

INTRODUCCIÓN A LA ARTILLERÍA DE TORSIÓN¹

AN INTRODUCTION TO TORSION ARTILLERY

POR

AITOR IRIARTE KORTAZAR*

RESUMEN - ABSTRACT

La artillería de torsión grecorromana es un campo tan apasionante como poco estudiado en la bibliografía española. Del siglo IV a.C. al VI d.C., la evolución de este tipo de armamento —diseñado para lanzar dardos o piedras— está jalonada de hallazgos técnicos que la sitúan en la vanguardia de la ingeniería Clásica. Este artículo no pretende más que ayudar a quienes están interesados en el tema a familiarizarse con las nociones más básicas y suministrar, a quienes quieran profundizar más en él, la bibliografía más completa que me ha sido posible reunir.

Spanish bibliography hardly ever deals with Greco-Roman torsion artillery. This paper aims to fill that void, even if at a very basic level, and to furnish the reader with an up-to-date bibliography.

PALABRAS CLAVE - KEYWORDS

Grecia; Roma; artillería; neurobalística.

Greece; Rome; Artillery; Neuroballistics.

DESARROLLO HISTÓRICO²

No es el objeto de este artículo hablar acerca del arco, pero, al estar en éste el origen de la artillería de torsión, no considero procedente pasarlo totalmente por alto. El principio de

¹ Escribí este texto el año 2000, para el *Segundo Coloquio Internacional sobre la Romanización en Euskal Herria*, con la intención de arropar una comunicación aislada que se presentaba allí sobre artillería de torsión y tras constatar el vacío casi absoluto existente entonces en la bibliografía hispánica en ese campo. La posterior publicación del libro de Rubén Sáez Abad *Artillería y poliorcética en el mundo grecorromano* (Sáez, 2005) ha cambiado el panorama. No obstante, sin pretender reducir el mérito de tan amplia y necesaria compilación, tengo que decir que, especialmente, la sección dedicada a la artillería (Sáez, 2005: 37-80, 145-158 y 185-200) carece por parte de su autor de un criterio propio que filtre y homogeneice los diversos fragmentos de información que ha tomado de aquí y de allá.

Es por eso que me parece que todavía puede tener algún interés la publicación de este artículo. Tras pasar ocho años desde la celebración del arriba citado Coloquio sin que sus Actas hayan visto la luz, no puedo por menos que estar profundamente agradecido a la revista *Gladius* por hacerle un hueco entre sus apretadas páginas, circunstancia que he aprovechado para corregir su texto y actualizar su bibliografía.

* Arkeologiarako Arabar Institutua (Instituto Alavés de Arqueología). Eusko Ikaskuntza (Sociedad de Estudios Vascos). E-mail: bonnefoy@euskalnet.net.

² El desarrollo histórico de la artillería grecorromana ya fue magistralmente trazado por el británico Eric Marsden hace años (Marsden, 1969) y el paso del tiempo no ha alterado sus líneas básicas, que son las que aquí se siguen. Recientemente, el también británico Tracey Rihll ha publicado una voluminosa síntesis (Rihll, 2007) que pone al día el estado de la

funcionamiento del arco es muy simple: un palo curvado de madera flexible con los extremos unidos por una cuerda resistente. Al estirar del centro de la cuerda aumenta la curvatura de la madera, las fibras exteriores se dilatan, las interiores se comprimen y, por la tendencia de la madera a recuperar su forma inicial, se almacena energía, que se libera al soltar la cuerda e impulsa al proyectil, siempre una flecha.

Sin entrar en grandes detalles, probablemente a finales de la Edad del Bronce se inventó el arco compuesto. La madera es un material cuyas fibras admiten tanto tracción —poca— como compresión, pero con unos resultados mediocres. Utilizándola únicamente como soporte, se le puede añadir por la cara exterior un material mucho más resistente a tracción —tendón— y, por la interior, otro material mucho más resistente a compresión —cuerno—, con el resultado de incrementar enormemente su capacidad de almacenar energía al ser tensado y de enviar, por tanto, más lejos las flechas. Si además se dota de doble curvatura a la directriz del arco, se coloca la zona central, el «agarradero», unos buenos centímetros por detrás de las dos zonas curvadas activas, «muelles», y se prolonga así virtualmente la longitud del brazo del arquero y la energía almacenada. Un buen arco compuesto de esta clase podría tener un alcance máximo efectivo en combate de 140-180 m.

Llegados a este punto, los fabricantes de arcos tendrían bastante claro que los principales factores limitantes de su potencia eran la longitud de brazo y la fuerza de los arqueros y no las posibilidades intrínsecas de desarrollo de los propios arcos, que estaban todavía muy lejos de alcanzar. En ese contexto, el año 399 a.C. en Siracusa, el tirano Dionisio I decidió mejorar cualitativamente el armamento a su disposición antes de atacar a los cartagineses, que habían conquistado ya la mayor parte de Sicilia, y atrajo a la ciudad expertos de todo el mundo conocido, con la expectativa de un buen sueldo y fondos para experimentar. Uno de los resultados más aparentes de ese esfuerzo fue la invención de la artillería.

La primera pieza artillera, el *gastrafetes* (arco de vientre), era portátil y no demasiado espectacular —es más, hoy la identificaríamos a primera vista como una ballesta—, pero ya incluía los elementos esenciales sobre los que se iba a desarrollar la artillería de la época grecorromana. El núcleo del arma es algo ya conocido, un arco compuesto «con extremidades curvadas demasiado fuertes para ser tensadas por la mano del hombre» (Herón, *Bel.* W 75). Las novedades comienzan al fijarlo en el extremo anterior de una barra de madera, la caña, con una ranura longitudinal de sección en cola de milano en su cara superior. Encajada en esa ranura discurre otra barra móvil, la corredera, que, a su vez, posee una ranura en su cara superior —de sección semicircular, esta vez— para guiar el recorrido de la flecha. En la parte posterior de la corredera está instalada una pieza metálica, la garra, cuyo extremo delantero bifurcado imita la forma y cumple la misma función de los dos dedos del arquero sujetando la cuerda del arco con el proyectil entre ellos. La garra puede pivotar alrededor de un eje horizontal y es inmovilizada por una barrita de hierro, el gatillo, que se puede deslizar o retirar bajo el extremo trasero, recto, de la garra. El sistema de armado del *gastrafetes* es simple y se repite con algunas mejoras en el resto de sus sucesores: se lleva con la mano la corredera hacia delante hasta que la garra atrapa la cuerda del arco y se inmoviliza la garra con el gatillo; sólo es ya cuestión de volver a llevar la corredera a su posición retraída, porque arrastrará consigo la cuerda del arco y lo tensará para el disparo, que se efectuará cuando se quite el gatillo de debajo de la garra y la cuerda, liberada, impulse la flecha. Dos cuestiones fundamentales

cuestión con algunos puntos de vista innovadores, si bien el autor bien podría haber aligerado el libro de cierto número de excursos de dudosa pertinencia; asimismo da pruebas claras de no tener experiencia práctica con máquinas reconstruidas, cosa que Marsden sí vio como imprescindible adquirir, siquiera en un grado limitado. Para quien desee una buena síntesis, sin excesivas profundidades, pero muy didáctica y profusamente ilustrada, es altamente recomendable el librito Osprey de Duncan Campbell (Campbell, 2003).

quedan por resolver: cómo empujar la corredera hacia atrás —ya se ha dicho que el arco es más potente que lo que un ser humano puede tensar— y cómo retener la corredera fija una vez retraída. La primera se soluciona mediante una pieza de madera, en forma de media luna, ensamblada al extremo posterior de la caña; colocándola contra el estómago del operador —de aquí el nombre del arma— y apoyando el extremo de la corredera extendida contra el suelo o una pared, se puede hacer fuerza con todo el cuerpo y tensar el arco sin demasiado problema. Todo este esfuerzo no serviría de nada si en cada lateral de la caña no estuviese colocada una barra dentada que, interactuando con los correspondientes trinquetes en la corredera, retuviese esta última en posición de retraída (con la posibilidad, incluso, de variar el grado de tensado del arco y, consecuentemente, la potencia de disparo).

