

Históricas Digital

Antonio Aguilar Escobar

“Las fábricas de artillería de bronce de la Monarquía hispánica durante la edad moderna”

p. 177-206

Armamento y globalización en la Monarquía hispana (siglos XVI-XVIII)

Iván Valdez-Bubnov (coordinación)

Aitor Díaz Paredes (coordinación)

Antonio José Rodríguez Hernández (coordinación)

Ciudad de México

Universidad Nacional Autónoma de México/Instituto de Investigaciones Históricas

2022

372 p.

Cuadros

(Serie Historia General, 43)

ISBN 978-607-30-6858-1

Formato: PDF

Publicado en línea: 23 de enero de 2023

Disponible en:

http://www.historicas.unam.mx/publicaciones/publicadigital/libros/787/armamento_globalizacion.html

D. R. © 2023. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas. Se autoriza la reproducción sin fines lucrativos, siempre y cuando no se mutile o altere; se debe citar la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma, se requiere permiso previo por escrito de la institución. Dirección: Circuito Mtro. Mario de la Cueva s/n, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510. Ciudad de México



INSTITUTO
DE INVESTIGACIONES
HISTÓRICAS



LAS FÁBRICAS DE ARTILLERÍA DE BRONCE DE LA MONARQUÍA HISPÁNICA DURANTE LA EDAD MODERNA

ANTONIO AGUILAR ESCOBAR

Universidad Nacional de Educación a Distancia, España

*Introducción. Las preferencias de
la Corona por la artillería de bronce*

El uso de la artillería revolucionó las tácticas militares, el diseño de las fortificaciones y la guerra en el mar en la Edad Moderna. Como en el resto de Europa, la necesidad de buenas piezas de artillería fue una constante en la Monarquía española desde finales del siglo XV. Los Austrias y los Borbones utilizaron la artillería en tres frentes: las batallas en campo abierto durante las campañas europeas, las guerras de sitio y la defensa de plazas y costas de la península y del imperio colonial americano, así como para la protección de las flotas que transportaban los tesoros de Indias, pertrechando las armadas que operaban en el Atlántico y los galeones en el Pacífico. La Monarquía hispánica, hasta bien entrado el siglo XVII, dispuso de cañones de una tipología y una procedencia muy variada, así como de un número de piezas muy escaso.

Los cañones disponibles se distribuían entre los ejércitos de tierra y las armadas en función de las necesidades del momento. Así, por ejemplo, cuando se pertrechaban las flotas de Indias se las artillaba con los cañones almacenados en la Maestranza de Sevilla o, posteriormente, en los almacenes de la artillería de Cádiz, según disposición del Capitán General de la Artillería o del comandante de la artillería de la zona. Cuando los buques

arribaban a su destino, los cañones se desmontaban de los barcos y se emplazaban en las fortificaciones y plazas americanas.¹

Hasta mediados del siglo XVII, la artillería fabricada en España era de bronce, ya que las piezas de hierro colado no se empezaron a fabricar hasta después de 1630 con la construcción de los altos hornos de la Cavada y Liérganes. El bronce fue el material preferido por la Corona para artillar sus buques, ejércitos y defensas de costas y fortalezas. En el caso de los buques de la Carrera de Indias, la artillería de bronce era preceptiva llegando a constituir más de 70% del total de las piezas que portaban. También se preferían las piezas de bronce a las de hierro para la defensa de las plazas indianas. En la documentación consultada encontramos muchos datos de esta preferencia. Por ejemplo, el 13 de abril de 1679, el gobernador de La Habana pedía a la Casa de la Contratación entre 60 a 80 piezas de bronce de calibre de seis libras y otras armas y pertrechos. El 10 de octubre del mismo año, ante la ausencia de resultados a la petición anterior, se reitera la demanda insistiendo en que se mande “lo que hay en los almacenes (de la Fundición de Sevilla)” también se pedían informes de “lo que se pueda fabricar [...], del tiempo que se tarda en fundir la artillería de bronce que es la forma en que se manda en dicha real orden”.²

La tecnología de la fundición de bronce era mejor conocida y se había desarrollado antes que la del hierro, pero, además, las piezas de bronce tenían ventajas que las hacían muy útiles, sobre todo para la artillería naval. En primer lugar, porque los cañones de hierro eran mucho más pesados que los de bronce, ya que al ser el hierro más quebradizo que el bronce se necesitaba aumentar el grosor de la pieza con una cantidad superior de metal para hacerla más segura y evitar su explosión al ser disparada. Hacia mediados del siglo XVIII todavía continuaba el debate sobre

¹ Real Cédula del 20 de junio de 1637. Archivo General de Indias (AGI). Santo Domingo, 870, leg. 10, f. 38. En ella se ordena al gobernador de Cuba que, de las 14 piezas de bronce de 35 quintales que ha de enviarle el gobernador de Puerto Rico, se quede con cuatro piezas para el presidio dejando el resto en depósito en la ciudad para la armada de Barlovento; Real Cédula de 28 de febrero de 1538, AGI. Indiferente, 1962, leg. 6, f. 11, ordenando que se “tome la artillería de los navíos que haya en esa bahía (Cádiz) y que no estén preparados para partir de la armada anterior”.

² Archivo General Militar de Madrid (AGMM). Colección Aparici. Tomo XLVI, 1-13-15. Informe del 30 de abril de 1670 justificando la necesidad de mantener la fundición de bronce de Sevilla y la renovación del asiento de Enrique Habet.

las ventajas del bronce para las armadas, pues las cubiertas de las naves de la época soportaban mejor el peso de toda la artillería que portaban si ésta era de bronce. En segundo lugar, los cañones de bronce tenían más resistencia a la corrosión atmosférica, lo que en los climas de las Indias los hacía idóneos para las fortificaciones de aquellas plazas, así como para artillar los buques de las flotas que operaban en el Caribe y en los océanos Atlántico y Pacífico, y no era necesario renovarlos con tanta frecuencia como los de hierro. Sin embargo, el principal inconveniente de este metal era su elevado coste respecto al hierro. La artillería de bronce tenía un coste de hasta cuatro veces mayor que la de hierro, lo que hizo que, en la segunda mitad del siglo XVIII, ante la gran demanda de cañones para los navíos, se artillaran éstos con piezas de hierro colado.³

Las fábricas de artillería en Ultramar

El imperio español necesitó un gran número de piezas de artillería para defender sus posesiones en Europa y América y, con esta finalidad, a partir del Quinientos, fue creando fábricas productoras de cañones en la península y en ultramar. Las fundiciones de ultramar se establecieron con el objetivo de disponer rápidamente de piezas para la defensa local evitando la demora y el gasto ocasionado por los transportes de los cañones desde España. Estos establecimientos fueron de propiedad estatal y de gestión pública a cargo de funcionarios, generalmente militares, destinados allí. La financiación de todos ellos corrió a cargo de la Real Hacienda a partir de los situados en las Cajas Reales de México. En ese periodo, los establecimientos ultramarinos eran pequeños talleres de tipo artesanal en los que trabajaban un maestro fundidor y unos pocos operarios que fabricaban

³ Un cañón de bronce de calibre 24, fabricado en Sevilla, podía pesar cerca de 3 tm., mientras que el mismo calibre en hierro superaba las 6 tm. Al incrementarse los calibres, la diferencia de peso se hacía mayor. José Alcalá-Zamora, *Historia de una empresa siderúrgica española: Los altos hornos de Liérganes y la Cavada*, Santander, 1974. Según el autor, en el siglo XVII los cañones de hierro colado fabricados en La Cavada costaban entre 50 y 70 reales de vellón (r.v.) el quintal (q.), mientras que en la fábrica de Sevilla la pieza de bronce podía costar entre 180 y más de 200 r.v. por quintal.; Carlo Cipolla, *Cañones y Velas*, Barcelona 1967, p. 66. Según el autor, de 1620 a 1630 los cañones suecos de calibre de seis libras tenían un peso medio de 600 kg en bronce y de 800 a 1 000 kg en hierro.

pocas piezas de bronce al año por encargo del rey con un ritmo discontinuo. Estaban destinadas, sobre todo, a las flotas y armadas de América y Filipinas, así como a las fortificaciones indianas. Utilizaban cobre suministrado por la monarquía procedente de las minas de Cuba y Hungría, al principio, y luego de Chile, México y Perú. El estaño venía principalmente de Inglaterra y era fundamental para la aleación con el cobre, dotando a la pieza de la debida dureza que permitía contrarrestar la flexibilidad y la blandura del cobre.

