



ACADEMIA DE LAS CIENCIAS  
Y LAS ARTES MILITARES

Serie de monografías y ensayos  
Número 9



# Pólvora militar en España

*Manfredo Monforte Moreno*

Abril de 2024

Imagen de portada: Fábrica de El Fargue (Granada)



ACADEMIA DE LAS CIENCIAS  
Y LAS ARTES MILITARES

Serie de monografías y ensayos  
Número 9

## **Pólvora militar en España**

*Manfredo Monforte Moreno*  
Academia de las Ciencias y las Artes Militares

## Índice de contenido

Resumen .....	i
Abstract .....	i
Sobre el autor .....	iii
Introducción .....	1
La pólvora en España .....	2
Evolución y desarrollo de las pólvoras .....	5
La fabricación en España .....	8
<i>Granada</i> .....	8
<i>Murcia</i> .....	9
<i>Sevilla y la pirotecnia militar</i> .....	11
<i>Reales Fábricas de pólvora de Villafeliche</i> .....	11
<i>Ruidera</i> .....	13
<i>Loja</i> .....	14
La regulación y administración de la venta y uso de la pólvora .....	15
Fábricas de pólvoras en ultramar .....	19
Aparataje y sustancias relacionadas con la pólvora .....	20
Conclusiones .....	22
Referencias bibliográficas: .....	23

**Nota:** Las ideas y opiniones contenidas en este documento son de responsabilidad de los autores, sin que reflejen, necesariamente, el pensamiento de la Academia de las Ciencias y las Artes Militares.

# *Pólvora militar en España*

**Manfredo Monforte Moreno**  
Academia de las Ciencias y las Artes Militares

## **Resumen**

La pólvora apareció en la Península Ibérica en el siglo XIII de la mano de los árabes. Aunque secreto, pronto pasó a manos de los reyes cristianos. Podemos afirmar que el empleo de la pólvora en ingenios artilleros saltó desde España al resto de Europa durante el Siglo XIV. Con el tiempo, la fabricación artesanal pasó de manos privadas a ser gestionada por la Corona, dada la importancia que dicho producto tuvo para sostener la Carrera de Indias. Sin grandes variaciones, la pólvora negra ha extendido su uso hasta nuestros días. Sólo los avances preconizados por Napoleón lograron abrir nuevas líneas de investigación que desembocaron, a finales de la revolución industrial, en el descubrimiento de las pólvoras de base nitrocelulósica que han permitido al hombre explorar terrenos —como el espacial— insospechados algunas décadas antes, cerrando así un dominio de más de 600 años en los que la pólvora negra fue el único propulsor y explosivo en los campos de batalla de todo el mundo.

## **Palabras clave**

Pólvora negra, fabricación y fábricas, industria militar

## **Abstract**

*Black gunpowder appeared in the Iberian Peninsula during the 13th century from Arabs. Although secret, it soon went into the hands of Christian Kings. We can affirm that the use of gunpowder in artillery devices passed from Spain to Europe during the 14th century. Over time, artisanal manufacturing passed from private hands to be managed by the crown given the importance that this product had in supporting the Carrera de Indias. Without major variations, black gunpowder has extended its*

*use to the present days. Only the advances advocated by Napoleon managed to open new lines of research which led at the end of the Industrial Revolution to the discovery of nitrocellulose-based gunpowder, that had allowed man to explore areas, such the Outer Space, that were unsuspected a few decades before, thus closing a domain of more than six hundred years in which black gunpowder was the only propellant and explosive on battlefields around the world.*

**Key words**

*Black gunpowder, manufacturing and factories, military industry*

## Sobre el autor

### ***Manfredo Monforte Moreno***

Manfredo Monforte Moreno nació en la Fábrica de Pólvoras de Murcia en 1957.

Egresó de la Academia General Militar en 1979 como teniente de Artillería. Posteriormente cursó la carrera de Ingeniería de Armamento, finalizando los estudios en 1987. Ha ocupado diversos destinos en la Dirección General de Armamento y el Cuartel General del Ejército. Sus últimos destinos se desarrollaron como Jefe de Ingeniería del Mando de Apoyo Logístico del Ejército y Subdirector General de Sistemas Terrestres en el INTA.

Pasó a la reserva como General de División en diciembre de 2019.

Es doctor ingeniero de armamento, máster MBA por la Universidad de Houston, Tecnologías de Información y Comunicaciones por la Politécnica de Madrid, graduado en adquisiciones de la OTAN y en Defensa Nacional por el CESEDEN.

Es académico de número de la Academia de las Ciencias y las Artes Militares, además de su Secretario general, Vicedecano del Colegio Oficial de Ingenieros de Armamento y miembro del Foro Social de la Universidad de Córdoba.

# Pólvora militar en España

*Este trabajo es un pequeño homenaje a mi padre, el Dr. Monforte Soler (Catarroja, 1920-2012), químico, ingeniero de armamento y el mejor polvorista que he conocido.*

## Introducción

Antes de la aparición de la pólvora, los elementos de combate consistían en armas blancas (espadas, picas, lanzas...) y otros ingenios que lanzaban proyectiles (arcos, ballestas, catapultas...) dentro de la ciencia conocida como neurobalística. Si bien los fuegos griegos (año 668, Constantinopla) pudieron usar sustancias similares a la pólvora negra, no fue hasta 1267 cuando Roger Bacon recogió su composición en la obra *De Secretis*. En la misma época, San Alberto Magno, en *De Mirabilis Mundi*, da la composición 41% de salitre, 29,5% de azufre y 29,5% de carbón. Algunos autores conceden la invención de la pólvora moderna al dominico Schwarz, que a principios del siglo XIV fijó la composición en 67% de salitre, 16,5% de azufre y 16,5% de carbón. Posteriormente se popularizó la fórmula 75% de salitre, 10% de azufre y 15% de carbón.

Viejas recetas de pólvora primitiva se encuentran escritas en el *Liber ignium ad comburendos hostes* (Libro del fuego para quemar al enemigo, con 35 fórmulas secretas) de Marco Greco. En dicho texto, cuya fecha de edición no está bien determinada, se da un método de afino del salitre (receta 14). Entre las fórmulas del *Liber ignium* las más antiguas fueron traducidas del árabe entre 1182 y 1225. Lo que parece seguro es que todas las referencias anteriores a 1240 trataban de sustancias incendiarias que no incorporaban el salitre en su composición.

Las fechas contrastadas de aparición de nuevas aplicaciones de la pólvora negra son:

- Granadas de mano, 1382.
- Proyectiles de humo, 1405.
- Mecha graduable, 1405.
- Metralla, 1410.

- Pólvora desmenuzada, 1429.
- Bolas de fuego, 1450.
- Mosquete o arcabuz, 1450.
- Proyectoil de bronce explosivo, 1463.
- Bomba explosiva, 1470.
- Pistolas, 1483.
- Fusil de rueda y mosquete español, 1521.
- Pistola de rueda, 1543.
- Cartuchos de papel, 1560.
- Cartuchos fijos (pólvora y bala juntos), 1590.
- Espoleta de percusión, 1596.

Las recetas más antiguas de la pólvora negra —seis, as y as, 6 partes de salitre, nitrato potásico más o menos refinado, una de azufre, elemento que proporciona su olor característico y una de carbón vegetal, responsable del color negro de la mezcla— se mantuvieron en secreto durante décadas. Usada inicialmente en cantería, construcción de carreteras y eventos festivos, pronto se vio su utilidad para lanzar objetos pesados a distancia gracias a su confinamiento en un tubo lanzador. Nació así la Artillería como recurso militar y la balística como ciencia, avances trascendentales que protagonizarían las guerras futuras en las que la pólvora negra estaría presente durante más de seiscientos años. Hacia finales del siglo XIX aparecieron los propulsores de base nitrocelulósica y otras sustancias explosivas que sustituyeron con ventajas a la pólvora negra como propulsante y carga de proyectiles.