Sin límites aparentes ya, los maestros arqueros fueron fabricando arcos cada vez mayores para los *gastrafetes*, hasta el punto de que ya no pudieron armarse por el método inicial y fue necesario sustituir la pieza curva de la parte posterior de la caña por un torno para poder operar, probablemente al modo de los armatostes de las ballestas medievales. Aunque el torno permitiera, teóricamente, armar cualquier arco, es evidente que llegaría un momento en que el peso conjunto de la pieza artillera impidiera sostenerla a pulso o con la ayuda de una horquilla —que viene a señalar el límite de cuando un arma deja de ser «portátil»— y entonces se le añadió el último componente clave: la base. Unida a ella vendría la junta universal, que permitía girar la caña simultáneamente en los planos vertical y horizontal, para apuntar rápidamente. Quizá en ese momento se diera a estos lanzaflechas el nombre de *katapáltes* o *katapéltes*, traducible libremente como «atravesaescudos».

Tras un periodo de desarrollo de esta artillería —en el que incluso se llegaron a fabricar lanzapiedras pesados—, hacia el 350 a.C. se construyeron las primeras catapultas basadas en el principio de torsión, probablemente en Macedonia, bajo el reinado de Filipo II. Quizá los grandes arcos eran demasiado costosos —tanto desde el punto de vista económico como de cadencia de producción— de fabricar o puede que hubiesen llegado al límite de su potencia —cosa que no es posible demostrar—; el caso es que la artillería de torsión se impuso paulatinamente. Una catapulta de torsión tenía los mismos componentes que ya se han visto, sólo que el arco quedaba sustituido por un bastidor vertical de madera, fijado perpendicularmente a la caña. A cada lado de ambos largueros de ese bastidor se enrollaba verticalmente un ovillo de cuerda —de tendón o pelo de caballo, normalmente— tensada, en cuyo centro se insertaba un brazo de madera rígido. Sujetando a los dos extremos de los brazos la cuerda de arco, la máquina estaba en situación de operar. No obstante, sólo retorciendo los haces de cuerdas —de aquí el nombre genérico latino de *tormenta* para designar la artillería— sería posible extraer de ellos todo su potencial y, para ello, en lugar de enrollar las cuerdas directamente a las traviesas del bastidor, se perforaron éstas —de ahí su nombre griego de *peritreta*, algo así como «agujereado alrededor» o «agujereado por todas partes»³— y las cuerdas se pasaron alrededor de unas barras de hierro, apoyadas transversalmente sobre los cuatro orificios. Este método no funcionaba demasiado bien a la hora de retorcer los haces de cuerdas o «muelles» y la solución final vino de insertar las barras o «travesaños» en unos cojinetes de bronce, los «barriletes», que permitían a cada extremo del haz girar independientemente. La cuestión que planteaba retener los barriletes en posición una vez girados se solventó perforando a intervalos regulares su anillo perimetral —que actúa como tope en el agujero del bastidor— y el bastidor

³ Marsden (1971: vi) propone traducir περίρητον como «hole-carrier» que, aunque extraño, es más que adecuado, así que creo procedente decir «porta-agujeros» en castellano. Los nombres de los componentes de las piezas artilleras griegas, lejos de ser términos técnicos altamente especializados, parecen palabras del «argot» o jerga de los constructores. Por ejemplo, χοινικός, «cubo de rueda»; χείρ, «mano»; κλιμακίς, «escalera»; δρακόντιον, «dragoncito». En latín ocurrían cosas parecidas, aunque sólo nos haya llegado la nomenclatura de Vitrubio: *modiolus*, «vaso» o «cubo de rueda».

bajo él, de modo que pudieran ser insertadas pequeñas clavijas para inmovilizarlo⁴. Para evitar que los barriletes se clavaran en la madera del bastidor a causa de la presión y que las clavijas la desgarraran era habitual interponer entre ambos chapas o anillos de metal perforados, llamados contraplacas.

Al principio, las máquinas de torsión únicamente alcanzarían suficiente potencia para ser utilizados como lanzaflechas (*oxybeleis*, *euzytonoi*). Parece que con Alejandro Magno ya se desarrollaron los primeros lanzapiedras de torsión (*lizoboloi*, *palintonoi*). Más adelante hablaremos en concreto del tema, por ahora, baste decir que la mayor necesidad de potencia para los lanzapiedras se resolvía —además de incrementando el tamaño de los muelles— colocando éstos en semibastidores independientes, lo que permitía posicionarlos de modo que aumentara el intervalo de arco recorrido por los brazos y así aprovechar más el potencial de energía almacenado en los haces de cuerda.

En las fases iniciales del desarrollo de la artillería de torsión, las proporciones de los diferentes componentes de las máquinas eran establecidas arbitrariamente por cada artífice o taller, con la consiguiente falta de garantía para los resultados. Pero, quizá en el primer cuarto del siglo III a.C., cristalizaron en Alejandría tantos años de ensayo y error en las importantísimas fórmulas que determinaban el diámetro del muelle en relación con la longitud del dardo o del peso de la piedra a lanzar. Acompañaban a esas fórmulas tablas de dimensiones que, tomando ese diámetro como medida básica o módulo, definían el tamaño de todos los componentes de las correspondientes piezas artilleras.

A partir de entonces, la longitud del virote o el peso de la esfera de piedra definían lo que hoy entendemos por el «calibre» del arma. Así, por ejemplo, se hablaba de lanzaflechas de tres palmos (694 mm) o de dos codos (925 mm), y de lanzapiedras de treinta minas (13,1 kg) o de un talento (26,2 kg). Ya se podían construir máquinas eficaces de cualquier tamaño, adaptarlas a un calibre dado de proyectil o al espacio disponible. Sería excesivamente extenso exponer aquí las listas de dimensiones, pero no se puede pasar por alto las fórmulas: en los lanzaflechas, el diámetro del muelle es 1/9 de la longitud de la flecha y, en los lanzapiedras, $D = 1,1 \sqrt[3]{100 M}$; siendo D el diámetro del muelle en dedos griegos (19,3 mm) y M, el peso del proyectil en minas áticas (436,6 g).

A partir del descubrimiento de las fórmulas comenzó la edad de oro de la artillería neurobalística. Las fortificaciones se diseñaban pensando en alojar artillería y en resistir a la de un posible atacante. También se instalaban lanzapiedras y lanzaflechas ligeros en los barcos de guerra y en las torres de asalto (*helepoleis*). Incluso se celebraban competiciones deportivas de tiro con diferentes categorías por edades. Pudiera haber sido en el curso de una de ellas cuando el maestro artillero Agesístrato —probablemente en el segundo cuarto del siglo I a.C.— lanzó con su catapulta de tres palmos un dardo a 630 m y, con otra máquina de cuatro codos, una palíntona adaptada, alcanzó los 720 m⁵. Comparativamente, las reconstrucciones modernas de tres palmos —en el mejor de los casos, armadas con cuerda de pelo de caballo, nunca de tendón⁶— sobrepasan ligeramente la frontera de los 300 m. Es interesante reseñar que Filón de Bizancio, en su crítica a la catapulta repetidora de Dionisio de Alejandría, deja entrever que considera una deficiencia su alcance apenas superior a los 183 m⁷. En todo caso, debe quedar

⁴ Previamente se habían ensayado otros métodos, como dotar a la parte inferior del barrilete de clavijas fijas o dentar el anillo perimetral para que interactuara con un trinquete en el bastidor.

⁵ Ateneo Mecánico, *Peri Mechanematon*, W(escher) 8, 5-9.

⁶ El arquitecto británico Digby Stevenson ha logrado producir cuerda de tendón, pero la ha utilizado en una catapulta de menor calibre. Harpham y Stevenson, 1997.

⁷ *Belopoica*, Köchly-Rüstow 58, 12- 59, 8; Marsden 76, 19-25.

clara la distinción entre alcance máximo —que puede haberse logrado bombeando y con un proyectil ligero— y alcance efectivo con un proyectil de guerra.