Estas pequeñas fábricas tuvieron numerosos problemas debido a la falta de fundidores, de metales, de caudales y de altos costes de producción, por lo que a finales del Seiscientos casi todas habían desaparecido, salvo la de Manila que continuó su andadura con altibajos hasta finales del siglo XVIII. Una muestra de las quejas sobre la falta de fundidores aparece en una carta del virrey del Perú para que se mandara desde la Península un maestro a la Nueva España y pasara a Filipinas:

donde hay falta de él y se necesita mucho. Y puedo decir a V.M que hace cinco años que estoy fundiendo artillería con tanta desgracia que son muy pocas las piezas que han salido buenas de la primera fundición, y teniendo tres fundidores que todos se precian de maestros, se hallan perdidos y pobres por haberseles desgraciado las fundiciones, y no se sabe si es por haberse empeorado la calidad del cobre o descuidarse en el refino por ahorrar los costos, pero lo más cierto a mi entender habrá sido el permitir Dios que en este tiempo se herrase todo, para que en todo conociésemos las señas de su castigo.⁴

Por otra parte, en el siglo XVIII, la nueva dinastía optó por abandonar los diferentes establecimientos dispersos por el Imperio que habían funcionado hasta entonces, para centralizar y aumentar la producción de cañones en grandes fábricas establecidas en Sevilla y Barcelona desde 1717 con una producción en serie. De las fábricas ultramarinas, sólo algunas de ellas tuvieron cierto éxito fabricando algunas piezas. Éste fue el caso de los establecimientos de Manila, La Habana, Acapulco y Santa Fe de Bogotá, de los que tenemos algunos datos procedentes del Archivo General de Indias (AGI) que comentaremos a continuación.

De la fundición de Manila tenemos datos desde 1581 hasta 1791 en que se ordenó su cierre. Se trataba de un taller con un horno de fundición que

⁴ Correspondencia del virrey del Perú, 16 de febrero de 1687. AGI. México, 57, r. 2, n. 32.

manejaba un maestro fundidor con un salario de unos 1 000 pesos anuales y nueve operarios. Su actividad se interrumpió muchas veces durante su existencia; por ejemplo, en 1603, debido a un incendio en Manila y a la rebelión de los sangleyes en ese año, el establecimiento sufrió un considerable deterioro, y en 1614 estaba prácticamente arruinado, de modo que se decidió trasladar el taller a otro lugar de la ciudad junto al fuerte viejo de piedra en un ángulo de la muralla. Pero a lo largo del Setecientos volvió a sufrir varias interrupciones, y cesó su actividad a finales de esa centuria. La producción fue muy irregular y escasa; en total, hemos contabilizado entre 120 y 150 piezas de bronce en todo el periodo.⁵

El establecimiento de La Habana tuvo una corta duración, desde 1597 hasta 1607. Tenía un maestro fundidor, 20 operarios y hasta 200 peones. Se fabricaron 46 piezas en todo el periodo y su mantenimiento corría por cuenta de una asignación de 24 643 escudos al año situada en México. Sus costes de producción y la escasa calidad de sus piezas determinaron su cierre; la asignación se destinó a la fundición de Sevilla y se mantendría durante el siglo XVII, estableciéndose finalmente en 30 800 pesos anuales. El maestro fundidor Francisco Ballesteros se incorporaría al establecimiento sevillano.

En el caso de Acapulco, la actividad fue más prolongada. Se fundó en 1600 y tuvo una actividad regular hasta 1620. Se instaló en una casa situada en el puerto, contaba con el maestro fundidor, 17 operarios y más de 100 peones. La producción fue discontinua; sabemos que se hicieron tres sesiones de fundición entre 1600 y 1616 con el resultado de 22 piezas en total. Los testimonios de las autoridades de la artillería nos dan cuenta de sus excesivos costes de producción, lo que probablemente determinó su cierre.

Por último, en Santa Fe de Bogotá se fundó un establecimiento en 1783 que fue puesto al mando de Domingo Esquiaqui, un ingeniero militar destinado en la zona. Este establecimiento tuvo una duración muy corta, ya que se cerró en 1787. Se situó en un solar de un huerto alquilado por la Corona, donde se acondicionó un taller con un horno grande de

⁵ Antonio Aguilar Escobar, “Noticias sobre las fundiciones de artillería de Ultramar en los siglos XVII y XVIII”, *La economía marítima en España y las Indias*, José Quintero, Marina Alfonso y Carlos Martínez Shaw (coords.), San Fernando, Ayuntamiento de San Fernando, 2015, pp. 79-96.

reverbero y otro más pequeño, así como cuatro pequeños hornos para tratar los metales. Tenía también una máquina para barrenar en sólido. Su producción se redujo a 49 piezas para defensa de la ciudad, pero sólo se terminaron 22 piezas. También se iniciaron otros proyectos que no llegaron a consolidarse como fue el caso de un taller de fundición en Chapultepec que fabricó sólo 10 piezas, y un proyecto que no llegó a iniciar la producción, como fue el caso de la fundición de Orizaba en el siglo XVIII.⁶

Las fábricas que tuvieron una larga existencia y una considerable producción fueron las establecidas en la península: en Barcelona en 1717 y, sobre todo, en Sevilla durante el siglo XVIII, aunque ésta funcionaba desde 1565. En los siguientes apartados explicaremos las características de estas dos fábricas de las que tenemos datos en la documentación conservada en el Archivo General de Indias (AGI), el Archivo General de Simancas (AGS) y el Archivo General de Andalucía (AGA) que custodia los fondos de la fábrica de artillería de Sevilla y algunos de la de Barcelona (AFAS).

La Real Fundición de Barcelona

Al término de la guerra de Sucesión y después de la caída de Barcelona en 1714, la Corona decidió poner en funcionamiento en 1717 un establecimiento de fundición de cañones de bronce en la ciudad destinados al artillado de la Ciudadela y a las plazas del Principado, aunque posteriormente su producción iría a otros destinos: la Marina, las plazas de Indias y los ejércitos de tierra distribuidos por la Península. Sin embargo, parece que ya había alguna actividad de fundición de cañones desde el siglo XVI, según menciona Jorge Vigón, pero apenas tenemos datos de esta época, dejó de funcionar en el siglo XVII.⁷ A partir de 1717, el edificio inicial, que estaba situado al noroeste de las Ramblas cerca de la muralla, tenía una organización espacial lineal siguiendo la muralla con una planta

⁶ *Ibidem*. Sobre la fundición de Acapulco, véase Eder Gallegos Ruiz, “La producción de artillería de bronce en Acapulco (1601-1616)”, *Red de Estudios Superiores Asia Pacífico*, año 2, v. 3, 2016, pp. 39-62.

⁷ Jorge Vigón, *Historia de la Artillería española*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2014; Carrasco y Saiz, “Apuntes para la historia de la fundición de artillería de bronce en España”, *Memorial de Artillería*, 3ª serie, tomos XV y XVI, Madrid, 1887.

rectangular dividida en estancias independientes, pero contiguas y comunicadas entre sí, albergando los distintos talleres con objeto de facilitar una cierta secuenciación del proceso de producción. Entre estos talleres destacaba el de fundición con dos hornos, uno de gran capacidad y otro pequeño, así como el de las barrenas con dos máquinas operativas movidas por tracción animal.⁸

La gestión de esta fábrica fue compartida entre los asentistas fundidores, que se encargaban de los aspectos técnicos de la producción y del personal, y el Estado a través de un director y un contralor pertenecientes a la artillería que velarían por el cumplimiento de las ordenanzas militares y, sobre todo, por la gestión económica de la fábrica: diseño de los cañones, libranzas de caudales, pagos, destinos de las piezas, etc. De este modo, la Corona tendría mayor control sobre la producción, evitando los posibles fraudes de los asentistas. El primer asiento se firmó el 24 de septiembre de 1715 con Pedro Ribot, maestro fundidor de artillería.⁹ En el asiento no se especificaba el número de piezas que se fundirían anualmente, por tanto, la producción en estos primeros años no era planificada y respondería a encargos puntuales en función de la coyuntura militar. Los cañones se venderían al rey a razón de unos 60 r.v. por quintal de manufactura.

Esta gestión mixta se iría transformando en una gestión directa y total por parte de la Secretaría de Guerra y la de Hacienda a través de la Intendencia al suprimirse los asientos a partir de 1767, coincidiendo con el proceso de estatalización que afectaría a las industrias militares en general. A partir de entonces, los maestros fundidores serían funcionarios a sueldo de la Corona. Al mismo tiempo, se ampliaría el edificio que la albergaba, cuyas obras se habían iniciado al principio del Setecientos; a partir de ese año, las labores de fundición se irían trasladando progresivamente a un nuevo emplazamiento en las atarazanas situadas al suroeste de la ciudad limitando con el mar, ya que éste era un recinto fortificado y más separado del centro urbano. Así, al estar más cerca del puerto, se facilitarían la salida de los cañones a sus destinos. Además, se pretendía la instalación

⁸ Aurora Rabanal Yus, *Las Reales fundiciones españolas del siglo XVIII*, Madrid, Servicio de Publicaciones del Estado Mayor del Ejército, 1990, pp. 135-162. La autora analiza el desarrollo de las obras del edificio de Barcelona y los detalles del proyecto.