### La pólvora en España

La pólvora ya era conocida en china muchos siglos antes de su llegada a Europa de la mano de los árabes, que la recibieron a través de Oriente Medio. Las características de la nueva sustancia produjeron un cambio radical en el arte de la guerra y una auténtica revolución industrial. Las primeras referencias europeas de su uso por ingenios artilleros citan acciones en Niebla (1257), Córdoba (1280) y Gibraltar (1306), aunque hay serias dudas sobre todas ellas, pues tal vez se trató de su empleo en mina para derribar las defensas de la ciudad sitiada.

En cualquier caso, se puede afirmar que el uso y fabricación de la pólvora en España debió comenzar en la segunda mitad del siglo XIII bajo secreto árabe. Hay constancia de su uso por Mohamed IV, rey de Granada, en los sitios de Alicante y Orihuela (1331) y unos años más tarde por el rey cristiano Alfonso XI en la batalla del Salado (1340). Por las fechas registradas de la aparición de la Artillería en Francia (1324, sitio de Metz), Italia (1325), Inglaterra (1341) y Suiza y Flandes

(1346), parece que la Artillería pasó a Europa desde España a principios del siglo XIV. Posteriormente, la pólvora comenzó a utilizarse en armas portátiles o *truenos de mano*, a las cuales llegó la pólvora a finales del XIV (usadas por los árabes en la batalla de Egea, 1391). No obstante, la peligrosidad de la pólvora, junto con los deficientes procesos de fabricación de cañones y armas hizo que, aunque Enrique IV contase en el Alcázar segoviano con varias bocas de fuego, no las usase en sus campañas por Granada ni en la toma de Gibraltar (alrededor de 1445), prefiriendo los ingenios que proporcionaba la poliorcética tradicional.

La mezcla de salitre, carbón y azufre se verificaba visualmente una vez molidas las materias primas hasta formar un polvo negro. En la segunda mitad del siglo XV se introdujo un proceso de empaste y graneo que lograba mejorar la homogeneidad y la regularidad de su combustión. Pronto se observó que la pólvora no podía tener la misma granulometría para su aplicación en cañones y armas portátiles.

La fabricación de la pólvora es relativamente sencilla y requiere instalaciones modestas. Así, a finales del siglo XV abundaban los polvoristas y los molinos. Los primeros, en Burgos y Villafeliche; otros en Murcia, Granada, Valencia, Mallorca, Arévalo, Pamplona, Málaga, San Sebastián, Cartagena y Orihuela. Sus productos trataron de homogeneizarse mediante la edición de la *cartilla o memorial* de 1538. El carbón vegetal lo proporcionaban los carboneros en cualquier lugar donde abundase la madera; casi todo el azufre procedía de Hellín; el salitre se recogía en Lérida, Murcia, Lorca, Tembleque y Almería. El tamaño de las partículas de pólvora era similar a un grano de pimienta para los cañones y más fina para los arcabuces. Los molinos de Granada volaron en 1590, una catástrofe que costó más de 200 vidas. Los de Málaga se incendiaron poco después; los riesgos inherentes a la fabricación hacían que los incidentes se repitiesen a pesar de las precauciones.

La penosidad de transportar los cañones y la peligrosidad de la pólvora primitiva —llena de impurezas y mal homogeneizada—, aconsejaban su fabricación en lugares próximos a su empleo. Por ello, durante el siglo XIV y gran parte del XV, los molinos, fraguas, forjas y hornos requeridos no tuvieron emplazamientos permanentes y se establecían temporalmente cerca de donde se utilizarían las bocas de fuego. Es obvio que el ritmo de las contiendas era más lento que el actual, pues el sitio a una ciudad o un castillo podía prolongarse meses e incluso años. Uno de los primeros ejemplos de esta forma de actuar se dio en España: el Infante de Antequera (posteriormente Fernando I de Aragón) instaló un gran parque frente a Balaguer (1413) para el asedio a la ciudad. Cuando no se podía fabricar *in situ* y a pesar del riesgo, la pólvora negra viajaba desde los centros de producción hasta el lugar de su empleo entre grandes medidas de seguridad.

En 1498 los Reyes Católicos concentraron en Málaga los hornos de fundición y molinos de pólvora que sirvieron para abastecer a los ejércitos durante las campañas de Granada. La fundición de Málaga terminaría convirtiéndose en el gran centro de producción peninsular. Además de la fundición y los molinos de pólvora, disponía de talleres de carretería, guarnicionería y grabado, así como un gran almacén donde se custodiaban las armas listas para su distribución. Elaboraba no sólo piezas de artillería, sino también picas, alabardas, coseletes y morriones. La importancia de Málaga como principal fábrica militar española se prolongaría hasta mediados del siglo XVII alternando periodos de gran actividad con lustros de abandono. Para alimentar los hornos de fundición la comarca malagueña sufrió una profunda deforestación.

Posteriormente, Carlos I promovió la instalación de nuevas fundiciones, como la de Sevilla, aunque el monarca prefería las piezas fundidas en Centroeuropa. Las dificultades financieras del Emperador provocaron el levantamiento de los Comuneros y condicionaron el modelo de las manufacturas militares e incluso la propia supervivencia de los grandes centros fabriles dependientes del Capitán General de la Artillería. Así, las capacidades centralizadas se sustituyeron por concesiones a favor de asentistas (privados, por tanto), lo que acabaría precipitando el final de la casa de Artillería de Málaga.

Carlos I fundó una escuela de Artillería en Milán; su hijo Felipe II tres: una en Burgos y dos en Sevilla, una de las cuales fue encargada al famoso profesor Firrufino, quien leía en su cátedra la geometría de Euclides y el tratado de la Esfera; en la otra escuela sevillana, sostenida por el Consejo de Indias, se formaban los artilleros para las naos de América, siendo su maestro Espinosa, fundiéndose ambas en una sola al morir éste.

Con el cierre definitivo de Málaga y el arriendo de la fábrica de pelotas (bolaños) de Euguí (Navarra), toda la industria militar pasó a estar gestionada en régimen de asientos por particulares. La Real Fábrica de armas portátiles y blancas de Placencia (Guipúzcoa), establecida en 1550, constituyó un caso especial pues, aunque el recinto era propiedad real, en ella no se realizaba fabricación alguna, ya que ésta estaba en manos de los gremios repartidos por el valle del Deva desde donde suministraban sus productos a la fábrica en la que se realizaban las pruebas y la recepción y se distribuían bajo el control de funcionarios reales. En 1634 la Corona se hizo cargo de la fundición de bronce de Sevilla con el fin de reforzar el control de sus productos.

La artillería de sitio y defensa utilizó durante muchos años cañones de bronce por su facilidad de fabricación y resistencia a la oxidación, pero que resultaban demasiado pesados para su uso en los buques de guerra. Para la fabricación de

bocas de fuego férricas se establecieron unas importantes instalaciones industriales y mineras en las poblaciones cántabras de Liérganes y La Cavada que pronto se convirtieron en la primera siderurgia e industria armamentística del país; se mantuvieron en producción durante más de dos siglos, entre 1622 y 1835, saliendo de sus instalaciones piezas de artillería y municiones de hierro destinadas a la Carrera de Indias y el mantenimiento del dominio español en los mares.

La potencia artillera había conseguido vencer al castillo, lo que contribuyó al fin del feudalismo y la entrada en la Edad Moderna. La batalla de Rávena (1512) inició el esplendor artillero en el campo de batalla (la Artillería como *ultima ratio regis*). El marqués de Pescara (1522) revolucionó el combate de la infantería desplegando unidades de infantes armados con mosquete. En 1523 la batalla de Pavía ratificó el empleo e importancia de los nuevos medios de combate.

Las ballestas, como arma a distancia, habían señalado el comienzo de la decadencia del caballero medieval y las armas de fuego la completaron. La guerra paso a estar protagonizada por «villanos»: fue posible desde entonces que «una mano baja y cobarde arrebate la vida a un valeroso caballero», en palabras de Cervantes. Hasta 1900, en rápida sucesión, continuaron los grandes avances en el desarrollo de la pólvora negra como columna básica de ejércitos cada vez mayores.