Marsden⁸ deduce del tratado de Vitrubio que, en ese periodo, se realizaron unas últimas mejoras en la artillería de bastidor de madera. Por supuesto, dichas mejoras no serían de la cosecha del arquitecto romano —que no hace sino compendiar autores más antiguos—, sino producto del trabajo de técnicos tardo-helenísticos, quizá del mismo Agesístrato. Se trataría, por un lado, de curvar los brazos hacia fuera para poder aumentar el ángulo recorrido por los mismos y, por otro, dar forma ovalada a los barriletes —sólo por el interior, por supuesto⁹— para compensar por la pérdida de espacio que ocasionan las barras transversales y poder introducir algo más de cuerda en los muelles. Las cosas no están realmente tan claras: curiosamente, Vitrubio sólo cita la curvatura de los brazos —que la curvatura sea hacia fuera es sólo una conjetura de Marsden¹⁰— cuando describe su *scorpio* (catapulta) y, además, sitúa los orificios ovalados en los *peritreta* —no en los barriletes— cuando describe su *ballista*¹¹. Otro elemento nuevo que parece deducirse del texto de Vitrubio es el empleo de una rueda dentada ligada al torno y a un trinquete en la caña en sustitución de las barras dentadas mencionadas por Herón y Bitón, aunque la innovación parece datar de más antiguo, a juzgar por los hallazgos arqueológicos de Ephyra¹².

El último paso evolutivo en la artillería de torsión se debe a los romanos y tiene una doble vertiente. En primer lugar, se decidió construir todos los lanzaflechas con bastidores palíntonos. Esto no era en sí mismo una gran novedad, ya se ha visto el caso del «record» de Agesístrato —que no es en absoluto un *unicum* en las fuentes—, y lo que Herón establece al comienzo de su tratado: «los palíntonos son llamados por algunos lanzapiedras porque arrojan piedras, pero disparan flechas o piedras o ambos»¹³. Parece que esta sustitución general explicaría el cambio de nomenclatura en las fuentes, que pasan a denominar *ballistae* a los lanzaflechas.

No obstante, el segundo aspecto es el más revolucionario y consistió en fabricar esos nuevos bastidores palíntonos para los lanzaflechas en hierro. Además, se dotó al tirante superior simple que unía los semibastidores —el inferior seguiría siendo doble— de una curva en forma de arco en su centro.

No tenemos la menor referencia escrita a tal evento pero, si se tiene en cuenta, por un lado, que en la estela de *Vedennius Moderatus* —de finales del siglo I d.C.— todavía se representa un lanzaflechas de bastidor de madera y, por otro lado, que en la Columna Trajana —puede que levantada por Adriano, pero relatando la primera guerra dácica en 101-102 d.C.— todas las

⁸ Marsden, 1969: 199-206.

⁹ Un barrilete metálico debe tener planta circular por el exterior para poder ser funcional. Los barriletes cuadrados de madera que se aparecen en varias propuestas reconstructivas de grandes lanzapiedras y que se deben a un párrafo de Herón, tendrían que demostrar su viabilidad en una reconstrucción a tamaño natural.

¹⁰ *De Architectura*, Loeb X, 10, 5. En concreto, cualquiera que se enfrente a la reconstrucción sobre el papel de la catapulta de Caminreal (fig. 1. Ver Iriarte, 2002: 44) —que, evidentemente, Marsden no pudo llegar a conocer— sentirá cierta desazón al comprobar que, si se dibujan unos brazos rectos en el plano horizontal, la cuerda de arco queda muy por debajo de la cara superior de la corredera. Objetivamente, este inconveniente obstaculizaría o directamente impediría el normal funcionamiento de la máquina (Herón —*Bel.*, W 111, 10-11— incluso estipula: «En los *euzytonoi*, la cuerda de arco está colocada junto a la propia corredera, sólo un poco separada de ella»). En los otros dos bastidores publicados —contando el de Hatra— este problema no se había planteado, debido a que no conservan ningún indicio que permita deducir la altura a la que discurría por ellos la corredera, pero en el de La Caridad sí se puede calcular la altura de inserción con un margen de error mínimo. La única salida al problema es curvar los brazos hacia arriba y, con eso, se llega a la pregunta: ¿No estaría Vitrubio refiriéndose a esta curvatura en vez de a la propuesta por Marsden?

¹¹ *De Architectura*, Loeb X, 11, 4.

¹² Ver más adelante, en hallazgos arqueológicos.

¹³ *Belopoeica*, W 74, 9-11.

catapultas son de bastidor metálico, se puede ubicar la renovación del parque artillero romano hacia el cambio de siglo.

Las fuentes romanas —tardías en su mayor parte— nos transmiten nombres de adaptaciones de las balistas de bastidor metálico: *carroballista*, pieza móvil supuestamente montada sobre un carro¹⁴; *manuballista*, pieza portátil sin afuste¹⁵. El término *arcuballista* parece esconder una pieza portátil no de torsión, sino con arco compuesto, descendiente lineal del *gastrafetes* y antepasada de las ballestas medievales¹⁶.

Los lanzapiedras de dos brazos no se vuelven a mencionar¹⁷. Su lugar aparece ocupado por máquinas de bastidor de madera horizontal y un sólo brazo moviéndose en un plano vertical, los *onagri*, también llamados *scorpiones* (una muestra más del baile de nombres con que nos atormentan las fuentes clásicas). No parece tratarse de una gran novedad, ya que los griegos conocían un lanzapiedras similar, denominado *monágkon*¹⁸. El *onager* sería menos preciso que las balistas, pero también más barato de construir y mantener, ventajas muy a tener en cuenta en el Bajo Imperio, aquejado de carencias de todo tipo.

Con la desintegración y caída del Imperio Romano de Occidente, parece que también desapareció de escena la artillería de torsión para no reaparecer más que en la imaginación de los tratadistas militares¹⁹, hasta que el cambio del siglo XIX al XX vio los resultados de programas sistemáticos de reconstrucción por parte de militares franceses y alemanes. En el Imperio de Oriente la situación es más confusa pero, probablemente, tras las intensas campañas militares del siglo VI, el empleo de la artillería de torsión se iría diluyendo durante la etapa caótica que siguió, hasta no ser muchas veces más que una cita erudita en las páginas de compiladores²⁰.

«CATAPULTAE» Y «BALLISTAE»

O, como hubiera definido un griego, *euzytonoi* y *palintonoi*; lanzaflechas y lanzapiedras, en todo caso. Expondremos aquí las características más destacables de ambos tipos de máquinas, pero sin entrar en excesivas honduras.

El bastidor de madera de los lanzaflechas clásicos estaba ensamblado rígidamente. Lo componían dos largueros planos —los *peritreta* o «porta-agujeros» superior e inferior—, de

¹⁴ Se correspondería con algunas piezas de las representadas en la Columna Trajana. Véase la interesante propuesta de reconstrucción por J. Anstee y G. Henderson en la ponencia «Wood and Iron» de G. Henderson, en el *Segundo Coloquio Internacional sobre la Romanización en Euskal Herria*.

¹⁵ Obsérvese que el término griego *kheiroballistra* es una traducción literal del latino *manuballista*. Sobre la *Quiroballistra*, ver la referencia a las fuentes, más adelante.

¹⁶ El nombre francés para la ballesta, arbalète, es una clara derivación del latino *arcuballista*.

¹⁷ Contamos con el testimonio arqueológico de los restos del bastidor de Hatra (Irak), del siglo III d. C., que, suponiendo que corresponda a un lanzapiedras y no a un lanzaflechas, es bastante anómalo con respecto a cómo se supone que eran sus predecesores de tradición helenística, ya que aparenta haber estado construido «de una pieza», como los bastidores de los *euzytonoi*. Baatz, 1978a: 3-9 y Baatz, 1978b.

¹⁸ Rihll, 2007: 76-78. No obstante, la primera mención a esta máquina no se recoge hasta época Imperial romana: Apolodoro de Damasco, en su *Poliorcética* (W 188, 2-9), cita el *monágkon* en relación con una máquina similar para despejar de enemigos el frente de un ariete. La Regina: 1999, 47 y 75, fig. 34. La descripción y dibujo de esta máquina se amplían también en otra fuente, la *Parangelmata Poliorcetica* (Sullivan 44; W 252, 17-254, 7) del *Anónimo Bizantino*, ya una compilación del siglo X d.C. No me parece correcto que Marsden —1971, 249 nota 6— no incluyera ninguna de las dos, máxime cuando emplea para su reconstrucción del *onager* el texto, sumamente confuso, de Amiano. Ver, más adelante, fuentes escritas.