⁹ Copia notarial del asiento de Pedro Ribot dada el 15 de octubre de 1717. AGS, GM, leg. 703.

en el mismo recinto de los distintos talleres con el objetivo de optimizar el proceso de producción y una fabricación en serie, adelantándose a lo que años después serían las industrias modernas. El artífice de estos cambios fue Jean Maritz, fundidor de origen suizo que había sido director de las fundiciones de Francia.

A finales del siglo XVIII, la fábrica de Barcelona tenía los siguientes talleres e instalaciones: un taller de afino con tres hornos de reverbero para purificar los metales, un taller de fundición con cuatro hornos en funcionamiento (uno de más de 500 q. de capacidad), un taller de las barrenas con tres máquinas movidas por tracción animal y los correspondientes talleres de herrería, carpintería y labores de terminación (grabado, pulimento, etc.), además de diversos almacenes y cuadra de ganado. Existía también un laboratorio de química, oficinas y despachos.¹⁰

En cuanto al número de operarios, sabemos que en los años ochenta trabajaban en la fábrica 12 operarios especializados con sueldo mensual: un maestro fundidor, dos afinadores, cuatro moldistas, dos barrenadores, dos cerrajeros y un peón. Hacia 1790 se fueron añadiendo más empleados: seis canteros, 17 albañiles, seis carpinteros, 16 herreros, lo que nos da unos 45 trabajadores fijos. A esta cifra habría que sumar un número variable de peones, entre 80 y 120, en labores auxiliares: mover fuelles, lavar tierras, limpiar restos de fundición, cortar mazarotas, etcétera. En total, más de 150 empleados a finales del siglo XVIII. Respecto a los salarios, no variaron mucho a lo largo de la centuria, aunque eran muy diferentes según la categoría laboral. Por ejemplo, el maestro fundidor cobraba hasta 1 500 r.v. al mes; el maestro afinador hasta 500 r.v.; los oficiales especialistas entre 200 y 300 r.v.; los jornales para los peones y otros operarios oscilaban entre 4 y 15 r.v.¹¹

Respecto a la producción de la fábrica, a finales de noviembre de 1717 ya se habían entregado 25 piezas y se estaban fundiendo 13 más. En tres años (hasta enero de 1720) se había fabricado 234 piezas entre cañones y morteros, es decir, un promedio de 78 anuales. A partir de los años cuarenta se encargó del asiento el fundidor José Barnola. El modelo

¹⁰ Antonio Aguilar Escobar, “Apuntes para la Historia de la Real Fundición de Cañones de Barcelona en el siglo XVIII”, *Revista de Historia Militar*, n. 108, 2010, pp. 11-37. También en Relación de efectos de la fábrica después del cierre de esta, 20 de noviembre de 1803, AFAS, caja 2167.

¹¹ Cuentas de caudales de 1784, AFAS, caja 2162.

de asiento era similar al presentado por el maestro Solano para Sevilla por las mismas fechas. Ambos contratos se formalizarían al año siguiente con objeto de reanudar la producción lo antes posible. Por primera vez se fijaba el número de piezas anuales que se fabricarán: en cinco años se harían 22 sesiones anuales de fundición de cañones y morteros de bronce con tres a cuatro piezas por sesión. Este ritmo se mantendría con interrupciones por diversas causas –falta de caudales, problemas en la calidad de las piezas o falta de metales– hasta 1767 en que se suprimirían los asientos. Estimamos que en este periodo (1717-1767) se habrían fabricado unas 1 500 piezas.

Para el periodo comprendido entre 1775 y 1800, las cuentas y los inventarios de los guardalmacenes nos dan más información que en la etapa anterior sobre la producción. En este periodo aumentó considerablemente la actividad de la fábrica en correspondencia con la mejora y ampliación del edificio y de las instalaciones que se realizaron por Jean Maritz. Entre 1775 y 1782, se fabricaron unas 300 piezas. Entre 1783 y 1788, 365 cañones y morteros; es decir, unos 60 anuales. En los cinco años siguientes, hasta 1793, 869 piezas. Al igual que en Sevilla, la guerra de la Convención hizo necesario aumentar la producción para combatir a las tropas francesas en los frentes del norte y el noreste de la península. Una cifra algo superior se fabricó entre 1794 y 1799, unas 990 piezas. En total, 2 500 cañones, morteros y obuses, siendo la media anual de unas 100 piezas en el último cuarto del Setecientos. Así, entre 1717 y 1800, la fábrica de Barcelona habría producido entre 3 000 y 4 500 piezas.¹²

La Real Fundición de Sevilla

La gestión de la fábrica sevillana pasó por varias etapas desde su fundación en 1565 hasta su total estatalización a partir de 1767. Inicialmente era un pequeño taller propiedad de la familia Morel que fabricaba y vendía al rey cañones destinados a las flotas de la Carrera de Indias y a las fortificaciones de las plazas americanas. En 1634, la Corona adquirió la propiedad

¹² Cuentas de guardalmacenes entre 1775 y 1800, AFAS, cajas 2161 y 2165. Para estimar la producción entre 1775 y 1782 nos hemos basado en la cantidad de bronce utilizado. Para el resto del periodo disponemos de las cifras del número de cañones fundidos desglosadas por años.

de la fábrica comprándola a su propietario, en esa época Juan Babel, por 55 000 r.v. A partir de ese año, la fábrica pasó a ser de titularidad pública, pero la gestión seguiría siendo privada en manos de los asentistas que también solían ser los maestros fundidores. El Estado suministraba los metales y, según los contratos, costaba los hornos y los utensilios más complejos, mientras que en otros corrían por cuenta del fundidor, recibiendo éste el pago por la manufactura.

Desde 1634 hasta 1717, se sucedieron en la dirección de la fábrica: Francisco Ballesteros (hasta 1649), Enrique Habet (hasta 1683) y Enrique Bernardo Habet (hasta 1717). Estos maestros fundidores, junto con otros que ejercieron después en las fábricas de Sevilla y Barcelona hasta mediados del siglo XVIII: Solano, Barnola, Ribot, entre otros, tuvieron una gran importancia en la introducción en España de las técnicas de afinado de metales y de fundición de cañones, pues aportaron sus conocimientos empíricos e inventaron procedimientos en una época en la que no existía una ciencia metalúrgica propiamente dicha. Ellos con sus recetas, muchas veces mantenidas en secreto, consiguieron fabricar piezas de bronce que, a pesar de algunos defectos, permitieron una defensa eficaz de la Monarquía española durante siglos, perdurando algunas de ellas hasta hoy, y siendo consideradas obras de arte.

Como muestra del sistema de asientos en dicha fábrica daremos algunos datos del contrato con Enrique Habet en 1650 que podemos considerar un modelo para toda la etapa. Al morir el anterior asentista, Francisco Ballesteros, debido a la epidemia de peste de 1649, se hizo un contrato a Juan Sneider de Salazar que no se ejerció por la muerte repentina de éste, y fue entonces cuando se contrató a Enrique Habet. Tendría total autonomía en el gobierno de la fábrica, aunque su gestión sería supervisada por los contadores de la artillería. Su asiento era por diez años y recibiría 38.5 reales por quintal de manufactura. Dispondría de un maestro fundidor, dos oficiales y un herrero, todos ellos por cuenta de la Real Hacienda. El maestro cobraría 25 escudos al mes, diez para cada oficial y doce para el maestro herrero. Su asiento terminó con su muerte en 1683, y fue sustituido por su hijo Enrique Bernardo con un contrato similar. Durante su gestión, fueron recurrentes las quejas por la falta de dinero para continuar las labores, pues la Hacienda no cumplía con los pagos de sus cañones. A su muerte no se habían liquidado las deudas que la Corona había contraído con él y hasta 1689 no se liquidaron a su hijo 15 000 reales de plata

de las deudas con su padre.¹³ A partir de 1717 se inició un periodo de gestión mixta entre asentistas y el Estado, como el descrito anteriormente para la fundición de Barcelona que duró hasta 1767, año en que la Corona tomó el control total de la fábrica, suprimiendo el régimen de asientos y encargándose directamente, no sólo de la gestión militar y económica de la misma, sino también de las labores de fundición por medio de funcionarios expertos en esas técnicas con un sueldo establecido.