## Evolución y desarrollo de las pólvoras

Las pólvoras negras que se fabricaron masivamente en sus tiempos de esplendor fueron:

- **Pólvoras de guerra.** A partir de las guerras napoleónicas y del poderoso artillado naval y costero de la misma época, la demanda de cantidad, calidad y prestaciones fue tan alta que la producción hubo de tecnificarse en todos sus aspectos. Se caracterizaban por demandar máxima potencia y pureza, hasta el punto de que puede decirse que la densidad define su calidad (el óptimo se estableció en 1700 kg/m<sup>3</sup>). Para cada arma y proyectil conviene una granulometría y pequeñas diferencias en la mezcla, siendo la más usual: 73 a 77% de salitre, 12 a 17 % de carbón, 7 a 13% de azufre.
- **Pólvoras de caza.** Las armas de caza tienen pesos y resistencias menores que las de guerra, por lo que las pólvoras para ellas no requieren gran potencia e, incluso, su exceso puede llegar a ser contraproducente. Deben ser muy vivas, lo que impone pequeños tamaños de grano. La mayoría llevan carbón rojo para obtener velocidades de combustión relativamente altas.
- **Pólvoras de mina.** Poco empleadas en la minería subterránea, es más correcto llamarlas pólvoras de cantería. Se trata en este caso de conseguir

el máximo poder de arranque, lo que se logra con un gran volumen de gases; la potencia interesa menos. Como hay libertad para elegir el peso de un barreno, el atraque ha de ser bueno, tratando de que la deflagración se convierta en detonación. La densidad no es importante y el producto debe ser barato, por lo que el porcentaje del componente más caro, el salitre, se reduce en lo posible.

- **Pólvora moldeada.** En la segunda mitad del siglo XIX, las necesidades militares centradas en lograr tiempos de combustión más largos y regulares desarrollaron la tecnología para obtener figuras geométricas definidas, compactas y con los menos poros posibles. Usando aditivos y por prensado se obtuvieron resultados aceptables. Los logros más notables fueron la pólvora en cubos, la prismática hexagonal con y sin agujero central y los mixtos de espoletas como retardo. Las cúbicas y hexagonales solían llevar carbón marrón y se llamaron pólvoras pardas (la de Norderfelt fue la más conocida).
- **Polvorín para pirotecnia.** La pirotecnia festiva mueve anualmente grandes cantidades de pólvora negra. Se fabrica y emplea en talleres artesanales con amplio intervalo de composiciones; la densidad es baja y el grano muy pequeño, de ahí su apelativo de *polvorín*. También se usa para los disparos de salvas.

Durante muchos años y especialmente a principios del siglo XX debido a la Primera Guerra Mundial, las diferencias entre la oferta y la demanda de pólvora se trató de cubrir con explosivos de circunstancias, cuya tecnología se basaba en el aprovechamiento de productos e instalaciones existentes para llegar a productos útiles pero que no alcanzaban las prestaciones de los idóneos. Los primeros explosivos de circunstancias se basaban en mezclas similares a la pólvora negra y en las grandes instalaciones que existían para producirla. Los desarrollos que se realizaron han servido de base para nuevos tipos diferentes de explosivos industriales; algunos de los desarrollos realizados fueron;

- Nitrato sódico en sustitución del potásico, aunque es más difícil de obtener con gran pureza. El problema es que es mucho más higroscópico que el potásico.
- Nitrato amónico. Da lugar a pólvoras amónicas empleadas durante la GM I por falta de nitrocelulosa.
- Sin azufre. 78% salitre y 22% de carbón. De uso en iniciadores y cerillas de espoletas.
- Cloratas. Bertholet introdujo el clorato potásico en la pólvora negra para sustituir al nitrato potásico. Era tan sensible que resultó imposible fabricarlas

en masa. A partir de los cloratos se desarrollaron las *chedditas*, mezclas que protegen los cristales de clorato con envoltentes plástico-viscosos.

- Picratos. Los picratos potásico y amónico fueron sustitutos del nitrato potásico y empleados por los franceses en la guerra de 1870.

Desde las primeras producciones artesanales en las que se guardaba el secreto familiar a las grandes fábricas la evolución de los procesos fue constante. Así pues, durante cientos de años hubo una clara tendencia a la concentración y la tecnificación. Una fecha significativa en esta evolución fue la Revolución Francesa de 1789 a causa de la generalización de los cañones de campaña y la proliferación de proyectiles con carga explosiva. Como consecuencia, la necesidad de pólvora creció tanto que en todas las naciones se arbitraron medidas para tratar de cubrir la demanda.

Hoy siguen vigentes las medidas de seguridad que se fueron imponiendo por la peligrosidad de los procesos de fabricación, transporte y almacenamiento de la pólvora negra: construcción de edificios, cantidad de explosivos en cada local, distancia de seguridad entre polvorines, condiciones del transporte, etc. La maquinaria también evolucionó: molinos de mazos, trómeles de maderas nobles, detalles constructivos de los talleres, cernedores, tamices, graneadores, muelas y troqueles que hoy serían dignos de un profundo estudio histórico. Es admirable asimismo el movimiento de las máquinas por circulación de agua a dos y tres niveles con canales gobernados por compuertas y ruedas hidráulicas que representaban lo más avanzado del momento. Otros detalles en cuanto a seguridad son numerosos; por ejemplo: suelos de madera ensamblada con clavos de madera, vías de madera para vagonetas, mandos a distancia, etc.

A pesar de los grandes avances, continúan ocurriendo accidentes a causa de la índole del producto: mucho polvo en suspensión y alta sensibilidad al choque, al roce y a la chispa, algo que también ocurre en la industria harinera. El personal fijaba la atención en la seguridad, la calidad y la producción, pero no en la investigación de nuevos productos, pues todo polvorista estaba convencido de que su producto era inmejorable; tampoco poseía mentalidad ni formación química en los niveles superiores, aunque se era cada vez más consciente de que la pólvora negra no podía satisfacer las demandas crecientes de las armas, a saber: mayor regularidad, potencia y menor velocidad de combustión. El cambio esperado llegó a finales del siglo XIX gracias a la investigación en el campo de la química orgánica que iba sintetizando productos menos peligrosos y más eficientes.

## La fabricación en España

### *Granada*

Pero volvamos a la fabricación de la pólvora en España: cronistas de la época fijan con cierta aproximación 1324, hace siete siglos, como el año del establecimiento de un molino primitivo de pólvora a los pies de la Alhambra aprovechando la fuerza hidráulica de una acequia paralela al río Darro. Tras la conquista de Granada, los Reyes Católicos ocuparon el monumento para uso del recién constituido ejército regular y almacén de pertrechos y material militar (gracias a Alonso de Quintanilla y sus Hermandades de Castilla). Este hecho salvó al conjunto de su desmantelamiento, al contrario de lo que ocurrió con el magnífico complejo de Medina Azahara cerca de la ciudad de Córdoba y otras construcciones pérdidas o «recicladas» definitivamente.

Tanto en la época nazarí como en la cristiana, el molino granadino siempre dependió del señor de la Alhambra. Lamentablemente, en febrero de 1590 el molino saltó por los aires formando una gigantesca bola de fuego y dañando al propio monumento. Murieron todos los polvoristas presentes. Todavía hoy puede apreciarse en la ladera bajo la Alhambra la huella de la enorme explosión que, al parecer y según su propietario, fue intencionada. Dado que la reconstrucción en el mismo lugar resultaba imposible, hubo que buscar otro emplazamiento, resultando muy adecuada la alquería de El Fargue, lo que permitía aprovechar la fuerza de la acequia Aynadamar para mover la maquinaria de molienda. La distancia a la capital aseguraba que no se repitieran las consecuencias de los graves hechos que acabaron con los molinos del Darro. Los trabajos en la nueva instalación comenzaron hacia 1624 una vez adquiridos los terrenos; Granada contaba entonces con más de tres siglos de tradición polvorista. Partiendo de un molino y atendiendo la creciente demanda con hasta tres, las pólvoras que se enviaban a la Carrera de Indias tenían fama de ser mejores que las de Murcia o Villafeliche.