¹⁹ O tal vez no del todo, ya que las escurridizas «espringaldas» tienen todos los visos de haber sido armas de torsión.

²⁰ Es muy significativo que, cuando el «Anónimo Bizantino» decide hacer una aclaración sobre la artillería de torsión en su *Parangelmata Poliorcetica* (Sullivan 45; W 254, 8-256, 8), parece no entender bien de qué está hablando y confunde algunos términos fundamentales.

planta recta por delante y en ligera curva convexa por detrás, perforados cerca de sus extremidades para permitir el ajuste de los barriletes y el paso de los haces de cuerdas. Uniendo, a caja y espiga, los dos porta-agujeros entre sí iban cuatro puntales o pilarcillos, dos laterales y dos centrales. Los puntales laterales —exteriores— presentaban una hendidura semicircular en el centro de su cara posterior para evitar que los brazos, al final de su recorrido, chocasen contra ellos y, correspondiéndose con ella, un abultamiento en la cara anterior que compensase por el debilitamiento de la pieza. Entre los dos puntales centrales —que, si entendemos bien a Vitrubio, se habrían reducido a uno en su época— se encajaba la caña. Chapas metálicas perforadas —contraplacas— protegían del roce y la presión de los barriletes a los porta-agujeros. Los tratadistas aconsejan proteger y reforzar el bastidor con chapas metálicas clavadas al mismo, cosa que también atestiguan los hallazgos arqueológicos. La base o soporte no está documentada más que en los textos de Herón y Vitrubio, en la gema de Cupido y en la Columna Trajana, ninguno de ellos demasiado explícito. Parece que estaba compuesta por un poste central con la junta universal —unida a la caña— en su extremo superior y encastrado en una pieza de base, quizá de planta triangular, en el inferior. Tres puntales rigidizaban la unión del poste con su base y, sobresaliendo de la misma, hacían las veces de patas. Adicionalmente, otros dos puntales móviles articulados entre sí, conectaban el poste central y la parte posterior de la caña para mantener esta última fija durante el armado y quizá graduar su elevación. Creo que el resto de los componentes de un lanzaflechas ya se han descrito, de un modo u otro, anteriormente.

Al hablar de la evolución histórica de la artillería neurobalística ya se ha mencionado que el bastidor de los lanzapiedras estaba compuesto de dos semibastidores independientes, conectados por cuatro largueros. Cada semibastidor alojaba un sólo muelle y constaba de dos *perítreta* romboidales y de dos puntales, uno curvado para recibir el brazo y otro recto. La corredera de las *ballistae* era más ancha que la de las *catapultae*, porque su canal debía recibir una piedra esférica. Esto hubiera obligado a construir una caña proporcionada a ella, pero tan pesada que resultaría inmanejable. En consecuencia, se decidió reducir la caña a su esqueleto, es decir, dos largueros entre los que deslizaría la corredera, unidos entre sí a intervalos regulares por travesaños. Al resultado ya no se le llamó caña sino, más gráficamente, «escalera». La cuerda de arco también era distinta de la de los lanzaflechas y, al menos en su zona central, asumía el aspecto de una banda trenzada como las de las hondas, para poder impulsar adecuadamente el proyectil durante el lanzamiento. Al punto medio de la banda estaba sujeta una anilla, en la que se introducía la garra del mecanismo de disparo, de un sólo dedo, en este caso. No hay razones de peso para suponer que la base de los *palintonoi* fuera muy diferente a la de los *euzytonoi*, las reconstrucciones de Schramm y Marsden con un doble poste se apoyan en una interpretación algo forzada de la breve y confusa descripción en Vitrubio.

BASTIDORES METÁLICOS: PROBLEMAS Y RECONSTRUCCIONES

A la hora de intentar averiguar cómo eran y cómo funcionaban realmente los lanzaflechas romanos de bastidor metálico chocamos inevitablemente con una serie de carencias básicas, derivadas de una información escasa y deficiente.

En primer lugar, nos vemos forzados a utilizar la terminología procedente de la *Quiroballistra*²¹ que, si es claramente anómala en lo que respecta a los nombres aplicados a la caña, la

²¹ Quizá a causa de que la *Quiroballistra* de Pseudo-Herón sea el único tratado dedicado a las máquinas de bastidor metálico que nos ha llegado, se detecta en la bibliografía una tendencia a llamar «quiroballistras» a todas ellas. Esta tendencia se trasluce en los escritos de Wilkins, pero es algo sistemático y deliberado en Rihll. En mi opinión, suponiendo que el título sea el original del tratado (Ver Iriarte, 2000: 71 o Iriarte, 2004: 272), es un error emplear el nombre de un único

corredera y el mecanismo de disparo, no tendría por qué serlo menos en lo tocante a los componentes del bastidor. Los semibastidores —*hemitonia* en los lanzapiedras helenísticos— son denominados *kambestria*²², el tirante superior, *kamarion* (arco o arquito) y, el tirante doble inferior, *klimakion* (escalera o escalerita).

En segundo lugar, las proporciones de los bastidores de hierro cambian con respecto a las de los bastidores de madera. Se hacen mucho más anchos —al menos, que los de los lanzaflechas— y ya no parece que les sea aplicable el sistema modular derivado de la fórmula de calibración.

En tercer lugar, se modifica la posición de la hendidura semicircular en los puntales laterales de los semibastidores. Ya no está en la cara posterior, sino en la cara lateral interior.

El primer punto tiene una importancia puramente anecdótica, pero los otros dos son transcendentales para nuestra comprensión de la artillería romana. Podríamos malgastar²³ páginas enteras discutiendo si los componentes de los bastidores metálicos —que nos han llegado siempre sueltos, incluso en las instrucciones de la *Quirobalistra*— se ensamblaban de tal o de cual modo, pero ese esfuerzo carecería de sentido, puesto que disponemos del forro metálico completo del bastidor de madera de Hatra. Cronológicamente es bastante avanzado, ya de mediados del siglo III d.C., y en él se conjugan las dos características: anchura muy elevada en relación con la altura y las dos hendiduras están situadas en las caras laterales internas de los puntales exteriores, enfrentadas la una a la otra²⁴.

Este tipo de estructura de bastidor parece venir en apoyo de la teoría, ya planteada en el siglo XIX²⁵, de que en los palíntonos —las balistas metálicas también eran palíntonas²⁶— los brazos no discurrirían por el exterior del bastidor, tal y como se reconstruyen habitualmente, sino por el interior. Entonces no se contaba más que con una frase de Herón, indicando que la separación entre los *hemitonia* debía ascender a un poco más dos veces la longitud de un brazo²⁷, mientras que la afirmación de Filón sobre que la longitud de la cuerda arquera de los lanzapiedras debía ser sólo 2,1 veces la longitud del brazo²⁸ puede aplicarse lo mismo a brazos externos que a internos²⁹, pero ahora existe una evidencia arqueológica sólida, al menos para el periodo romano Bajoimperial.

En una primera impresión, parece absurdo instalar los brazos de una catapulta mirando hacia dentro. No obstante, ya sólo en un plano teórico, el ángulo batido por los brazos en esa posición —y, por consiguiente, la proporción de la energía latente en los muelles que se aprovecha— casi duplica al batido por los brazos en la posición convencional. Entrando en el campo práctico, las muescas de los puntales exteriores están pensadas para recibir a los brazos al final de su recorrido³⁰, pero si quedan ubicadas como en el bastidor de Hatra y los brazos se colocan por fuera, resultan completamente superfluas. Además, mi experiencia con la reconstrucción de la *Quirobalistra* indica que los brazos, al carecer de un apoyo en posición de reposo, quedan en situación inestable, con la consecuencia de que el menor movimiento o desequilibrio entre los muelles hace que uno se mueva hacia adelante a costa del otro³¹.

modelo para designar a toda una familia de máquinas, especialmente cuando se llega al absurdo de calificar como «arma portátil» (*manuballista*) a piezas artilleras de campaña como, por ejemplo, la de Orşova. Ver fig. 2.

²² La conjetura de Marsden (1971: 222, nota 16), como abreviatura del latín *capitula campestris* = «bastidores de campaña» sigue siendo la mejor etimología de que disponemos.

²³ Como hace Wilkins (1997: 34-38).

²⁴ Iriarte, 2000: 60-63.