Por otra parte, a partir de 1720 se iniciaron las obras de construcción del edificio monumental que concentraría los talleres e instalaciones de la fábrica a cargo del ingeniero militar Jorge Próspero Verboom, demoliendo los antiguos talleres del siglo XVII que por esas fechas estaban muy deteriorados. Con la llegada a Sevilla del director Jean Maritz en 1767, se acometería una gran ampliación del edificio y la mejora de sus instalaciones, así como la construcción de nuevos hornos de gran capacidad. Desde 1780 se haría una última reforma y se terminaría el edificio hacia 1796 con una superficie de más de 18000 metros cuadrados. En el espacio central se ubicaban los grandes hornos de fundición diseñados por Maritz; a su derecha, en dirección sur, unos almacenes para combustible y metales. A su izquierda, en dirección norte, un gran patio rectangular. En el espacio orientado al este, quedaban las antiguas dependencias del siglo XVII sobre las que se hizo la nueva construcción de Verboom. En la parte orientada al oeste, una calle central a partir de la cual se ampliaría la fábrica en esa dirección unos años después con el edificio de las barrenas de “sangre”, entre otras dependencias.

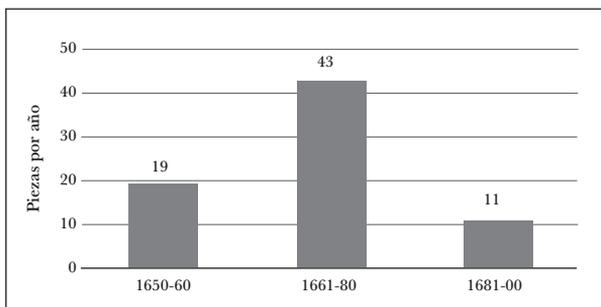
La producción

En la fundición de Sevilla se fabricaron piezas de todos los calibres y tipología en bronce: cañones, morteros y obuses, todos de avancarga y ánima

¹³ Cuentas de Enrique Habet desde 1649. AGI. Contratación, leg. 3897, citado en Antonio Aguilar Escobar, *Cañones de bronce para el ejército. Historia de la Real Fundición de Sevilla en el siglo XVIII*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2010, pp. 81-85. Sobre el sistema de asientos y las dificultades económicas de los asentistas ver Agustín González Enciso, “Asentistas y fabricantes: el abastecimiento de armas y municiones al Estado en los siglos XVII y XVIII”, *Studia Histórica. Historia Moderna*, n. 35, 2013, pp. 269-303.

lisa. En el siglo XVII, la producción fue alrededor de más de 1 500 piezas, pero con un ritmo irregular y periodos de inactividad o de muy baja producción debido a la falta de metales, caudales o problemas con los fundidores. En la gráfica 1 mostramos datos para la segunda mitad del Seiscientos correspondientes al asiento de Enrique Habet y su sucesor, su hijo Enrique Bernardo. En total hemos registrado la fabricación de 752 piezas con una media de 24 piezas por año en dicho periodo. Podemos observar cómo el comienzo y el final de ese periodo se caracterizaron por una producción muy baja, como resultado de los problemas con los fundidores anteriores y por el deterioro de las instalaciones.¹⁴

Gráfica 1
PRODUCCIÓN MEDIA ANUAL ENTRE EL AÑO 1650 Y 1700



FUENTE: Cuentas de Enrique Habet, AGI, Contratación, 3897.

Para el siglo XVIII, hemos contabilizado, entre 1717 y 1800, la producción de más de 8 300 piezas. En la gráfica 2 podemos ver el resumen de la producción y las variaciones a medida que discurría dicho siglo. Vemos una importante diferencia entre la primera y la segunda mitad de la centuria. Entre 1717 y 1767, el número de piezas fue de más de 1 600 con una media de aproximadamente de 25 al año; sin embargo, esta cifra se multiplicó por cinco en la segunda mitad, superando las 6 500 piezas con una media de más de 160 al año. Las cifras de la primera mitad del Setecientos muestran una media modesta de 25 piezas al año, cifra algo superior a las 14 de media de las últimas décadas de la centuria anterior, así como un ritmo irregular en la producción. La causa hay que buscarla

¹⁴ Cuentas de Enrique y Bernardo Habet de 1650 a 1700, AGI, Contratación, 3897.

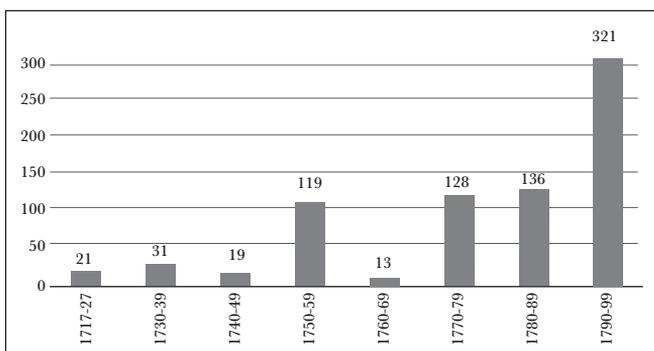
en el mal estado de la fábrica y de sus hornos, lo que hizo necesario iniciar la construcción del nuevo edificio y nuevos hornos.

Como indicamos anteriormente, esta labor la llevó a cabo el ingeniero militar Jorge Próspero Verboom a partir de 1720, coincidiendo con la intervención estatal en el establecimiento. Este ingeniero construiría dos nuevos hornos de fundición, uno de ellos de más de 600 quintales de capacidad, lo que permitiría fabricar piezas de gran calibre con más comodidad y reanudar la producción que estaba prácticamente paralizada. Por otra parte, observamos un ritmo irregular en la actividad de los siguientes años. Por ejemplo, en los años cuarenta la producción bajó considerablemente, pues la media fue de unas 19 piezas. La causa tenía relación con la llegada a la fábrica de directores, como Adolfo Bischof, que tenían buenos conocimientos de las técnicas de fundición y afino de metales, y cuestionaron los métodos de los fundidores asentistas y la calidad de sus piezas. Esta situación originó problemas y conflictos de competencia que casi paralizaron la fábrica. Además, este periodo coincidió con la crisis económica y la suspensión de pagos que afectó al Estado a partir de 1739 por el conflicto con Inglaterra (la llamada guerra de la Oreja de Jenkins) a causa de los intentos de los británicos de romper el monopolio comercial español en América. Esta circunstancia afectó a las finanzas del establecimiento sevillano y produjo la ralentización de la producción. Sin embargo, la crisis se superó en la siguiente década y hacia 1752 la producción superó las 100 piezas anuales, la mayoría fueron morteros de bronce para la Real Armada.

En la segunda mitad del siglo XVIII, especialmente a partir de 1767, se inicia una nueva etapa de obras que culminarán en 1796 y que dotarían a la fábrica de una gran capacidad de producción con más de 6 500 piezas hasta 1800. Este aumento considerable se debió a la nueva etapa de ampliación del edificio a cargo del director Jean Maritz, lo que permitió la construcción de nueve hornos de fundición (tres de más de 500 quintales de capacidad), tres nuevos hornos para afinar metales y dos nuevas barrenas movidas por tracción animal, las llamadas “máquinas de sangre”, además de otras dos barrenas “de agua” movidas por el río Guadaíra a las afueras de Sevilla en el molino del Tizón. Todo ello dotaría a la fábrica de una capacidad de producción de hasta 500 piezas al año, aunque la

máxima actividad se produciría en la última década del Setecientos, con una producción de más de 300 piezas de media al año (ver gráfica 2).¹⁵

Gráfica 2
PRODUCCIÓN MEDIA ANUAL 1717-1799



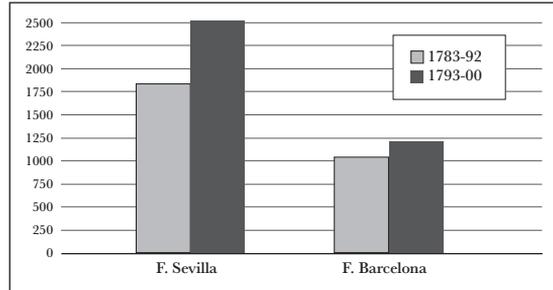
FUENTE: Cifras de producción durante el siglo XVIII, AFAS, libro 838, cajas 164 a 167.