La que puede considerarse primera fábrica de pólvora en España (como conjunto de molinos, almacenes de materias primas, productos terminados, etc.) funcionó en Burgos hasta que una terrible explosión la destruyó completamente. Se trasladó más tarde a Pamplona. Le siguen en antigüedad la citada de Málaga y la de Cartagena, aunque ambas corrieron la misma suerte que la de Burgos a principios del siglo XVII.

Privados desde sus inicios, los molinos de El Fargue pasaron a ser patrimonio de la Real Hacienda hasta la ocupación francesa en 1810. La presencia del invasor en Granada se prolongó hasta septiembre de 1812, fecha en que las tropas napoleónicas evacuaron la ciudad y prendieron fuego en su huida, destruyéndolos,

a los molinos de pólvora. Siete años más tarde, vencido y expulsado de España el ejército francés, la actividad regresó a la fábrica hasta que en 1850 asumió su gestión el Cuerpo de Artillería en colaboración con la Real Hacienda, propietaria de los molinos hasta su cesión definitiva al Ejército en 1865. Contaba en aquella época con un solo molino de pólvora.

A finales del diecinueve se inició una fase de expansión, se modernizaron las viejas instalaciones y comenzó la producción de propulsores sin humo. También se acometió la fabricación de proyectiles, torpedos y granadas rompedoras utilizadas con éxito, según recoge la prensa de la época, en la guerra de Marruecos, lo que le valió a su impulsor, el general Aranz, ser distinguido como hijo adoptivo de Granada.

Cuando surgió la guerra en el Norte de África, el Fargue había dado al Gobierno tranquilidad y fe en el porvenir de nuestras armas. El personal que en ella dirige y trabaja merece bien de la Patria.

Tras un viaje de estudios a diversos países europeos para conocer los nuevos métodos de fabricación, en 1900 salió de Granada el primer lote de pólvora tubular para cañón de 7,5 cm, el primero para el cañón Munaiz de 15 cm y uno de pólvora de salvas para fusil. En 1919 la fábrica producía pólvoras en laminillas para fusil y carabina Mauser, para salvas y cebos de cañón, de caza, para pistolas Bergmann, tubulares para Artillería y los tipos más modernos de pólvora progresiva y sin llama.

El punto álgido de la producción tuvo lugar durante la Guerra Civil pues Granada se convirtió en instalación prioritaria de las tropas sublevadas, ya que les garantizaba el suministro para el sostenimiento de las operaciones. En esos años se llegó a producir casi 1000 toneladas de pólvora y más de 1250 de explosivos.

El declive llegó en los sesenta del siglo pasado cuando la propiedad se transfirió del estamento militar al Ministerio de Industria. Fue entonces cuando se creó la empresa Santa Bárbara y se abandonó la razón estratégica de su existencia para focalizarse en la cuenta de resultados. Pero la rentabilidad es muy difícil de alcanzar a partir del exiguo presupuesto del Ejército y sin explotar vías comerciales hacia el mercado internacional. Durante el último cuarto del siglo XX se instaló una moderna planta de pólvora esférica cuya regresividad se compensaba con aditivos químicos.

## *Murcia*

Los antecedentes de la fábrica de Murcia se sitúan en la concesión de un molino de pólvora al industrial Francisco Berasategui en 1633, llamado Molino Alto, en

Javalí Viejo, el cual era impulsado por una noria sobre las aguas de la acequia Mayor Aljufía— de construcción árabe y aún en uso—. Este molino no era el único en la zona dedicado a la molienda de pólvora, pues cerca se encontraba el de Canalaos, de comienzos del siglo XVIII, situado también sobre el mismo canal y objeto de una terrible explosión en 1742.

Tras las riadas catastróficas de 1651 y con el fin de reparar los daños y contribuir a la recuperación de la ciudad, Felipe IV emitió una real orden (1654) para la puesta en marcha de una Real Fábrica en terrenos adquiridos a la Iglesia. La instalación fabril realizaría principalmente el acopio y refinado de salitres. Sus obras quedaron concluidas en 1658.

Los molinos permanecieron en manos privadas hasta 1747 cuando fueron incautados junto a otras instalaciones por la Real Hacienda, dando lugar a la Real Fábrica de la Pólvora. A finales del XVIII se iniciaron una serie de obras en el Molino Alto que dieron lugar al primitivo complejo de la fábrica (que a mediados del XIX sería sustituido por el actual). En 1802 la fábrica pasó a depender de la Artillería, año en el que se decidió centralizar, para su mejor organización, las distintas instalaciones y molinos en el complejo de Javalí Viejo, al estar mejor situado y rodeado de tierras susceptibles de compra para posibles ampliaciones.

A finales del XVIII estaba previsto contar con la fábrica de Murcia en la que trabajarían hasta 8 molinos y una segunda fábrica en Zaragoza, que nunca llegó a construirse. El reglamento de 1804 consideró por primera vez a las maestranzas como instalaciones fabriles y dispuso la organización de escuelas de aprendices. Durante la Guerra de Independencia, tanto la Fábrica de Salitre como la de Pólvora de Javalí Viejo tuvieron un papel fundamental al ser las únicas que suministraban pólvora, balas y fusiles al ejército español.

La antigua fábrica del Salitre acabó dependiendo de la Fábrica de Pólvoras de Javalí Viejo en 1865, pasando la primera a acoger la dirección y oficinas del complejo militar. Aun así, desde 1869 la fábrica no sólo se dedicó a su clásica actividad de refinado de salitre, sino también a la carbonización de agramizas usadas en la elaboración de carbón vegetal, por lo que diez años después se modernizaron las infraestructuras con nuevos hornos y chimeneas.

Existe un hecho sorprendente relacionado con la fabricación de pólvora, aunque difieren los autores si sucedió en las instalaciones del Salitre, en el centro de la ciudad, o en Javalí Viejo. Eso sí, ocurrió el 27 de julio de 1742, cuando una gran explosión costó la vida a siete hombres. Todo quedó destruido. El investigador Díaz Cassou destacó en su día que «se cuenta la de haber ido a caer en la plaza de

Santo Domingo de Murcia, esto es, a una legua de la fábrica, una mano de hombre arrancada y lanzada por la explosión».

Hacia 1920 la fábrica producía unas 170 t anuales de pólvora de varias clases. La elaboración de pólvoras de base nitrocelulósica comenzó en 1915. Ocho años más tarde funcionaban sendos talleres de ácido nítrico y éter, así como de algodón hidrófilo y petardos de tetratrita y trilita.

### ***Sevilla y la pirotecnia militar***

A principios del siglo XIX se crearon las intendencias del Ejército; Sevilla acogió la de Andalucía. En esa época, el administrador militar y alcalde de la ciudad realizó dos propuestas: la concesión para usos militares de una zona en la Enramadilla (para una fábrica de cápsulas y campo de tiro) y de una parcela entre la puerta Real y la de Triana para instalar allí una plaza de armas.

En 1827 la nueva fábrica de Artillería comenzó a organizar la maquinaria para fabricar municiones de percusión y cápsulas para el Ejército. En 1847 se inauguraron los laboratorios y la Escuela Central de Pirotecnia y Artificieros en la zona que había servido como campo de tiro, junto a la fábrica de cápsulas. A partir de 1848 funcionó también como fundición. En 1868 este complejo fabril pasa a llamarse Pirotecnia Militar. La instalación sufrió varias ampliaciones entre las que cabe citar el laboratorio, el taller de afinado y laminado de cobre y el taller de cápsulas de caza. Para todo ello, fue preciso adquirir nueva maquinaria y construir dos nuevas naves de estructura metálica.

La fábrica también fue conocida como Pirotecnia Cros, debido a que en el número 2 de la calle Enramadilla se situó en torno a 1910 la fábrica de abonos Unión Española, que pasaría a convertirse en 1930 en San Carlos S.A. Vasco-Andaluza, que posteriormente fue absorbida por la Sociedad Anónima Cros.