²⁵ Prou, 1877: 63-72, 80-88, 111-114; Iriarte, 2003.

²⁶ Realmente los *kambestria* no son más que los *hemitonia*, adaptados de madera a hierro.

²⁷ *Bel.*, W 99, 4-6.

²⁸ *Bel.*, Köchly-Rüstow 11, 1-2; Marsden 54, 1-2.

²⁹ Aunque, a decir verdad, esta longitud se ajusta algo mejor a una configuración de brazos internos. Ver Iriarte, 2003: 126.

³⁰ Herón, *Bel.*, W 91, 10-92, 7.

³¹ Se sobreentiende que eso sucede cuando está colocada la cuerda de arco. Aparentemente, no resulta un gran inconveniente —¡quizá porque no soy un artillero en medio de una batalla!—, aunque no deja de ser una molestia verse

En resumen, el único modo de que los retallos de un bastidor metálico cumplan su misión es que los brazos giren por el interior. Además, la anchura exagerada del bastidor —no justificada hasta ese extremo simplemente para dar un mejor campo de visión al artillero— permite ese giro y se aprovecha más la energía almacenada en los muelles. Por supuesto, no existe la menor indicación de esa posibilidad en las fuentes escritas —pero es que tampoco dicen prácticamente nada sobre las catapultas de bastidor metálico— y sólo el leve indicio de la ausencia de algo tan evidente como unos brazos colocados por el exterior en las representaciones de la Columna Trajana.

Cerrando el círculo, es mi opinión que los palíntonos imperiales romanos de bastidor metálico son una transposición a hierro de los palíntonos helenísticos y republicanos de bastidor de madera. Si se demostrase fuera de toda duda que los primeros tenían brazos internos, ello implicaría que los segundos también los tuvieron. Mientras nuevas pruebas tangibles no inclinan más la balanza en uno u otro sentido, éste seguirá siendo el principal caballo de batalla entre los investigadores del tema³².

Para finalizar este apartado, una reflexión sobre la utilidad real de la corredera. Herón nos describe su primera aparición en el *gastrafetes*, allí es un componente vital para la mecánica del armado, pero, con la incorporación del torno, deja claramente de ser imprescindible. Se puede entender que el conservadurismo de los maestros artilleros la mantuviera en catapultas pequeñas y medianas pero, en máquinas de gran tamaño, la corredera sería ciertamente más un estorbo que una ayuda. Herón menciona la opción de instalar un sistema de poleas para llevar la corredera hacia adelante girando a la inversa el torno³³, pero eso implica perder la posibilidad de ayudarse también de poleas para reducir la fuerza a aplicar al torno para retraerla, con lo que lo ganado por un lado se pierde por otro. ¿Es posible que en diez siglos de desarrollo de la artillería grecorromana nadie se haya planteado este problema y lo haya resuelto? Quizá.

En todo caso, empleando la lógica mecánica y evidencias circunstanciales —suministradas por la no aparición expresa de la corredera en las máquinas de la Columna Trajana³⁴ y la sugestión de que la caña llevaba directamente el canal de disparo en las confusas descripciones de Amiano y Procopio³⁵— Anstee y Henderson han propuesto en su reconstrucción de la *carroballista* reemplazar la corredera por un bloque deslizante con el mecanismo de disparo³⁶. Funcionalmente es igual de eficaz y mucho más sencillo de manejar, aunque sólo un muy afortunado hallazgo arqueológico podría hablar decididamente a favor de esta hipótesis³⁷.

obligado a rectificar continuamente la posición de los brazos. En cualquier caso, después de cambiar la configuración a una de brazos internos, no sólo ha desaparecido este problema, sino que la potencia del arma ha aumentado enormemente. Iriarte, 2003: 116-118; 2004: 274, 278.

³² Iriarte, 2003; Anstee, 1998 y Barker, 1999: 21. Debo agradecer, tanto a John Anstee como a Gordon Henderson, su cooperación desinteresada y amables sugerencias —varias de las cuales se pueden ver reflejadas en mi propuesta de reconstrucción de la catapulta de Caminreal (fig. 1) recogida en Iriarte, 2002— que, debido a su enorme experiencia práctica en el campo de la artillería de torsión, constituyen una ayuda inapreciable para quienes apenas estamos iniciándonos en ella.

³³ *Bel.* 85, 8-86, 3.

³⁴ Lamentablemente, su no representación, como la de los brazos y otras partes menos importantes, puede deberse tanto a un reflejo de la realidad como a incomprensión del tema y descuidos por parte de los escultores.

³⁵ Nada concluyente, desde luego. En las ilustraciones de «Las cosas de la guerra», uno de los pocos componentes claramente reconocibles de las dos catapultas es precisamente la corredera. Por lo tanto, es imposible siquiera suponer que hubiera sido eliminada totalmente de la artillería tardorromana. La presencia de corredera en la *Quiroballistra* no es indicativa, puesto que su procedimiento de armado como el del *gastrafetes* la hace imprescindible. Para todo ello, ver más abajo en fuentes.

³⁶ Anstee, 1998: 133, 137, fig. 3.2.

³⁷ Pudieran relacionarse con un dispositivo así los cinco pequeños rodillos de bronce recuperados con la *ballista* de Hatra. Ver el apartado de restos arqueológicos, más adelante.

LAS FUENTES

FUENTES ESCRITAS

Las fuentes escritas que se conservan sobre la artillería grecorromana son escasas y un tanto defectuosas³⁸. Sin embargo, dado el colapso general —más grave, incluso, en la vertiente científico-técnica que en la cultural— acaecido en la Antigüedad Tardía, nos podemos dar por satisfechos con que algo haya sobrevivido. Por supuesto, esa supervivencia nunca ha sido directa, ni siquiera de segunda mano. Los *scriptoria* altomedievales —tanto los carolingios como los bizantinos del renacimiento macedónico— copiaron con avidez todos los manuscritos supervivientes del naufragio de la era clásica, pero ni siquiera esas primeras copias nos han llegado, sólo segundas o terceras copias, en el mejor de los casos. En resumen, la fiabilidad de transmisión de las fuentes escritas sobre artillería grecorromana de que disponemos ha dependido de factores tan aleatorios como lo deteriorado que estuviese determinado manuscrito cuando fue copiado o de lo inspirado que estuviese el copista a la hora de trasladar algo que no entendía en absoluto.

Tratados

Son cinco los tratados de artillería que nos han llegado:

Cronológicamente, el más antiguo es *Construcción de máquinas de guerra y catapultas* de Bitón, fechable quizá hacia mediados del siglo III a.C. Es un trabajo críptico, escrito por un técnico para otros técnicos. En él se describen la construcción de una torre de asalto, una escala de asalto mecánica y de cuatro catapultas —provistas de base y torno— basadas en el arco compuesto: dos lanzapiedras y dos lanzaflechas.

El *Arte de construir artillería* de Filón de Bizancio se escribiría en el tercio final del siglo III o, menos verosimilmente, a finales del siglo I a.C. También obra de un técnico, es muy interesante para nosotros porque se centra más en cuestiones teóricas que prácticas. Comienza despachando brevemente las fórmulas de calibración de los lanzapiedras y los lanzaflechas de torsión, así como sus listas de dimensiones y otros detalles prácticos. El núcleo del tratado de Filón lo constituye su crítica a los inconvenientes de la artillería neurobalística de torsión y su propuesta de una catapulta en la que los haces de cuerdas se tensionarían mediante cuñas en lugar de retorcerse. Finaliza con las breves descripciones de otras tres máquinas experimentales diseñadas por otros: Un lanzaflechas con muelles metálicos, otro lanzaflechas de repetición y un lanzapiedras con muelles de aire comprimido.

En el libro décimo de su tratado de *Arquitectura*, escrito hacia el último cuarto del siglo I a.C., Vitrubio dedica tres capítulos (X, 10-12) a la artillería de torsión. Habla de la construcción de lanzaflechas —*scorpiones*—, lanzapiedras —*ballistae*— y del tensor de cuerdas para los muelles, aunque poco más que las fórmulas y listas de dimensiones respectivas, pensadas para acompañar unas ilustraciones que no han sobrevivido. Desgraciadamente, además las listas de dimensiones —más detalladas que las de Filón— han llegado a nosotros tan corruptas que, en mi opinión, esta fuente debe ser usada con las máximas precauciones y sin perder de vista que cualquier lista de dimensiones vitrubiana en circulación que resulte mínimamente coherente no pasará de ser una reconstrucción moderna, más o menos fundada.