En cifras comparativas, la fundición de Sevilla fabricó en el último cuarto del siglo XVIII unas 5 300 piezas (más de 200 anuales de media), es decir, más del doble que la de Barcelona, diferencia lógica si tenemos en cuenta la mayor envergadura del edificio que albergaba a la fábrica sevillana, así como el mayor número de hornos y de empleados que disponía. En la gráfica 3, elaborado por el autor a partir de los datos anteriores de producción, mostramos las diferencias del número de piezas fabricadas en Sevilla y Barcelona en ese periodo.

Respecto al destino de las piezas, hemos averiguado el de algunas muestras de la producción. Durante el Seiscientos, los cañones que se fabricaron en Sevilla fueron de manera preferente a las fortificaciones americanas y Filipinas, así como al artillado de las flotas de Indias y las armadas que operaban en el Caribe. En las gráficas 4 y 5 podemos ver una muestra de 513 piezas del total de las que se fabricaron. En primer lugar, más de 350 fueron a las armadas de Barlovento y a las de Portobelo, seguidas por 103 para la defensa de Manila y del puerto de Cavite, y en menor cuantía a la flota de Nueva España. En cambio, en el siglo XVIII, el destino

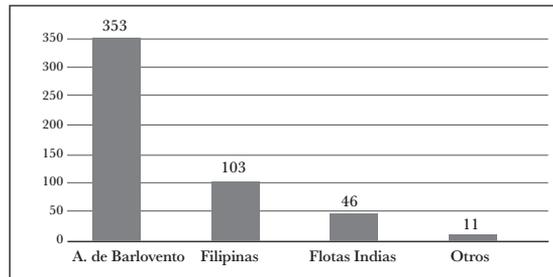
¹⁵ Correspondencia del conde de Gazzola de 1760 a 1766, AGS, GM, legs. 740 y 741.

Gráfica 3
PRODUCCIÓN DE LAS FÁBRICAS DE SEVILLA Y BARCELONA 1783-1800



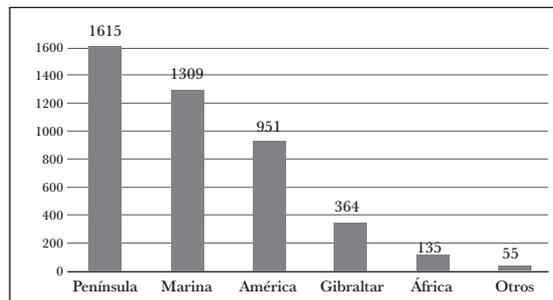
FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos anteriores en el texto.

Gráfica 4
DESTINOS DE LAS PIEZAS 1604-1634



FUENTE. AGI, Contratación, 3893 a 3897.

Gráfica 5
DESTINOS DE LAS PIEZAS 1717-1800



FUENTE. AFAS, cajas 164 a 166 y 502.

preferente fueron los ejércitos peninsulares, sobre todo en el norte, en las últimas décadas de la centuria por la necesidad de atender a los enfrentamientos con Francia durante la Guerra de la Convención o, posteriormente, a la frontera portuguesa para la invasión de aquel país. Así, más de 1 600 piezas irían a los mencionados ejércitos de tierra, seguidos con más de 1 300 para la Real Armada que, aunque por esta época ya se abastecía de cañones de hierro colado de La Cavada, prefería los morteros y obuses de bronce procedentes de Sevilla. Los siguientes destinatarios serían las Plazas americanas y Gibraltar, y, en menor cuantía, otros destinos.

La financiación de la Real Fundición de Sevilla

La financiación de las fábricas de Sevilla y Barcelona durante el siglo XVIII experimentó un gran cambio respecto a la centuria anterior. En efecto, al comienzo de dicho siglo, Felipe V creó una serie de instituciones para el manejo y control de los caudales destinados a la guerra que cambiarían el sistema vigente en el siglo XVII. En 1703, se creaba la Tesorería Mayor de Guerra y, posteriormente, la Tesorería General del Ejército que englobaría a la anterior con el objetivo de centralizar los caudales y controlarlos más eficazmente. El tesorero mayor, que dependía de la Secretaría de Guerra, tenía a su cargo una red de pagadores en las provincias para abastecer las necesidades de los ejércitos y sus industrias. En el caso de la empresa sevillana, las libranzas se harían a través de las cajas provinciales de Andalucía con el conocimiento de la Intendencia y del comandante provincial de la Artillería.

La fábrica sevillana, de la que tenemos más datos y más seriados, tenía desde 1717 una asignación de unos 60 000 r.v. mensuales que en la segunda mitad de la centuria se incrementó hasta 100 000 r.v. al mes. En el caso de la fábrica de Barcelona, el sistema y las libranzas eran muy similares, aunque no tenemos datos exactos de su cuantía. Esta cantidad era sólo para la manufactura; es decir, salarios, combustible, herramientas y mantenimiento de las fábricas. Las cantidades ingresadas fueron irregulares en el tiempo y en cuantía, pues había meses en que no se recibía nada o menos dinero del asignado, aunque se procuraba compensar estas faltas incrementando la libranza en periodos posteriores. La correspondencia

entre el director de la fábrica y sus mandos superiores recoge las frecuentes quejas de aquél por la falta de recepción de caudales en algunos meses o de cantidades inferiores a las estipuladas, ocasionando una ralentización e incluso la paralización de las labores fabriles.¹⁶ Los metales tenían un presupuesto aparte, y eran suministrados por la Intendencia a partir del cobre procedente de Indias y algunas partidas de Riotinto a partir de 1780. El estaño se traía casi siempre de Inglaterra o de otras procedencias en algunos periodos, comprándolo a comerciantes en Cádiz. También se usó mucho bronce reciclado llamado “metal ligado”, hasta un 60% en algunos años, es decir, el procedente de la fundición de piezas inutilizadas o defectuosas con el consiguiente ahorro para el Estado.

El capítulo de gastos también presentaba oscilaciones y altibajos coincidiendo con la actividad de la fábrica en función de la demanda de cañones y la disponibilidad de metales y caudales. Por ejemplo, en 1738, debido a la crisis económica y la suspensión de pagos del año siguiente, en la fábrica, sólo en mantenimiento y jornales, se gastaron 82 938 r.v. Esta crisis ocasionó que la fábrica estuviera casi paralizada hasta 1742 y afectó a las industrias de armamento en toda España.¹⁷ En el cuadro 1 podemos ver las partidas de gastos (en r.v.) por diferentes conceptos, para el año 1750.

Cuadro 1
RELACIÓN DE GASTOS EN 1750 PARA FABRICAR CUATRO
CAÑONES DE A 24 LIBRAS

Combustibles, jornales y material vario.....	24 537
Valor de dos hornos de adobe para el afino de metal.....	757
Valor de fuelles para el horno.....	900
Combustibles y jornales para la aleación del bronce.....	2 373
Material para moldes y jornales (incluidos de la barrena).....	12 926
Combustible para hornos de fundición.....	1 056
Total.....	42 551

FUENTE. AGS, GM, leg. 733, 17 de marzo de 1750.

¹⁶ AFAS, cajas 995, 200 a 203, 1126 y libro 75.

¹⁷ Correspondencia del director de la fábrica entre 1740 y 1760. AGS, GM, legs. 714 y 740.

A finales del Setecientos, el gasto en manufactura en la fábrica sevillana superaba los 1 200 000 r.v. anuales, ya que la producción subió considerablemente en dichos años. Al gasto en manufactura habría que añadir la compra de combustible que, para esa época, alcanzó casi los 400 000 r.v. anuales. Para los hornos se utilizaba el carbón vegetal, sobre todo de encina y de brezo para el afinamiento de los metales y para la fundición de la pieza, también leña para encender los hornos. Este combustible procedía de los bosques cercanos a Sevilla. Hacia los años noventa, se empezaron a utilizar pequeñas cantidades de carbón mineral procedente de las minas de Villanueva del Río, localidad cercana a la capital. A diferencia de la compra de metales, el combustible se compraba a los comerciantes en subastas públicas por el director de la fábrica. La partida para metales superó los 2 000 000 de r.v. anuales, de modo que, en total, el gasto hacia los años noventa en la fábrica sevillana superó los 3 200 000 r.v. anuales. Asimismo, basándonos en los precios del cobre y el estaño en esa época y el coste de la manufactura, y teniendo en cuenta la alta producción en serie hacia los años noventa, hemos realizado una estimación del coste de una pieza de bronce para la Corona en la fábrica sevillana con el resultado de unos 280 r.v. por quintal para un cañón de a 24 libras de bala (ya que el bronce reciclado que contenía estaba amortizado). Sin embargo, el coste real del cañón indicado tendría un precio de mercado superior debido a la cantidad de bronce total que contenía, ascendiendo a unos 550 r.v. por quintal, es decir, unos 35 750 r.v.¹⁸

El funcionamiento de la fábrica sevillana. Los operarios y los talleres

A finales del Setecientos trabajaban en el establecimiento sevillano unas 400 personas entre especialistas y peones; a éstos habría que sumar los trabajadores de las barrenas en el molino del Tizón. Esta cifra de personal suponía un enorme aumento sobre el número existente a principios del siglo XVIII, menor a 40, y proporcionaba un elevado número de jornales. A este personal se añadirían los trabajadores de otras actividades e industrias auxiliares necesarias para la fabricación de los cañones: acarreo de

¹⁸ Aguilar Escobar, *Cañones de bronce para el ejército...*, pp. 273-286.

metales, combustible, corte de maderas, fábricas de sebo, velas, esparto, clavos, etcétera. Todo ello supondría un importante impacto social en una ciudad como Sevilla, cuyo nivel de actividad industrial y comercial había decaído considerablemente desde el traslado de la Casa de la Contratación a Cádiz, en 1717.

