .	—	10
Negro de humo. . . . .	—	2
Goma laca. . . . .	—	1

## Roja

	1.»	2.»
Nitrato de estroncio . . . . .	20	20
Clorato potásico . . . . .	2	3
Azufre . . . . .	5	8
Sulfuro de antimonio . . . . .	2	—
Carbón . . . . .	1	—
Sulfuro de cobre . . . . .	—	3
Calomelanos . . . . .	—	6
Goma laca . . . . .	—	1

## COMPOSICIONES COLOREADAS PARA SEÑALES

	Blanca	Amarilla	Roja	Verde	Azul
Nitrato potásico . . . . .	.60	62,8	—	—	—
Sulfuro de antimonio... . . . .	5	—	5,7	—	—
Azufre . . . . .	20	23,6	17,2	9,8	—
Polvorín . . . . .	15	—	—	—	—
Carbón . . . . .	—	3,8	1,7	5,2	<b>18,1</b>
Nitrato sódico . . . . .	—	9,8	—	—	—
Clorato potásico . . . . .	—	—	29,7	32,7	54,5
Nitrato de estroncio ... . . . .	—	—	45,7	—	—
Nitrato de bario . . . . .	—	—	—	52,3	—
Sulfato de cobre amoniacal . . . . .	—	—	—	—	<b>27,4</b>

## LLAMAS DE ALCOHOL COLOREADAS

Se acostumbra a producir estas llamas dentro de urnas, lámparas funerarias, sostenes en forma de antorcha, etc. Para obtenerlas se impregna abundantemente una gruesa torcida de algodón sin hilar con una sustancia que colorea la llama y además se disuelve de la misma sustancia

la mayor cantidad posible en el alcohol contenido en el depósito, en el cual se sumerge la torcida. Se emplea para el amarillo el nitrato de sodio, para el rojo el nitrato de estroncio, para el verde el nitrato de bario o el ácido bórico y para el azul el nitrato de cobre amoniacal.

Se obtiene una llama de luz blanca rojiza espolvoreando la torcida con antimonio metálico en polvo finísimo y empleando alcohol puro.

COMPOSICIONES DE BENGALAS PARA ANTORCHAS  
COLOREADAS DE COMBUSTIÓN LENTA

Se emplean cartuchos de papel impregnados con nitrato potásico y de un diámetro de 20 a 25 mm. La parte inferior del cartucho va llena con arena en una longitud de 5 cm. y unida a un mango de madera, provisto de un disco en forma de copa que defiende al portador de la antorcha de las salpicaduras de masa fundida.

Componentes de la composición	Blanca	Roja	Verde	Verde oscura	Amarilla	Azul
Clorato potásico	—	45	75	—	45	<b>67,5</b>
Nitrato potásico	90	—	—	—	<b>120</b>	22,5
Flor de azufre...	15	45	30	3,75	20	34,5
Sulfuro de antimonio. . . . .	45	—	—	—	—	—
Nitrato de estroncio. . . . .	—	195	—	—	—	—
Nitrato de bario. . . . .	—	—	150	—	—	—
Clorato de bario. . . . .	—	—	—	60	—	—
Calomelanos....	—	—	—	<b>15</b>	—	—
Carbonato sódico. . . . .	—	—	—	—	<b>37,5</b>	—

Oxido de cobre.	—	—	—	—	—	22,5
Carbón . . . . .	—	7,5	3,75	—	2,0	
Acido esteárico.	15	22,5	22,5	—	22,5	—
Goma laca . . . . .	—	—	—	11,25	—	—

## PREPARACIÓN DE LAS BUJÍAS DE ESTRELLITAS

Forman parte de la serie de los juguetes pirotécnicos, no presentan ningún peligro y son de bonito efecto hasta para adornar el árbol de Navidad.

Para prepararlas se toma un alambre de unos 17 cm. de longitud, se sumerge hasta la mitad en la masa de la composición preparada en pasta, se seca y después se sumerge otra vez hasta alcanzar el grueso deseado.

La composición se prepara con arreglo a la siguiente receta:

Nitrato de bario . . . . .	.114
Limaduras de hierro . . . . .	.35
Dextrina amarilla . . . . .	.120
Nitrato potásico . . . . .	.10
Polvo de aluminio . . . . .	.72
Goma arábica . . . . .	.1

La masa debe estar bien trabajada y empastada con agua fría y tener la densidad y la adhesividad más favorables para revestir el alambre, el cual será conveniente que sea doble y trenzado para presentar mayor superficie y mejor adherencia para la pasta.

Siempre es aconsejable, como se ha dicho,

la doble inmersión seguida de un secado perfecto.

Se pueden quemar sin molestias en locales cerrados, porque además de ser inocuas desarrollan muy poco humo al arder.

Es conveniente conservarlas dentro de envases de papel impermeable hasta el momento de su empleo.

#### CERILLAS JAPONESAS DE RAYOS

Están considerados también como juguetes pirotécnicos y son de bellísimo efecto, de fácil preparación y de acción inocua.

Se preparan formando con papel fino de seda tubitos cónicos del grueso de una paja y llenándolos después con alguna de las siguientes composiciones, que dan cada una al arder un efecto luminoso distinto:

	I	II	III	IV
Nitrato potásico. . . . .	37	30	15	7
Polvo de carbón vegetal. . . . .	10	40	—	—
Polvo de azufre. . . . .	15	60	—	—
Negro de humo. . . . .	—	—	3	—
Flor de azufre. . . . .	—	—	8	4
Carbón de tilo. . . . .	—	—	—	2

El tubito lleno con una de estas composiciones se enciende por su extremo más ancho y la composición al arder forma una bolita incandescente que proyecta a su alrededor pequeñas chispas parecidas a rayos.