Aunque Herón de Alejandría escribió su *Arte de construir artillería* probablemente en la segunda mitad del siglo I d.C., los datos que utiliza en él provendrían de un tratado perdido

³⁸ Todas las fuentes escritas que enumero a continuación han sido editadas en su idioma original, junto con una traducción inglesa e inteligentes comentarios, en Marsden (1971). Otras ediciones o comentarios reseñables sobre las fuentes individuales se indicarán en cada caso.

escrito por Ctesibio de Alejandría quizá en el tercio central del siglo III a.C. A diferencia del resto de los escritos sobre el tema, éste de Herón es eminentemente divulgativo. Traza incluso una breve historia de la evolución de la artillería, partiendo del *gastrafetes*. Explica sistemas de poleas para ayudar a retraer y a extender la corredera y cómo se construye una base con junta universal. Termina con la descripción de los componentes de los lanzapiedras —*palíntona*— y lanzaflechas —*euzytona*—, del tensor de muelles y de las fórmulas de calibración. Lamentablemente, tal cantidad de información detallada para profanos —un técnico nunca se molesta en explicar a otro técnico lo que se supone que ya sabe—, no viene acompañada por las correspondientes listas de dimensiones de los componentes de las máquinas —de hecho, parece que evita darlas—, lo que hubiera convertido el tratado de Herón en algo perfecto para nosotros, a pesar de su patente falta de actualidad, incluso para la fecha en que se redactó.

El último tratado, propiamente dicho, de artillería es *Construcción y proporciones de la Quirobalistra*³⁹, atribuido a Herón de Alejandría. Sin embargo, el nombre de la máquina parece corresponder a una fecha al menos dos siglos más reciente que la época supuesta para Herón y la nomenclatura de componentes no tiene nada que ver con la que él emplea. Por otro lado, también es posible que un copista bizantino añadiera un título de su cosecha a un tratado que le había llegado en estado fragmentario, así que la cuestión de la fecha y la paternidad de la *Quirobalistra* debe quedar abierta. El texto, técnico y críptico, describe los componentes fundamentales de una pequeña pieza artillera de bastidor metálico. Curiosamente, suministra medidas directas, no dimensiones basadas en el sistema modular. No explica cómo se debe montar la máquina —a excepción del mecanismo de disparo— ni para qué sirve, aunque está claro que se trata de un lanzaflechas portátil de torsión y que tendría un sistema de armado idéntico al del *gastrafetes*, pero sin trinquetes lineales⁴⁰.

Otras fuentes escritas

A medio camino entre los tratados y las descripciones no científicas en obras históricas, tenemos el curioso tratadito anónimo, denominado desde época medieval como *Las cosas de la guerra*, dedicado seguramente entre 353 y 360 d.C. a Constancio II. Al lado de medidas económicas y administrativas, el anónimo propone al emperador la utilización de armas revolucionarias, que habrían de salvar al tambaleante Imperio del mismo modo que las Wunderwaffen al Tercer Reich. Entre ellas presenta dos piezas artilleras lanzaflechas, la balista móvil sobre cuatro ruedas (R.B. VII) y la balista fulminante (R.B. XVIII), capaz de llegar a la orilla opuesta del Danubio con sus proyectiles. Desgraciadamente, el anónimo emplea la mayor parte del corto espacio que dedica a cada catapulta en cantar sus excelencias, más que en describirla⁴¹.

El militar historiador Amiano Marcelino, en su monumental relato de los hechos de la segunda mitad del siglo IV d.C., se sintió obligado a explicar, como prólogo a la fatal campaña persa del emperador Juliano en 363, el funcionamiento de varias máquinas de asedio, entre ellas, la *ballista* lanzaflechas de bastidor metálico y el *scorpio* —llamado *onager* en lenguaje vulgar—, lanzapiedras de un brazo (R.G. XXII, 4, 1-7). Las descripciones son bastante confusas, pero, en el caso de la del *onager* tiene el mérito de ser la única que existe. Entre el resto de

³⁹ Intento, quizá no del todo afortunado, por mi parte de castellanizar el nombre griego χειροβάλλιστρα.

⁴⁰ Ver mi artículo sobre el tema (Iriarte, 2000). Para puntos de vista opuesto recurrir a Wilkins (1996) o Miks (2001), pero procurando mantener las distancias, para lo que pueden ayudar Gudea y Baatz (1974) y Baatz (1978), antiguos pero reeditados recientemente. Baatz (1998). Otras muestras de interpretaciones voluntaristas en Vincent (1866), Prou (1877) y Schneider (1906).

⁴¹ Iriarte, 2003: 135-136. Hassall, 1979: 80-84. Desfasado este último, pero interesante.

las alusiones al empleo de artillería aportan alguna información las siguientes: XV, 12, 1. XIX, 5, 6-7; 6, 10; 7, 4-7. XXIV, 4, 28. XXXI, 15, 12.

El compendiador hispano Flavio Vegecio Renato destina en su *Epítome de la Ciencia Militar* algunos breves párrafos a la artillería. Se puede decir que prácticamente se limita a enumerar los diferentes tipos de piezas artilleras a disposición del ejército en sus días: *onager*, *ballista*, *carroballista*, *manuballista* y *arcuballista* —esta última sería una ballesta con arco compuesto— (E.R.M. IV, 22, sobre todo, pero también II, 2, 15 y 25; III, 3, 14 y 24; IV, 9, 21, 29 y 44). El *Epítome* parece que fue dedicado entre los años 388-391 d.C. a Teodosio I.

Por último, el historiador Procopio de Cesarea, en su relato del sitio de Roma en 536 d.C. (B.G. I, 21, 14-18) describe brevemente y de forma confusa una *ballistra* fija lanzaflechas, parece que de bastidor metálico. También sobre los efectos de esas máquinas es curioso lo dicho en V, 23, 9-12.

Por supuesto, hay más referencias menores al uso y efectos de la artillería neurobalística en obras históricas de Julio César, Flavio Josefo y otros. Quien quiera consultarlas las encontrará dispersas a lo largo del primer libro de Marsden⁴².

REPRESENTACIONES GRÁFICAS

Son de dos clases, por un lado están las ilustraciones de los tratados de artillería y, por otro, las representaciones escultóricas, bajorrelieves, normalmente.

Ilustraciones

Pudiera parecer, en principio, una panacea contar con los dibujos técnicos que ilustraban los antiguos manuales de artillería. No obstante, el cuadro real es menos halagüeño: Únicamente nos han llegado los de los tratados de Herón y Bitón, los de la *Quiroballistra* y los de *Las cosas de la guerra*. Además, el sistema de representación gráfica clásico no tenía que ver nada con el moderno. Por si eso fuera poco, teniendo en cuenta que los sucesivos copiados de los textos técnicos por legos en la materia han creado serios problemas de transmisión de esos textos, imagínese entonces el desaguisado que se ha podido organizar en el caso de los dibujos. Ahora bien, lo corruptas que nos hayan podido llegar las ilustraciones no las invalida en absoluto ni justifica posturas como la de Marsden, quien prescindió de ellas en sus todavía fundamentales trabajos sobre artillería.

Para Herón, Bitón y la *Quiroballistra*, el códice más antiguo y que presenta unas ilustraciones más ajustadas seguramente a las originales —aunque no sean fácilmente inteligibles, a primera vista— es el *Codex Parisinus inter supplementa Graeca 607* (M), en la Bibliothèque Nationale de París. Parece que la parte que nos interesa se copió en el siglo X, puede que de un original tardorromano.

Los códices gemelos *Vaticanus gr. 1164* (V) y *Parisinus gr. 2442* (P) —conservados en la Biblioteca Vaticana y en la Bibliothèque Nationale de París—, serían copias del siglo XII de una copia análoga a M, pero distinta de él. Sus ilustraciones dan una falsa impresión de claridad, debido a que se ha buscado en ellas una representación más tridimensional y parecida a las modernas, pero están simplificadas y deformadas con respecto a las de M.