Los operarios de la Fundición se agrupaban en los diferentes talleres según su especialidad con una estructura laboral muy jerarquizada dentro de los mismos: maestro, oficiales, aprendices y peones. Existían seis talleres principales: afino de metales, fundición, moldería, barrenas, herrería y carpintería. Además, varios talleres auxiliares: grabación, pulimento, corte de mazarotas, etcétera, y otras secciones: oficinas, almacenes, cuadras para los animales de las barrenas, entre otras. Sin embargo, al ser una industria concentrada, los talleres, aunque conservando su funcionamiento artesanal, al estar contiguos y próximos en el mismo recinto, permitían una cierta secuenciación del proceso de producción parecido a las futuras cadenas de montaje de las factorías modernas. Había división del trabajo, alta especialización de sus operarios y una separación de las distintas fases del proceso de producción que permitía trabajar en varias piezas a la vez consiguiendo una producción en serie.

Respecto al número de operarios, hacia 1724 había entre 17 y 20 especialistas además del maestro fundidor: moldistas, ayudantes del fundidor, grabadores, herreros, carpinteros, etcétera. Este número se mantuvo con pocas variaciones durante la primera mitad del siglo XVIII, como comprobamos en los asientos posteriores del maestro Solano en 1742 y 1756. El total de empleados de esta época debía incluir un buen número de peones eventuales a jornal, unos 40, según la correspondencia de los asentistas con las autoridades militares. Por tanto, el número total de empleados podría estar en torno a los 50 o 60, sin contar los funcionarios militares.¹⁹

En la segunda mitad de Setecientos se incrementó considerablemente el número de operarios de plaza fija y de peones. Este aumento fue la consecuencia de la ampliación de las instalaciones de la fábrica, la construcción de los nuevos hornos y el importante aumento de la producción. A partir de 1780, se hizo necesario el aumento de la plantilla del establecimiento. La relación de empleados más exhaustiva que hemos encontrado

¹⁹ Asientos de Enrique Bernardo Habet en 1698 y 1724, AGS, GM, legs. 703 y 704. También en los asientos de Juan Solano y la correspondencia entre ellos, legs. 720 y 721.

data de los años ochenta. Se trata de un inventario de los trabajadores de los distintos talleres efectuado por el contralor y remitido por el director Santiago Hidalgo al conde de Lacy, el 14 enero de 1782.²⁰ Así, en los distintos talleres trabajaron hasta 400 empleados: maestros, oficiales, ayudantes, operarios especializados, aprendices y peones.

Al menos 80 operarios eran de plaza sentada, es decir, especialistas fijos con sueldo mensual. Por ejemplo, en el taller de moldería y fundición trabajaban el maestro fundidor, Pedro Ancelín, con un sueldo de 2 000 r.v. por mes; un primer oficial moldista a 300 r.v. por mes y un segundo a 200 r.v. por mes; dos obreros de plaza sentada a 220 r.v. por mes; cinco albañiles para moldes cobrando entre cinco y ocho r.v. por día; un cargador de hornos, obrero de plaza sentada, a 180 r.v. por mes; y diez peones a cinco r.v. por día. En los demás talleres, la composición y los sueldos eran similares, aunque en otros, como es el caso del taller de afinos, los maestros afinadores cobraban hasta 600 r.v. al mes. Los operarios de plaza sentada eran nombrados por el inspector general de la Artillería a propuesta del director de la fábrica. Muchos de los técnicos empleados en la fábrica provenían de la fundición de Barcelona donde habían trabajado con Maritz. El movimiento de empleados entre las fábricas de Barcelona y de Sevilla fue muy considerable en estos años.

Además de los obreros de plaza sentada, existían más de 300 obreros sin nombramiento oficial, pero que trabajaban habitualmente en la fundición; entre éstos se incluían aprendices y ayudantes de los diversos oficios y peones de todas las clases. La mayoría de estos operarios disfrutaba del fuero militar y cobraban un jornal por día trabajado que oscilaba entre los

²⁰ Correspondencia del director, 28 agosto 1784. AFAS, caja 192. Incluye una relación de técnicos de la Fundición de Sevilla, dada por el conde de Lacy en Segovia. En esta relación no se incluyen los peones no cualificados. Los individuos con nombramiento, sueldo mensual y fuero sujetos a revista eran: un fundidor (vacante); un ayudante a 62 escudos al mes; un afinador (Peringer) a 62 escudos por mes; un ayudante a 42 escudos al mes; dos segundos ayudantes (vacante); un maestro de obras en fundición y sus hornos (vacante); en moldería, cuatro obreros con nombramiento a 23 escudos al mes (uno a 18); en grabería, dos grabadores a 40 y 30 escudos y un obrero a 18 escudos; un maestro de tornear a 40 escudos; siete obreros limadores a 24 y 28 escudos; en los talleres de las máquinas de sangre y agua para barrenar: cuatro maestros, el principal 60 escudos y otros 24 operarios a 40 escudos y nueve obreros a 15 y 28 escudos. Taller de afinar, nueve obreros boca de copela a 18 escudos; otros oficios: carpinteros, limadores, mozos para mover máquinas y 30 obreros con sueldos de 15 a 16 escudos por mes.

tres r.v. y los ocho r.v. Por último, desde 1768, existió en la fundición un número variable de empleados temporales a tenor de las necesidades del momento, sobre todo, en el periodo de las obras de construcción del nuevo edificio que se prolongaron hasta 1796. Estos obreros, en su mayoría albañiles, carpinteros y herreros, cobraban por día trabajado y carecían de nombramiento y fuero, y eran despedidos al terminar la tarea asignada.

El proceso de producción. Purificación del cobre, aleación con el estaño y fundición de la pieza

En la Real Fundición de Sevilla y en la de Barcelona también se realizaron interesantes investigaciones y experimentos sobre las proporciones de cobre y estaño para producir el bronce, así como el número de sesiones y su duración para el afino de los metales. En efecto, el cobre proporcionaba resistencia y maleabilidad para evitar el estallido del cañón en el disparo, pero un exceso de este metal ocasionaba una mayor blandura de la pieza que podría deformarla al ser disparada. El estaño dotaba a la pieza de mayor dureza, pero lo hacía más quebradizo. Por tanto, un adecuado equilibrio de los dos metales era imprescindible para la calidad de la pieza. Por esa razón, nos parece interesante incluir en este capítulo algunos datos sobre estos procesos.²¹

El mineral de cobre que llegaba a la fábrica procedía generalmente de Indias, de las minas de México y del Perú, aunque en el siglo XVII se compraba en ocasiones a Hungría o Suecia, y a partir de 1775 llegaron algunas partidas de Riotinto. El cobre llegaba a la fábrica en forma de cobre “impuro”, es decir, con una concentración de metal de 35 %. Se hacía pues necesario beneficiar y, después, afinar o purificar ese mineral hasta conseguir concentraciones de cobre de más de 95 %, era el llamado “cobre roseta”. Esta labor se efectuaba en los talleres de afino de la fábrica sevillana. Se trataba de eliminar el azufre, el hierro, el plomo, la sílice y otros elementos que forman el mineral, generalmente la calcopirita, que eran sulfuros de hierro y cobre con otras impurezas. Para conseguirlo, primero se tostaba el mineral al aire durante 24 a 36 horas repitiendo el

²¹ Una explicación más detallada de estos procesos puede verse en Antonio Aguilar Escobar, *Cañones de bronce para el ejército...*, pp. 182-195.

proceso cinco o seis veces a una temperatura insuficiente para fundirlo completamente, pero que bastaba para que se desprendieran gases ricos en azufre produciendo el cambio químico. Posteriormente, este material, junto con carbón vegetal y la leña, se cargaba en los hornos de reverbero en los que se iban depositando alternadamente en capas hasta llegar al nivel de la ventana. Para avivar el fuego, se inyectaba aire mediante unos enormes fuelles accionados a mano o con la fuerza de un canal de agua que se conectaba al horno a través de una manga. La temperatura alcanzada dentro del horno permitía la fusión completa del material y las reacciones químicas que se desarrollaban originaban la separación de las escorias, la eliminación de más azufre como dióxido de azufre y la obtención del llamado “cobre negro”.