### ***Reales Fábricas de pólvora de Villafeliche***

Situada en la comarca de Calatayud, Zaragoza, Villafeliche cuenta con una población de unos doscientos cincuenta habitantes. Se levanta junto al río Jiloca un poco por encima de los 700 m de altitud. Su nombre se hizo popular por el dicho repetido en todos los cuarteles: «Arde mejor que la pólvora de Villafeliche», por lo que también se le conoce como el *pueblo de la pólvora*. Hacia 1764, año de fundación del Real Colegio de Artillería, había allí en funcionamiento 165 molinos junto a la acequia Molinar y unos 200 en 1800. El conjunto formó las «Reales Fábricas de Pólvora de Villafeliche».

Durante las campañas militares de los siglos XVI y XVII cada soldado recibía una paga acorde a su puesto. Así, un piquero cobraba menos que un arcabucero, pues este debía financiar con sus medios la munición que usaba. En ocasiones, la *pólvora del rey* era suministrada por la Corona, aliviando el celo de soldados y artilleros por ahorrar munición. En paralelo, algunos molinos recibían materias primas de la Corona y adquirían el derecho de quedarse con cierta cantidad de pólvora —la maquila— para sufragar sus gastos y generar beneficios, a semejanza de la forma tradicional de trabajar de las almazaras y los molinos de harina. De esta forma, la Corona ahorraba costes y el polvorista podía vender con mayor margen parte de su producción.

En Villafeliche la producción de pólvora negra se inició en el siglo XVI y se mantuvo durante más de cuatrocientos años, constituyendo una de las actividades económicas más importantes de Aragón. Los molinos se movían gracias a la fuerza motriz de las aguas del Jiloca canalizadas en la acequia Molinar y aprovechaban el salitre de Épila, el azufre de las minas de Teruel y el carbón vegetal que elaboraban los propios vecinos. Los molinos tuvieron un papel fundamental durante los Sitios de Zaragoza (Guerra de la Independencia). En 1830 el rey felón, Fernando VII, cerró sus Reales Fábricas y sumió a Villafeliche en la decadencia. Durante más de un siglo numerosos vecinos continuaron con el negocio de forma clandestina. En 1964 dejó de funcionar el último de los molinos.

Los molinos de pólvora de Villafeliche conforman en la actualidad un paisaje paleoindustrial de suma importancia patrimonial que, por su extensión geográfica y la complejidad del proceso productivo, todavía refleja su pasada trascendencia económica, social y estratégica. Cada molino era una construcción de planta rectangular de unos seis metros cuadrados. El conjunto se completaba con otras dependencias como almacenes, oficinas, puesto de guardia y edificios en preparación de la pólvora y un molino harinero.

En Villafeliche coincidieron durante siglos tres oficios complementarios: polvoristas, ceramistas y arrieros, lo que permitió alternar ocupaciones según la demanda y la estación del año, así como comercializar sus productos más allá de Aragón. Sin duda, los lugareños dominaban el arte de la fabricación de la pólvora como actividad principal, un oficio peligroso pero lucrativo.

Un hecho marcó el devenir de Villafeliche: a principios del siglo XVII fueron expulsados los moriscos, lo que mermó en gran medida la capacidad de producción de los molinos. La recuperación fue lenta hasta que a mediados del XVIII, con el reconocimiento como Reales Fábricas de Villafeliche, la producción vivió momentos de esplendor hasta que en 1831 se ordenó su cierre.

## *Ruidera*

En una región seca como La Mancha, el aprovechamiento de un curso de agua permanente como el que se da en las Lagunas de Ruidera hizo florecer una industria batanera para la molienda de cereales y la fabricación de tejidos. Aprovechar esa fuente de energía para fabricar pólvora negra fue el motivo de trasladar la fábrica de Cervera, en funcionamiento desde 1647 cerca de Alcázar de San Juan.

La dificultad de obtener un flujo continuo y suficiente de agua hizo que el arquitecto real Juan de Villanueva buscara alternativas y encontrara al pie de la Laguna del Rey cuatro molinos harineros y un batán, pertenecientes a la Orden de Santiago. El lugar era idóneo para trasladar a él los molinos de pólvora de Cervera, con la certeza de contar con un mayor caudal hidráulico y poder disponer de nuevos edificios donde almacenar las materias primas y la pólvora terminada. El proceso partía del carbón vegetal obtenido de álamos blancos, azufre de Hellín y salitre de Alcázar.

El proyecto se presentó a Carlos III en agosto de 1781. Consistía en reformar los molinos harineros de Ruidera y la construcción de oficinas, almacenes y dependencias necesarias para su funcionamiento. La Real Hacienda informó a mediados de octubre dando las pautas de lo que habría que construir de nueva planta para facilitar el traslado de la fábrica de pólvora de Cervera: una casa habitación para el administrador y el capataz, otra para los mortereros y demás oficiales de los molinos, seis almacenes para distintos usos, un cuarto para los trabajos de graneo y una cuadra para caballerizas, además de una cerca general que incluyese los cuatro molinos y el batán preexistentes, dejando fuera de ella las viviendas y la ermita cercana.

Por su parte, la Orden de Santiago, propietaria de los molinos, pidió que, a cambio de la pérdida de propiedades y beneficios que iba a sufrir, se le abonase una renta anual igual a los beneficios anuales que dejarían de ingresar al ceder las instalaciones. En las negociaciones intervino el hijo de Carlos III, el infante don Gabriel, que corrió con todos los gastos de la mudanza. A primeros del año siguiente, el rey dio la orden de poner en marcha el proyecto. Se le encargó el diseño a Villanueva, al que le bastó con dos dibujos: el primero esbozaba la planta general con una leyenda explicativa del uso de cada edificio; el segundo recogía el detalle de los interiores, secciones y una vista general del conjunto escalonándose en la pendiente del terreno por el que discurre el curso de agua que se pretendía aprovechar. Las obras comenzaron en junio de 1782 tras la llegada a Ruidera de Miguel Febrer, aparejador de la confianza de Villanueva, junto a algunos oficiales.

Las obras finalizaron en abril de 1785, poco antes de que Villanueva firmase en Madrid su proyecto para el futuro Museo del Prado.

La competencia de los molinos de pólvora de Villafeliche en Aragón, Javalí Viejo en Murcia o El Fargue en Granada comprometieron desde un principio la viabilidad de una nueva fábrica de nueva planta, lo que unido a la rentabilidad de los molinos de grano y las bataneras lograron que pronto se abandonara la idea de seguir con la fabricación de pólvora en Ruidera. Por si fuera poco, en 1800 se produjo una terrible explosión en la fábrica que afectó a viviendas de la entonces pedanía de Argamasilla de Alba. Hoy pueden visitarse las ruinas de una fábrica importante en su momento, pero de corta vida.

Una real cédula de 1633 dispuso la reforma de las fábricas de Pamplona, Málaga y Cartagena y el ordenamiento de la explotación del salitre del priorato de San Juan y Granada, así como la regulación de la producción de cuerda de mecha. En 1754 el número de empleados en las fábricas de pólvora y salitres ascendía a más de 1.500.

### *Loja*

Aunque la combustión de la pólvora se iniciaba tradicionalmente con una mecha de cuerda, la producción en España de piedras de chispa floreció durante el siglo XVIII por la generalización de las armas con llave de pedernal y su declaración de empleo reglamentario en los ejércitos reales. Las piedras tenían múltiples procedencias: Teruel, Zaragoza, Tarragona, Málaga, Granada y Sevilla, pero de todos los centros productores, destacó el de Loja, que alcanzó una capacidad máxima de cien mil piedras mensuales (1760) para mosquete, fusil, carabina y pistola. En la segunda mitad del siglo XVIII disminuyó la demanda y se produjo un progresivo aumento de los precios. A finales de siglo se dio por finalizada la contrata con los pedernaleros de Granada (que llegaban a cobrar hasta 80 reales por millar de piedras) y se lanzaron pedidos a productores aragoneses a los que se pagaba 5 reales de vellón el millar de piedras.