Para *Las cosas de la guerra*, las copias con las ilustraciones más fiables son el *Oxoniensis Canonicianus class. lat. misc. 378* (O), manuscrito del siglo XV custodiado en la Bodleian Library de Oxford y la segunda serie de miniaturas del *Monacensis Latinus 10291* (M2), códice del siglo XVI conservado en la Bayerische Staatsbibliothek de Munich. Ambos fueron

⁴² Marsden, 1969: 48-115, 164-198.

copiados directamente del *Codex Spirensis*, hoy prácticamente desaparecido, y que era una copia otoniana del siglo X de una copia carolingia del original tardorromano. Al proceder ambas series del mismo original, no podemos cotejar el grado de deformación sufrido en la transmisión. Los dibujos no son técnicos, sino artísticos y su apariencia atractiva —junto con la temática bélica— es seguramente lo que ha permitido la supervivencia del tratadito. Aunque el anónimo hace mucho hincapié en que precisamente las ilustraciones aclararán los aspectos oscuros del texto, en su estado actual —sea por deficiencias ya presentes en las originales, sea por la deformación sufrida en los sucesivos copiados— plantean más problemas de los que pueden resolver con respecto al aspecto y funcionamiento de las dos catapultas.

Representaciones escultóricas

Son muy pocas y, en general, no demasiado fiables ni detalladas⁴³. Para las máquinas de bastidor de madera tenemos, en primer lugar, dos bastidores esquemáticos en unas pilastras con bajorrelieves de *spolia*, de época romana indeterminada, expuestas en los Uffizzi de Florencia⁴⁴. Algo mejor es el bastidor de catapulta que figura también entre los *spolia*, esta vez helenísticos del siglo II a.C., esculpidos en un antepecho de Pérgamo conservado en Berlín. La torsión de los dos muelles está incorrectamente interpretada y un brazo es claramente visible, aunque —contrariamente a la opinión de Marsden— creo que su curvatura parece convexa y encajaría mejor con lo que se entendería como la mitad de un arco —resultado de otro error de interpretación del escultor, ya que unos brazos así disminuirían la eficacia del arma— que con la contracurvatura mencionada por Vitrubio⁴⁵. Bastante mejor es el bajorrelieve en la estela del *architectus armamentarii* Caius Vedennius Moderatus, de finales del siglo I d.C., depositada en los Museos Vaticanos. Consiste en la vista frontal bastante detallada del bastidor de un lanzaflechas: Se distinguen claramente la curvatura convexa de los dos pies derechos exteriores, los refuerzos metálicos de los dos porta-agujeros, el «escudo» frontal metálico con el orificio para el paso de la corredera, los cuatro barriletes —incluso, las clavijas para inmovilizarlos— con sus travesaños y, finalmente, los dos brazos con los retallos para sujetar la cuerda de arco. La última representación —la *Gema de Cupido*— es un entalle romano para sello del que sólo se conserva su impresión, por lo que no es posible contrastar detalles con el original, en paradero desconocido. Esto invalida en cierto modo una información muy interesante, porque la catapulta aparece de perfil y se aprecian claramente la base, la caña, la rueda dentada con su trinquete, las palancas de armado —manipuladas por Cupido—, la garra sujetando la cuerda de arco y el bastidor —casi en tres cuartos— con los cuatro barriletes.

Para las catapultas de bastidor metálico sólo contamos con los bajorrelieves de la Columna Trajana. Como en toda la información procedente de esa fuente, bajo una falsa apariencia de realismo se detectan bastantes incoherencias —aún entre representaciones del mismo tipo de lanzaflechas— de una escena a otra, así como extrañas simplificaciones, quizá provenientes de malas interpretaciones por parte de los escultores del boceto oficial, que puede —a su vez— haber sido una reinterpretación de apuntes de campaña realizados por «corresponsales de guerra». A pesar de sus limitaciones y de que plantean casi tantos problemas como aclaran, las representaciones de lanzaflechas de bastidor metálico de la Columna son nuestra única información sobre el aspecto que pudieran tener las máquinas montadas y en acción. Las esce-

⁴³ La mayoría de ellas recogidas, por ejemplo, en las láminas de cualquiera de los dos libros de Marsden, aunque las reproducciones no posean demasiada calidad.

⁴⁴ No recogidos en Marsden, pueden verse en Schramm, 1918: 38-39, fig. 12-13.

⁴⁵ De todos modos, recuérdese lo dicho en la nota 10.

nas (numeración de Cichorius) con catapultas son las siguientes: Lam. XXXI, 104-105; lam. XLVI, 163-164; lam. XLVII, 165 y 166; lam. XLVIII, 169.

RESTOS ARQUEOLÓGICOS

Todavía estamos bastante lejos de poseer testimonios arqueológicos suficientes que cubran la totalidad de los componentes de las piezas artilleras grecorromanas. No obstante, en los últimos años, el elenco de restos ha crecido enormemente, tanto gracias a nuevos descubrimientos como a la revisión de piezas incorrectamente clasificadas y arrinconadas en fondos de museos.

Bastidores

Ningún componente de madera sobrevive más allá de restos que permitan identificar la especie arbórea y eso es únicamente válido para los bastidores. Afortunadamente, los forros protectores metálicos de chapa suelen conservar la forma y dimensiones de los elementos del bastidor.

Por una feliz casualidad, han aparecido y se conservan en España los dos únicos forros —de hierro— de bastidores de lanzaflechas tres palmos por ahora existentes en el mundo, completos con sus barriletes. El primero de ellos —del siglo II a.C.— se recuperó el año 1912 en la Neapolis de Ampurias (Gerona) y aunque publicado no lo ha sido con la profundidad necesaria ni recientemente⁴⁶. Más afortunado ha sido el segundo *capitulum*, excavado el año 1985 en La Caridad (Caminreal, Teruel) —en el patio de una casa destruida durante la Guerra Sertoriana—, y que ya goza de una completa publicación⁴⁷.

El año 2000 fue recuperado en Xanten (Alemania)⁴⁸ un pequeño forro —de latón y hierro— casi completo de bastidor, que conservaba impresiones y aún partes de la madera del propio bastidor, así como de la caña y la corredera. Se ha fechado tentativamente a mediados del siglo I d.C.

A una máquina de tamaño similar parecen corresponder los tres barriletes y considerables partes de forro de bastidor descubiertos en 2003 en At Meydani (Zeugma, Turquía)⁴⁹.

El último forro —de bronce— parece que correspondería a un lanzapiedras de diez libras. Se excavó en 1972 al pie de la torre XIX de la ciudad de Hatra (Irak), destruida a mediados del siglo III d.C.⁵⁰

De los bastidores metálicos, lo mejor que nos ha llegado es un *kamarion* dañado y un *kambestrion* sin los barriletes, pertenecientes ambos a un lanzaflechas. Fueron recuperados el año 1969 en la excavación de urgencia de un castillete —destruido a finales del siglo IV d.C.— del *limes* Danubiano en Orșova (Rumania)⁵¹.

Kambestria sueltos han aparecido seis más. Tres pequeños —correspondientes con toda probabilidad a *manuballistae*— en otro castillete Danubiano en Gornea (Rumania)⁵², contemporáneo del de Orșova. Otro del tamaño del de Orșova —pero más antiguo, del siglo II

⁴⁶ Schramm, 1918: 40-46, lam. 11.

⁴⁷ Vicente *et al.*, 1999: 167-181, 195. Ver mi propuesta de reconstrucción en la figura 1 y en Iriarte, 2002.

⁴⁸ Schalles, 2005. Sucinto informe preliminar. Schalles, 2010. Modélica y extensa publicación del hallazgo por varios autores. No estoy de acuerdo con la reconstrucción como una *manuballista* (Schalles, 2010: 171-179) por Alexander Zimmermann. El diámetro de muelle es 45 mm, que correspondería a un calibre de 1,75 (1 3/4) palmos. Con ese grosor de muelles a plena potencia, incluso esta pequeña máquina necesitaría un torno para su armado y, quizá, una base de algún tipo. No sería extraño que la catapulta de Xanten estuviera colocada en el afuste de proa de una patrullera fluvial.

⁴⁹ Hartmann y Speidel, 2003: 8, fig. 8.