Después de estas operaciones, todavía quedaban en el cobre restos de azufre y plomo, por lo que era preciso eliminar estas impurezas por medio del afinado y transformar todo el sulfuro de cobre en cobre metálico puro. En esta última fase se actuaba de manera parecida a la anterior, fundiendo de nuevo la mata de cobre obtenida anteriormente e insuflando más aire con los fuelles, con objeto de que el oxígeno reaccionara con el sulfuro de cobre transformándose éste en cobre metálico puro. Se obtenía, así, más escoria y se desprendía más azufre en forma gases de dióxido. Con este último procedimiento se conseguía un cobre más puro, en teoría hasta del 99%, que ya podía utilizarse para fabricar los cañones. La duración del proceso de afino experimentó variaciones desde principios del siglo XVIII. Por ejemplo, hacia 1738 era habitual efectuar dos o tres afinos de una misma muestra de unas doce horas cada una según las recomendaciones de los expertos de la artillería, como el conde de Mariani, inspector general del Cuerpo de Artillería.²²

Sin embargo, la deficiente calidad de algunas piezas fundidas en los años treinta, con la aparición en las mismas de numerosos “escarabajos” (grietas y poros), hizo que se propusiera aumentar más horas a la duración del método y sólo una sesión con el consiguiente ahorro para la Hacienda.²³

²² Hemos encontrado una descripción detallada del proceso de afino como se hacía en 1738 en AGS, SGU, leg. 714, del año 1738. También en el *Tratado de Artillería* de Tomás de Morla de 1783 en el que ofrece una explicación del proceso.

²³ Correspondencia de Manuel García de Campaña, teniente provincial de artillería. AGS, SGU, leg. 714. En un extenso informe expone al duque de Montemar su opinión sobre las causas de los defectos de algunas piezas y la posible solución, 21 de enero de 1738.

En los años siguientes, se hicieron más cambios, siempre en función del resultado de la calidad de las piezas obtenidas, ya que, hasta finales del siglo XVIII, no se empezaron a comprender las múltiples variables que intervenían en los procesos químicos de fundición ni la naturaleza atómica de los elementos. Así, entre 1738 y 1742, se cambió varias veces el número de horas de fuego que se le daba al cobre para afinarlo y el número de repeticiones del proceso. Estas variables pasaron de 11 a 22 horas de fuego y de una a cuatro repeticiones. Naturalmente, cuanto más tiempo y veces se mantuviera el procedimiento se producía mayor merma y coste, además de endurecer el metal excesivamente. Por otra parte, un aumento del número de horas de fuego podía dañar los hornos de reverbero porque la piedra de amolar de la que estaban hechos se podía fundir por la excesiva temperatura alcanzada en el interior.

Estas técnicas eran totalmente empiristas y cada maestro tenía su receta, ya que conseguir un método perfecto para el afino era prácticamente imposible en esta época, pues dado el desconocimiento de la naturaleza química de los distintos minerales del cobre (sulfuros, óxidos, carbonatos, etc.) no podía saberse con exactitud las impurezas que contenían y, por tanto, el tiempo para eliminarlas. Así se constata en un informe sobre el método de afino en la fundición de Barcelona en 1751:

La diversidad de cobres, no sólo de varias minas, pero la que experimenta una misma de más o menos viciados estos metales en la matriz, no permite se den reglas fijas de determinadas horas de fuego, ni de mermas, siendo evidente que los más viciados necesitarán más horas de fuego para su perfecta afinación, consumiendo más leña y las mermas serán mayores que en los cobres menos viciados [...] donde todas estas operaciones serán las que hacen al Arte.²⁴

El porcentaje de estaño en la aleación para el bronce, en torno a 6%, fue cuestionado hacia 1738 por considerarse la causa principal de los “senos” y “escarabajos” aparecidos en algunas piezas fundidas en esos años. Más tarde se aumentó la proporción de estaño hasta un 11%, que

²⁴ Discurso sobre los dos afinos de cobres impuros de la América, ejecutados en la Real Casa de Fundición de esta Plaza (Barcelona) en 1751, AGS, SGU, leg. 733, Barcelona a 24 de abril de 1751.

parece que mejoraba la dureza y la resistencia del bronce utilizado.²⁵ Esta situación sólo empezaría a solucionarse a finales del siglo XVIII, gracias a la labor de científicos como Tomás de Morla o Louis Proust, y la labor desarrollada por éstos en los laboratorios de química de la Academia de Artillería de Segovia.

Respecto a las técnicas de fundición, variaron muy poco hasta la segunda mitad del siglo XVIII. La fundición en hueco se mantuvo con pocos cambios hasta 1767. Sin embargo, hacia 1749 se empezaron a construir cañones “aligerados”. En efecto, desde enero de ese año y bajo la dirección del director Miguel Tortosa, se hicieron experimentos consistentes en construir moldes y ánimas con diámetros menores de los convencionales para cada calibre, eliminando cinco o seis líneas durante la fundición. Posteriormente, durante el barrenado se restituía el calibre ordinario; de este modo, se conseguía un peso menor en la pieza al tener menos bronce. Para mantener la resistencia de la pieza, también se rebajó el porcentaje de estaño en la aleación del bronce pasando a un 8 % respecto a valores anteriores que habían llegado hasta el 16 %. El bronce así obtenido era menos duro, pero más resistente.²⁶

A partir de 1757, se ensayó la fundición en sólido. Ese año se iniciaron en la fábrica de Sevilla los nuevos métodos gracias a la presencia en la ciudad de un grupo de fundidores emigrados de Francia encabezados por Juan Drouet, aunque al menos tres de los cañones fundidos por los franceses fueron reprobados en las pruebas de fuego, de modo que la nueva técnica no llegó a implantarse por el momento. Con la llegada de Jean Maritz a Sevilla en 1767, el nuevo método se volvió a utilizar y su uso se implantó definitivamente en los años siguientes, aunque el debate sobre las dos técnicas de fundición resurgió de forma intermitente hasta finales del siglo XVIII. Con el nuevo procedimiento, el cañón se fundía en una pieza maciza y posteriormente se procedía a perforar el ánima por medio de un barrenado horizontal de los tubos, haciéndolos rotar contra un taladro fijo. Sin embargo, la fundición en sólido requería más cantidad de bronce que la empleada con la técnica en hueco, aunque el exceso de metal se

²⁵ Informes de Bischoff de 19 de mayo y de 3 de noviembre de 1739 al duque de Montemar, AGS, SGU, leg. 715.

²⁶ Correspondencia del director y Ensenada, 22 de marzo y 12 de agosto de 1749. AGS, SGU, leg. 733.

recuperaba con el barrenado y se reutilizaba después en las siguientes sesiones de fundición.

Conclusiones

Hasta mediados del siglo XVII, la artillería fabricada en España era de bronce, ya que la de hierro colado no se empezó a utilizar hasta después de 1630 debido al mejor conocimiento de la tecnología del bronce y a las menores infraestructuras que requería respecto a los altos hornos de las siderurgias de hierro. La artillería de bronce era preceptiva para las flotas de Indias y sus fortificaciones, debido al menor peso de sus piezas respecto a las de hierro, así como a su mayor resistencia a la corrosión atmosférica en los climas indianos. Así pues, en el siglo XVI se abrieron establecimientos para fabricar cañones y morteros en la península y en ultramar, aunque desde finales de la centuria anterior se habían fundido algunas piezas de forma esporádica en algunas localidades, como fue el caso de la fábrica de Málaga.

En Ultramar existieron, desde finales del siglo XVI, algunos establecimientos de fundición de bronce en Manila, La Habana, Acapulco y Santa Fe de Bogotá que tuvieron cierta entidad, pero una producción escasa e irregular. También hubo intentos en otras localidades, pero casi siempre fallidos o de funcionamiento esporádico: Chapultepec, Lima y Orizaba, esta última en el siglo XVIII. Aunque la mayoría de las piezas venían de la fundición de Sevilla, que ya funcionaba desde 1565, la Corona quería disponer de establecimientos en Indias para tener disponibles con más rapidez algunas piezas para la defensa local y ahorrar el coste del transporte desde la península. Sin embargo, todas fueron pequeños talleres con una producción muy escasa, pocos operarios y frecuentes interrupciones de su actividad. Eran de propiedad estatal y gestionadas por funcionarios del rey destinados en la zona. La mayoría se había extinguido para mediados del siglo XVII, salvo la de Manila, que se cerró en 1792. Las causas de este relativo fracaso fueron la dificultad en conseguir buenos maestros fundidores, la falta de suministros de metales y caudales, así como los altos costes de producción.