El incremento de los precios de Loja se debió en parte a la necesidad de acopiar el sílex en yacimientos cada vez más alejados de la fábrica y al mayor nivel de exigencia de los ejércitos en cuanto a la calidad del producto. El hecho de la existencia de un auténtico proceso fabril, consolidado en la segunda mitad del siglo, fue consecuencia de las ordenanzas dictadas por Carlos IV para el Cuerpo de Artillería. Loja fue, junto a la fábrica de Casarabonela en Málaga, el principal proveedor de piedras de chispa durante el siglo XIX. Con la popularización del uso del pistón en las armas portátiles, llegó el cierre definitivo de la fábrica en marzo de 1854.

## La regulación y administración de la venta y uso de la pólvora

Desde las fábricas como la de El Fargue, en Granada, se proporcionaba pólvora a la Corona, pero también a particulares que la requerían para la caza o para las voladuras en canteras y obras públicas. Tan importante era el producto, que pronto se reguló su tenencia, limitando su adquisición a personal debidamente autorizado. Como ya hemos apuntado, durante siglos los arcabuceros y artilleros pagaban de su bolsillo la pólvora que usaban, por lo que no disparaban a menos que el blanco fuera seguro. De la misma manera, los caballeros se encargaban con sus recursos de la manutención de sus cabalgaduras. Todos ellos vivían de su escaso salario y de la rapiña en las ciudades ocupadas. No es de extrañar que el producto generase un mercado negro al que acudían militares de todo rango para aprovisionar sus reservas.

Durante la Guerra de la Independencia, las reformas iniciadas en 1802 por el Cuerpo de Artillería se paralizaron. En 1818 la fábrica de Murcia se alquiló a la Compañía de Cárdenas, que produjo pólvora de caza y mina bajo las denominaciones «sello azul, encarnado o negro» según el tamaño de sus granos. Restablecida la normalidad en 1820, se montaron 8 molinos nuevos que llegaron a producir unas 80 t al año. Hacia 1844 se adoptó un innovador proceso de producción conocido como método inglés, con molinos de muelas o *tahonas* (una denominación autóctona de la fábrica) y conservando algunos molinos de percusión para elaborar pólvora de *pilones*. En la segunda mitad del XIX se abandonó el uso del morterete para el control de la calidad y se habilitó un campo de tiro para pruebas de tarado y péndulo. Asimismo, se instaló la primera prensa para moldeo. En una de ellas se produjo un accidente en 1959 que afectó al director (coronel Ros) y a mi padre. Ambos, algo chamuscados, sobrevivieron a la toma de fuego de una manta de pólvora en proceso.

En 1849 se decretó que toda la fabricación de pólvora debería depender del Cuerpo de Artillería. Pasaron a su jurisdicción, según Vigón, las fábricas de Granada, Manresa y Ruidera; el molino de pólvora sobre el canal del Manzanares; las salitreras de Alcázar de San Juan, Tembleque, Granada, Zaragoza, Murcia y Lorca y las minas de azufre de Hellín y Benamaurel. Hubo numerosas quejas y polémicas contra el monopolio de la Artillería.

Si en Granada podemos hablar de un primitivo molino hacia 1324, la fabricación en Murcia se remonta a 1367 aunque se prohibía la recogida de salitres en la zona. Hay constancia de que durante el sitio de Málaga (1487) faltó pólvora, por lo que el Rey envió a comprarla a Valencia y Portugal. No faltaban los molinos.

El modelo de asientos (contratas) monopolizó la provisión de armamento, pólvora, municiones y pertrechos de guerra durante los siglos XVI y XVII; permitía el pago en diferido y que los asentistas adelantasen parte de los costes, cuando no el total. Sólo se pagaban productos útiles a su recepción. Por tanto, el asentista asumía toda la responsabilidad sobre el proceso productivo y la calidad de los bienes producidos. En manos de los oficiales de la Corona quedaba evitar el fraude y la baja calidad.

Durante el siglo XVI aparecieron las figuras administrativas del veedor y del controlador de la Artillería (los inspectores e interventores de entonces), funcionarios reales que aceptaban o rechazaban el material y libraban los pagos. El material aceptado quedaba bajo la custodia de sus mayordomos en almacenes llamados «casas de munición» hasta su distribución. En dichos establecimientos se contrataban artesanos encargados de fundir la munición, preparar la pólvora adquirida o construir montajes y a veces bocas de fuego completas. Las casas de munición constituyeron el precedente de las maestranzas y parques.

Según el historiador y sociólogo norteamericano Lewis Mumford, la pólvora negra y su uso por los artilleros se adelantaron a la Revolución Industrial y, en la historia de la tecnología, el empleo de la pólvora en las armas de fuego tuvo un triple efecto social: desarrolló la metalurgia del cobre y la siderurgia, transformó el arte de la fortificación y potenció el estudio de los fenómenos de la balística interior, lo que supuso la base conceptual del motor de combustión interna.

Tales son los cambios protagonizados por la aparición de la pólvora negra y de la artillería, que se abandonaron los recintos amurallados y el diseño de las nuevas fortificaciones de forma poligonal quedó condicionado en cuanto a sus dimensiones por el alcance de los cañones defensivos que se colocaban en los vértices de los bastiones. En un principio, fueron los mismos individuos los que intentaron aunar todo el saber y conocimientos necesarios para poner en orden de batalla la artillería necesaria, su mejor disposición para el asedio y la defensa y el propio diseño y puesta en obra de las fortificaciones. Nacían así los primeros ingenieros españoles.

A partir del ejército permanente creado y mantenido por la Corona desde la conquista de Granada, se hizo patente la necesidad de disponer de medios artilleros para proteger puertos de mar y poblaciones y con ello contar con una industria capaz de proporcionar los medios y equipamiento de manera constante y con la calidad adecuada.

Si bien la fabricación de pólvora y la construcción de cañones era gremial al principio, pronto se hizo necesario estudiar sistemáticamente y a fondo los conceptos aplicables a la fabricación y uso de la Artillería. Para ello hubo que

dominar las nuevas ramas de la ciencia, como la balística, la química o la metalurgia. Hacia 1542 se abrió la Escuela de Burgos para la formación de los artilleros. Le siguieron las de Sevilla, Barcelona, la de Matemáticas de Cádiz, la teórica de Artillería también en Cádiz y finalmente, el Real Colegio de Artillería de Segovia (1764) con el que la Ilustración llegó a la milicia. En paralelo aparecieron los primeros libros técnicos, como el *Tratado de la Artillería y uso de ella*, *El Perfecto Artillero* o el *Arte de fabricar el Salitre y la Pólvora*.

A finales del siglo XVI y a medida que se estancaba el combate terrestre, el esfuerzo bélico se orientó a incrementar la fuerza naval. Es en este periodo cuando surgen las primeras flotas de guerra nacionales capaces de prolongar el conflicto a gran distancia de la metrópoli. En los siglos sucesivos quedaría patente que aquellas naciones que no pudieran abastecerse de miles de cañones para artillar sus barcos se verían desalojadas de las principales rutas comerciales marítimas, dejando la hegemonía en los océanos, nuevo escenario principal de confrontación, a los países más poderosos. La pólvora era un producto estratégico, por lo que fábricas como la de Granada, Murcia o Villafeliche se veían forzadas a incrementar su capacidad de producción sin rebajar la calidad.

En 1711 Felipe V reguló el Cuerpo de Artillería al asignarle la función, entre otras, de construir los cañones y demás elementos para el empleo de éstos. Mucho tiempo después, en 1895, los artilleros que cursaban los estudios sublimes correspondientes a la rama técnica recibían el reconocimiento de Ingenieros Industriales del Ejército. Conforme se creaban las reales fábricas, los artilleros se encargaron de su dirección administrativa y técnica.

Como consecuencia de las numerosas guerras europeas, del establecimiento de nuevas ciudades en América y de la lucha por el dominio del mar, florecieron en España numerosas fábricas de pirotecnia y cañones. Como ya hemos señalado, desde el reinado de Carlos I pasaron a ser particulares, pero con la llegada de los Borbones a España, la Corona valoró su importancia para el sostenimiento de sus ejércitos y asumió su propiedad y gestión, poniendo a artilleros e ingenieros militares a su cargo. Estas fábricas constituyeron un valioso semillero de artesanos y oficios, de lo cual se beneficiaron no sólo las propias instalaciones, sino el tejido industrial español en su conjunto. Como complemento a estas fábricas se crearon, a partir de finales del Siglo XIX, laboratorios y centros de ensayo que aportaban valor añadido en áreas como la química, la metrología industrial, la electrotecnia o la experimentación balística.

La puesta en funcionamiento de las Reales Fábricas para la producción de bienes imprescindibles para los estados requería enormes inversiones. Se necesitaban importantes instalaciones para albergar hornos de gran capacidad con unas

condiciones geográficas particulares –con abundancia de madera– y mano de obra muy cualificada. Estas condiciones no eran fáciles de reunir en la Europa del siglo XVI –por la cualificación del personal – y buena prueba de ello son las tentativas fallidas de instalar nuevas fundiciones y molinos de pólvora en la Península y en los territorios de ultramar.

Felipe V juró como rey en los albores del XVIII, aunque debió enfrentarse a una cruenta guerra de sucesión que no concluyó hasta 1714. Además de tropas y armamento, Luis XIV de Francia le proporcionaba a su nieto asesores políticos y militares que lideraron una profunda transformación de la estructura del Estado y de los ejércitos españoles, siguiendo el modelo implantado en Francia. Antes de la llegada de los borbones, «vencíamos poco en las batallas; demostrábamos tan solo que sabíamos bien morir». El joven monarca ordenó planificar un tejido industrial que pudiera equipar de armamento a las tropas españolas y suministrar otros productos que hasta entonces había que importar, intentando reducir al mínimo la dependencia de los suministros foráneos, casi todos franceses.

Recién estrenado el siglo XVIII, aparecieron los cuerpos facultativos especializados, uno en el ataque (armamento) y otro en la defensa (construcción) encuadrados respectivamente en los Cuerpos de Artillería y de Ingenieros del Ejército. La ingeniería civil, diferenciada de la militar en los siglos posteriores, se nutrió en sus comienzos de numerosos artilleros e ingenieros militares. Ejemplo de ello es el origen y nacimiento de las ingenierías de minas, industrial, de caminos, etc. En aquellos años, la producción era intermitente (a impulso de las erráticas adquisiciones de la Corona), faltaban especialistas y buenos artesanos, lo que obligaba a fabricar sobre el terreno cerca de las zonas de conflicto que, hasta la guerra de Sucesión, se concentraban en Milán, Nápoles o Malinas (actual Bélgica).

Durante el reinado de Carlos III (1759-88) la situación económica mejoró gracias a la carga de metales preciosos de los navíos procedentes de América; el monarca encargó al conde de Gazola una nueva transformación de la fabricación del armamento español. El plan se materializó en la *Ordenanza de Nuevo Pie* de 1762, con la que se creó el Cuerpo de Artillería; la idea era estatalizar la gestión de todos los centros productivos y aprovechar los conocimientos artilleros para industrializar España bajo las directrices de la Corona de acuerdo con los principios ilustrados de la época. Como consecuencia, los artilleros se hicieron cargo definitivamente de su propia formación y asumieron entre sus responsabilidades la dirección y gestión de las fábricas de armamento, incluyendo las de pólvoras, fusiles y armas blancas; dicha formación, que se unificó en el Real Colegio, les facultaba como auténticos ingenieros industriales noventa años antes de que otro artillero, Francisco de Luján, ministro de Fomento, creara las primeras escuelas de ingenieros industriales civiles.

La pólvora negra se empezó a usar como explosivo por mano de los holandeses a finales del siglo XVI. Para ello, usaban morteros de ánima cilíndrica con recámara que disparaban granadas *a dos fuegos*, es decir, que se daba fuego a la vez a la espoleta y al fogón que lo transmitía a la carga. El proyectil se envolvía en tierra apisonada para evitar que el fuego de la espoleta se transmitiese a la carga de proyección. En cualquier caso, el disparo era muy peligroso. Para mitigarlo, se colocaba sobre la carga de proyección un disco de madera cubierto de musgo y tierra dejando libre la espoleta. En la misma época comenzaron a emplearse con profusión granadas de mano y el tiro de metralla que lanzaba por la boca de fuego trozos de hierro, piedras o balas de plomo. También eran usadas, aunque en raras ocasiones, las *balas rojas*, un bolaño calentado al rojo para incendiar casas y campamentos.

## Fábricas de pólvoras en ultramar

Antes de que se comenzara la fabricación de pólvora en las Indias, todo el territorio español en América, Asia y África debía ser abastecido con lo que se traía de las fábricas de España o de otros territorios europeos. Plazas como Cartagena, Panamá o Portobelo, entre otras, utilizaban pólvora traída de Villafeliche o la compraban de contrabando a comerciantes extranjeros.

Uno de los aspectos centrales del Reformismo Borbónico fue la transformación de la economía en orden a implementar una nueva relación, más estrecha y dependiente, de los dominios ultramarinos respecto de la metrópoli, conocida con el nombre de «nuevo pacto colonial». Así, en 1713, Felipe V envió una Real Cédula al arzobispo Fray Francisco del Rincón, presidente de la Real Audiencia de Santa Fe, en donde dictaba que «se solicite con toda eficacia, el arrendamiento, asiento y estanco de la pólvora en todas las provincias del Nuevo Reino de Granada». Esta preocupación se basaba no solo en intereses económicos, sino que formaba parte de la política borbónica de control social, pues la pólvora era un producto que, en manos «equivocadas», podía acarrear graves perjuicios a la Corona.

A principios del siglo XVIII ya se había consolidado una fábrica de pólvora en la Nueva España y en Perú, desde donde se enviaba a diversos lugares de América, como los puertos y ciudades neogranadinas. Sin embargo, ante la gran cantidad de problemas que se presentaban para traer el producto —bien fuera desde la península o de otros virreinos americanos—, el virrey Pedro Messía decidió construir una fábrica en Santa Fe, México, la cual sería nutrida del salitre producido en una fábrica ubicada en Tunja y otra en Sogamoso, del azufre traído de Popayán e Ibagué y del carbón que se recogía en las inmediaciones de la ciudad. Para la puesta en marcha se pidieron operarios a España.

Debido a la terrible explosión que destruyó la primitiva fábrica de pólvora de Chapultepec-Santa Fe, en 1779 se comenzó la construcción de una nueva. Se trataba de fabricar la llamada «pólvora del rey» para evitar el transporte desde los buques de guerra. Aunque en un par de años empezó a producir pólvora de mina, festiva y militar, sucesivos incidentes ralentizaban la producción hasta que un incendio en 1811 destruyó nuevamente gran parte de la instalación. Con la independencia de muchos territorios de ultramar, en 1821 pasó a trabajar para la nación recién constituida. Con mucho esfuerzo fue reconstruida hasta que en 1825 quedó anegada por una enorme explosión. Los supervivientes reiniciaron por enésima vez la producción años más tarde.

La utilización de la pólvora en el Perú se remonta a los primeros tiempos de la Conquista. La crónica de Pedro Sarmiento de Gamboa describe la enorme potencia y calidad de esta materia explosiva, que permitió obtener victorias bélicas por la innegable superioridad técnica sobre el enemigo. En el Perú, la mayor parte de la pólvora fabricada tuvo por destino la industria minera.

Además de las citadas de México y Perú, en la España de ultramar proliferaron las fábricas de pólvoras, especialmente a partir de la primera mitad del siglo XVIII. El producto se distribuía desde unos almacenes o estancos propiedad de los virreyes. Se cuentan por decenas los accidentes en fábricas y depósitos, así como las quejas por los robos y sabotajes en la época de los levantamientos contra la metrópoli. Aun así, hacerse con el control de las fábricas de pólvora fue uno de los objetivos estratégicos de los sublevados.