En España, la fundición de bronce más longeva y productiva fue la de Sevilla, funcionando desde 1565 hasta casi nuestros días. También



tuvo una producción considerable la fundición de Barcelona desde 1717, cuando inició su andadura, aunque en esa ciudad se habían fabricado algunas piezas de forma esporádica en el siglo XVI sin que tuviera continuidad hasta el Setecientos. La fundición hispalense fue de propiedad pública a partir de 1634, pero de gestión privada a cargo de asentistas. Durante el siglo XVII, la fábrica tuvo varios periodos de cese de la producción debido al deterioro de las instalaciones y, sobre todo, a la falta de caudales o en el suministro de metales. A partir de 1717, el Estado aumentó su control sobre ésta nombrando un director militar y un contralor que gestionarían la economía de la fábrica y harían cumplir las ordenanzas militares. De este modo se pretendía evitar los posibles fraudes de los gestores privados con el consiguiente perjuicio para la Hacienda. Los asentistas, que también eran los maestros fundidores, seguirían encargándose de las labores técnicas y del control de sus operarios.

Esta gestión mixta afectaría también a la fábrica de Barcelona hasta 1767 cuando la Corona tomaría el control total de ambas fábricas con una gestión directa, desapareciendo así el régimen de asientos. En el último tercio del siglo XVIII, el funcionamiento de los establecimientos peninsulares sería más regular gracias a la ampliación de sus instalaciones, una mayor producción y mejor economía. Este proceso de estatalización se produciría en el marco de las reformas militares iniciadas por Felipe V y ampliadas por Carlos III por la necesidad de los monarcas de disponer de grandes establecimientos con una considerable producción para autoabastecerse de artillería. Estos objetivos se consiguieron a finales del siglo XVIII, si añadimos a la artillería de bronce la de hierro colado fabricada en La Cavada. Así, los antiguos talleres de la fundición de Sevilla, y más tarde los de la fábrica de Barcelona, se convertirían en magníficos edificios que albergaban varios talleres en el mismo recinto, al estilo de las industrias concentradas francesas del siglo anterior, permitiendo una gran producción en serie con división del trabajo y una alta especialización precursora de las modernas fábricas de finales del siglo XIX.

Aunque las fábricas de Sevilla y la de Barcelona tuvieron una trayectoria similar durante el siglo XVIII, la envergadura de sus edificios, su producción, sus instalaciones y el número de operarios fue diferente. En Sevilla durante el Setecientos se llegaron a fabricar más de 8 500 piezas de bronce de las tipologías de ordenanza y trabajaron hasta 400 operarios, mientras que en Barcelona la cifra fue de casi 4 000 piezas y trabajaron

unos 200 hombres. Los cañones salidos de estas fundiciones y fabricados durante el siglo XVIII se destinaron principalmente a los ejércitos peninsulares, seguidos por la Real Armada y las plazas de América y Filipinas. También fueron un buen número de piezas al campo de Gibraltar.

Las reales fundiciones de bronce también fueron el escenario de importantes experimentos metalúrgicos en los procesos de afinado de los metales, especialmente del cobre. Se ensayaron diferentes protocolos en los que se variaban las horas de fuego y el número de sesiones para purificar el mineral original y extraer el metal puro con la mayor concentración posible y la menor merma. Asimismo, se probaron distintos porcentajes de la mezcla de estaño y cobre en la aleación con el objetivo de obtener un bronce con propiedades idóneas para un cañón que debía resistir el calor y la energía generados en el disparo, sin deformarse. A finales del Setecientos se consiguió establecer el procedimiento canónico que permitió disponer de piezas de gran calidad.

La financiación de estos establecimientos corrió a cargo de la Real Hacienda a través de la Tesorería General del Ejército, con asignaciones entre 60 000 y 100 000 reales al mes sólo para la manufactura y el mantenimiento de la fábrica, ya que los metales tenían un presupuesto aparte y los suministraba la Intendencia a partir de las reservas de cobre indiano y el estaño de Inglaterra adquirido a comerciantes. Como ejemplo del gasto total, sabemos que en Sevilla, al final del Setecientos, se gastaban más de 3 000 000 de reales al año por todas las partidas.

Finalmente, con los datos disponibles de producción, gestión y costes, podemos afirmar que las reales fundiciones de artillería de bronce españolas llegaron a ser establecimientos rentables para la Corona, pues, aunque requirieron un elevado gasto de la Hacienda, aseguraron a los ejércitos y a la Armada la disponibilidad de cañones, morteros y obuses que fueron elementos importantes en la defensa del Imperio y su supervivencia durante la Edad Moderna.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR ESCOBAR, Antonio, “Noticias sobre las fundiciones de artillería de Ultramar en los siglos XVII y XVIII”, en José Quintero, Marina Alfonso



- y Carlos Martínez Shaw (coords.), *La economía marítima en España y las Indias*, San Fernando, Ayuntamiento de San Fernando, 2015, pp. 79-96.
- , *Cañones de bronce para el ejército. Historia de la Real Fundición de Sevilla en el siglo XVIII*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2010.
- , “Apuntes para la historia de la Real Fundición de Cañones de Barcelona (1775-1800)”, *Revista de Historia Militar*, n. 108, 2010, pp. 11-36.
- ALCALÁ ZAMORA, José, *Historia de una empresa siderúrgica española: Los altos hornos de Liérganes - la Cavada*, Santander, Diputación Provincial de Santander / Centro de Estudios Montañeses, 1974.
- ANDUJAR CASTILLO, Francisco, “El reformismo militar de Carlos III: mito y realidad”, *Cuadernos de Historia Moderna*, v. 41, n. 2, 2016, pp. 337-354.
- , *Ejércitos y militares en la Europa Moderna*, Madrid, Síntesis, 1999.
- CIPOLLA, Carlo M., *Cañones y velas en la primera fase de la expansión europea*, Barcelona, Ariel, 1967.
- GALLEGOS RUIZ, Eder. “La producción de artillería de bronce en Acapulco (1601-1616)”, *Red de Estudios Superiores Asia-Pacífico*, año 2, v. 3, 2016, pp. 39-62.
- GONZÁLEZ ENCISO, Agustín, “Asentistas y fabricantes: el abastecimiento de armas y municiones al Estado en los siglos XVII y XVIII”, *Studia Histórica. Historia Moderna*, v. 35, 2013, pp. 269-303.
- , “La política industrial en el siglo XVIII”, en Luis Ribot (coord.), *Pensamiento y política económica en la época moderna*, Madrid, Actas, 2002, pp. 137-172.
- GOODMAN, David, *El poderío naval español. Historia de la Armada española en el siglo XVII*, Barcelona, Península, 2001.
- HERRERO FERNÁNDEZ-QUESADA, María Dolores, “El Real Colegio de Artillería. De la fundación a la consolidación de un modelo de centro docente militar y científico-técnico”, *Revista de Historia Militar*, n. extra 1, 2014, pp. 73-134.
- JURADO SÁNCHEZ, José, *El gasto de la Hacienda en el siglo XVIII (1703-1800)*, Madrid, Instituto de Estudios Fiscales, 2006.
- MARCHENA HERNÁNDEZ, Juan, *Ejército y milicias en el mundo colonial americano*, Madrid, Fundación Mapfre, 1992.
- MORLA, Tomás de, *Tratado de Artillería*, Madrid, Imprenta Real, 1803.
- PORTUGUÉS, José A., *Colección general de las ordenanzas militares*, Madrid, 1765.



- RABANAL YUS, Aurora, *Las Reales Fundiciones españolas en el siglo XVIII*, Madrid, Servicio de Publicaciones del Ejército de Tierra, 1990.
- TORRES SÁNCHEZ, Rafael, “Alimentando a Marte. La política de suministros militares al ejército español en el siglo XVIII”, *Cuadernos de Historia Moderna*, v. 41, n. 2, 2016, pp. 373-379.
- VALDEZ-BUBNOV, Iván, Sergio Solbes Ferri y Pepijn Brandon (coords.), *Redes empresariales y administración estatal: la provisión de materiales estratégicos en el mundo hispánico durante el largo siglo XVIII*, México, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, 2020.
- VIGÓN, Jorge, *Historia de la Artillería española*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2014.



INSTITUTO
DE INVESTIGACIONES
HISTÓRICAS