### Aparataje y sustancias relacionadas con la pólvora

En la primera mitad del siglo XVII empezaron a utilizarse algunos aparatos para medir la fuerza de las pólvoras, controlar su calidad y determinar sus características. Aun cuando sus indicaciones eran poco precisas, permitían obtener un valor que se estimaba aceptable y servía para establecer las diferencias entre unas y otras. El más antiguo fue el *mortereite*, que era capaz de dar una idea del funcionamiento de las pólvoras poco densas y de grano fino mientras que para las pólvoras gruesas y de gran densidad resultaba poco útil. Posteriores al mortereite, se pueden citar la *probeta de cremallera* y la *probeta pistolete*. De esta última existen algunos ejemplares en el Museo del Ejército.

Con el tiempo, se introdujo la preparación de las cargas de pólvora negra en saquitos de papel o tela y se adoptó el empleo de un cebo con pólvora fina situado en la parte en que el saquito debía tomar fuego, mejorando el comportamiento de la carga de proyección. La conservación en polvorines y depósitos de la pólvora

requería la realización de una serie de pruebas de vigilancia que asegurasen la continuidad en el tiempo de las características balísticas de la mezcla.

Hubo diferentes intentos de usar la pólvora fina destinada a las armas portátiles en el material artillero. Para ello, se ensayaron algunos métodos para comprimir la pólvora en un solo grano, pero la idea fracasó. Posteriormente se ensayó con pequeños bloques prismáticos con un resultado muy positivo. Esta evolución conceptual permitió controlar la velocidad de generación de gases durante la deflagración; la idea se ha seguido usando incluso en las modernas pólvoras de base nitrocelulósica de 7 o 19 canales, así como en los motores cohete de grano sólido y de macarrones.

La necesidad de obtener mayores alcances y los avances en la construcción de los tubos-cañón, exigía contar con pólvoras menos vivas y más regulares al deflagrar. Aparecieron así las pólvoras pardas, cuyo color era consecuencia de usar carbón rojizo en su fabricación (1886).

En la época en que aparecen las pólvoras pardas, también lo hacen las de base orgánica denominadas genéricamente pólvoras sin humo. La primera sustancia ensayada fue la *xiloidina* (1832 por el francés Braconnot); le seguiría la *nitramidina*. Ambas resultaron ser muy inestables y, por tanto, peligrosas. En 1846 apareció el *fulmicotón*, *algodón pólvora* o *piróxido*, menos peligroso que los primeros intentos y que empezó a fabricarse hacia 1850. Las explosiones catastróficas de las fábricas austriacas de Simmering (1862) y Steinfeld (1863) arruinaron el proyecto. También se intentó usar sin éxito la dinamita como agente propulsor. Tras numerosos fracasos, finalmente se adoptaron en España (1894) las pólvoras sin humo; coexistieron durante muchos años con las pólvoras negras y pardas.

La gran ventaja de los nuevos propulsores era la ausencia de residuos en el ánima tras los disparos. Además, la cantidad necesaria de las nuevas pólvoras, a igualdad de prestaciones, era mucho menor, lo que favoreció el empleo de la vaina desde finales del XIX facilitando así la maniobra de alimentación de las bocas de fuego y la conservación de la pólvora. Ya en 1903 se clasificaron y reglamentaron en España 25 clases de pólvora negra, 12 pardas y 6 sin humo. La diferencia más significativa entre ellas se debía a la granulometría de cada una. En la actualidad la fabricación de pólvoras militares en España se mantiene en Granada (del grupo MSM eslovaco), Murcia y Páramo de Masa (de la alemana Rheinmetall).

En el momento en que termino este trabajo se ha puesto de manifiesto la carencia de nitrocelulosa a nivel mundial debido a los consumos de municiones en la guerra en Ucrania. Los países que no cuentan con instalaciones de nitración de celulosa

están atravesando momentos críticos a la hora de reponer sus reservas y atender sus necesidades.

## Conclusiones

La llegada de la pólvora a Europa en el siglo XIII cambió la forma de hacer la guerra, especialmente cuando se empezó a usar en ingenios capaces de lanzar a distancia proyectiles inertes y explosivos. El uso de la pólvora como elemento de proyección de objetos pesados pasó de los árabes a los Reyes cristianos durante el siglo XIII y desde la Península Ibérica al resto de países europeos durante el XIV. Tras la conquista de Granada y la creación de un Ejército permanente, se hizo patente la necesidad de contar con una industria militar que suministrase el armamento y enseres a las tropas de la Corona. De la fabricación en manos privadas durante la dinastía de los Austrias se pasó, con la llegada de los Borbones al trono, a una industria estatal en manos de la Artillería gracias a la creación de las Reales Fábricas hasta finales del siglo XX, en que toda la industria militar pasa a manos privadas -mucho de ella extranjera— nuevamente.

En mayo de 2014 se celebró el 250 aniversario de la creación del Real Colegio de Artillería en Segovia. Desde el principio, los artilleros han adoptado una actitud marcadamente renacentista propia de la época de la ilustración. Ansiosos de saber, supieron acumular y conjugar conocimientos hasta entonces separados, como la fundición y la mecánica para la fabricación de bocas de fuego y los químicos para la fabricación de pólvora y explosivos. A estos conocimientos se deben añadir las disciplinas y ciencias emergentes como la balística, las matemáticas, la física newtoniana, la topografía, la dinámica de fluidos, la cinemática, etc.

En plena revolución industrial, España habría perdido definitivamente su papel de potencia mundial de no haber sido en parte por los artilleros, que implantaron nuevos métodos de fabricación en las maestranzas, fundiciones, fábricas, laboratorios y centros regentados por ellos. Es un hecho que los artilleros supieron a lo largo de la historia unir al ejercicio de las virtudes militares, el conocimiento técnico consecuencia el doble papel que les correspondía jugar: uno ejercido en la retaguardia y otro en campo de batalla utilizando armas diseñadas, fabricadas y mantenidas por ellos mismos. Este doble papel de fabricante y usuario ya no es posible en la época actual debido a la complejidad tecnológica de los sistemas de armas que hoy se despliegan.

Protagonista de la evolución e historia de la gran nación española y de su legado en ultramar, fue la fabricación de la pólvora negra, omnipresente en todas las contiendas durante más de seiscientos años. Hoy la química orgánica ha permitido

mejorar los propulsores y materias activas presentes en los sistemas de armas, dejando a la pólvora negra como recuerdo y secular protagonismo. ■

## Referencias bibliográficas:

- Casado, M. y Varga, L. *Los molinos de pólvora de Villafeliche*. Centro de Estudios Bilbilitanos. 2018.
- Colectivo. *No solo cañones*. MINISDEF, 2014
- Curiel, Nidia. *La Real Fábrica de Pólvora de Santa Fe. 1780-1825*. E. Curiel 2020
- Firrufino. *El perfecto Artillero*. Facsimil. 1642.
- Manzano, A. *El ejército que vuelve a ganar batallas*. Ciudadela. 2011.
- Martínez Utesa, M<sup>a</sup> Carmen. *Ciencia y milicia en el siglo XIX en España*. IGN. 1995
- Monforte Moreno, M. *Evolución de la Industria militar española*. Colección ACAMI, nº 4. 2022
- Monforte Soler y col. *Las pólvoras y sus aplicaciones*. 3 tomos. UEE. 1992
- Sánchez Gómez, F. *El Arma de Artillería en el reinado de Alfonso XII*. MINISDEF, 1991.
- Velázquez, J.J. "La empresa y estanco de pólvora del virreinato del Nuevo Reino de Granada". 1772-1810. Univ. Nacional de Colombia. *Revista de estudiantes de Historia*. Nº 3 Dic. 2015
- Vigón, Jorge. *Historia de la Artillería Española*. 3 tomos. MINISDEF, Reedición 2014.
- Vidal, G. *Retratos. El tiempo de las reformas y los descubrimientos (1400-1600)*. RIALP. 2009.