⁵⁰ Baatz, 1978a: 3-9 y Baatz, 1978b.

⁵¹ Gudea y Baatz, 1974: 51-53, 57-59, 67-68. Baatz, 1978a: 9-14.

⁵² Gudea y Baatz, 1974: 50-57, 66-67. Baatz, 1978a: 14-16. Una reconstrucción hipotética, que ya no suscribo totalmente (Iriarte, 2000).

d.C.— se recuperó en Lyon (Francia) durante excavaciones decimonónicas, completo, con sus dos *modioli* de hierro⁵³. Un insólito *kambestrion* fundido en bronce procede de niveles tardíos —posteriores al siglo IV d.C.— de Sala (Marruecos)⁵⁴ y otro de aspecto muy parecido —pero fabricado en hierro y de tamaño poco mayor que los *kambestria* de Gornea— apareció en 1962 formando parte de un escondrijo de herramientas en Elenovo (Bulgaria)⁵⁵.

Barriletes

Modioli sueltos son un hallazgo más frecuente de lo que pudiera parecer a simple vista. Excepto los recuperados con el *kambestrion* de Lyon, todos son de bronce fundido. Cubren un arco cronológico muy amplio, desde el siglo III a.C. hasta finales del siglo IV d.C. Aun a riesgo de aburrir, voy a realizar una enumeración simple, ordenada cronológicamente, pero sin entrar en detalles⁵⁶.

Sunion (Grecia)⁵⁷, Mahdia (Túnez) (6)⁵⁸, Ephyra (Grecia) (21)⁵⁹, Pérgamo (Turquía)⁶⁰, Azaila (Teruel, España)⁶¹, Auerberg (Alemania)⁶², Herlheim (Alemania)⁶³, Cremona (Italia) (8)⁶⁴, Elginhaugh (Escocia)⁶⁵, Bath (Inglaterra)⁶⁶, Pityus (Georgia)⁶⁷ y *Volubilis* (Marruecos) (2)⁶⁸.

Otros componentes

Correspondientes a catapultas de bastidor de madera, se conservan tres contraplacas de hierro de Ephyra (Grecia)⁶⁹. Varias contraplacas, fragmentos de forro de hierro de bastidor y quizá elementos de torno sobreviven de las dos catapultas aparecidas en Azaila (Teruel)⁷⁰. Dos «escudos» de bastidor —uno sólo conservado parcialmente— de chapa de bronce se recuperaron del campo de batalla de Cremona (Italia)⁷¹. De las excavaciones antiguas en Pérgamo procede un extraño refuerzo metálico que pudiera quizá corresponder a una catapulta de tensión⁷².

⁵³ Baatz y Feugère, 1981.

⁵⁴ Boube-Piccot, 1988: 213-215, 220, lam. 3, 221, lam. 4, 223, lam. 6 y 225-227, lam. 8-10. Boube-Piccot, 1994: 188-195, lam. 49 y 96-98. Parece una transposición casi literal a metal de un semibastidor de madera.

⁵⁵ Minchev, 2000.

⁵⁶ Para profundizar más en el tema, ver Baatz, 1994a.

⁵⁷ Williams, 1992.

⁵⁸ Baatz, 1985; Baatz, 1994b.

⁵⁹ Baatz, 1982: 213-226, lam. 46.2-3.

⁶⁰ De dimensiones desconocidas y actualmente perdido. Gaitzsch, 1994: 235-240.

⁶¹ Beltrán, 1976: 176, nota 207, lam. 6 n.º 3778 y 3788. En los fondos del M.A.N. sólo subsiste uno de los seis que se citan. Vicente *et al.*, 1999: 197, nota 14. García, 2002.

⁶² Muy interesante, fragmentos de moldes para fundir barriletes a la cera perdida y un ejemplar fallido. No he podido consultar la publicación. Citado en Baatz, 1994b: 282.

⁶³ Steidl, 2006: 312, Abb. 4 y 313.

⁶⁴ Baatz, 1980: 284-289, 297-299, lam. 91-92.

⁶⁵ Hanson *et al.*, 2007: vol. 2, 405, pl. 10.4, fig. 10.29, 31.

⁶⁶ Baatz, 1988b.

⁶⁷ Baatz, 1988a.

⁶⁸ Boube-Piccot, 1988: 215-217; 224, lam. 7; 228-229, lam. 11-12. Boube-Piccot, 1994: 195-197, lam. 50 y 99-100.

⁶⁹ Baatz, 1982: 227-229.

⁷⁰ García, 2002.

⁷¹ Baatz, 1980: 289-292, lam. 90. Son del tipo representado en la estela de *C. Vedennius Moderatus*. Aunque Baatz ignora en su reconstrucción (1980: 294, fig. 3) el orificio cuadrado inferior, yo opino que es una característica original de la *catapulta*, y que servía para la sujeción de la caña, como en el bastidor de Caminreal (Ver fig. 1 e Iriarte, 2002: 43-44).

⁷² Gaitzsch, 1994: 240-242.

Encontrar elementos diferentes a los hasta ahora descritos es sumamente extraño. Se pueden citar las dos ruedas dentadas de bronce para torno de Ephyra (Grecia)⁷³ y el fragmento de posible barra dentada recta —también de bronce— de Elginhaugh (Escocia)⁷⁴. Una posible manivela de torno formaba parte del escondrijo de Elenovo (Bulgaria)⁷⁵. Finalmente, los cinco rodillos de bronce con eje de hierro y la posible garra de hierro de la *ballista* de Hatra (Irak)⁷⁶.

NOMENCLATURA

No pretendo llevar a cabo nada con pretensiones siquiera de exhaustividad, pero creo que sí puede resultar útil insertar como colofón a este estudio un cuadro que incluya los nombres de los componentes básicos de una catapulta en varios idiomas. En primer lugar, los términos originales griegos, después, los latinos y, finalmente, las diferentes traducciones⁷⁷ que se les ha dado en francés, alemán, inglés y las que propongo en castellano. En la reconstrucción de la figura 1 se pueden ver las denominaciones de los componentes más importantes, aplicadas sobre el propio componente.

GRIEGO	LATÍN	FRANCÉS	ALEMÁN	INGLÉS	CASTELLANO
Πλινθίον	<i>Capitulum</i>	Bâti; Cadre de tension	Spannrahmen	Frame	Bastidor
Περίτρητον	<i>Tabula</i>	Table; Écusson	Peritreton	Hole-carrier	Porta-agujeros
Χοινικίς	<i>Modiolus</i>	Barillet	Spannbuchse	(Cup)-Washer; Turret, Bush	Barrilete; Arandela
Ἐπιζυγίς	<i>Epizygis</i>	Clavette; Frein	Spannbolzen	Lever; Belay bar, Crossbar	Travesaño
Ἐπόθεμα	—————	Contre-plaque; Semelle	Unterlage; Gegenplatte	Counter-plate	Contra-placa
Ἄγκών	<i>Brachium</i>	Bras	Arm	Arm	Brazo
Διώστρα; Χελώνιον	<i>Canalis fundus</i> ; <i>Chelonium</i>	Tiroir; Curseur	Schieber	Slider	Corredera
Χεῖρ	<i>Epitoxis</i>	Griffe	Klaue	Claw	Garra
Σχαστηρία	<i>Manucla</i>	Détente; Gâchette	Abzug	Trigger	Gatillo
Σύριγξ	<i>Canaliculus</i>	Fût a rainure; Coulisse	Pfeife	Case	Caña
Ἄξων	<i>Sucula</i>	Treuil	Winde	Windlass	Torno
Καρχήσιον	<i>Caput columellae</i>	Support	Drehkopf	Universal-joint	Junta universal
Βάσις	<i>Columellae basis</i>	Affût	Gestell; Dreifuß	Base	Base

⁷³ Baatz, 1982: 226-227, lam. 46.2.9.

⁷⁴ Hanson *et al.*, 2007 : vol. 2, 405-407, pl. 10.5, fig. 10.29, 32.

⁷⁵ Comunicación personal de Ildar Kayumov, a quien agradezco su amabilidad.

⁷⁶ Baatz, 1978a: 6-7.

⁷⁷ Tomadas de la bibliografía consultada. En algún caso ha sido difícil encontrar un término que correspondiese exactamente y he procurado seleccionar el más aproximado.

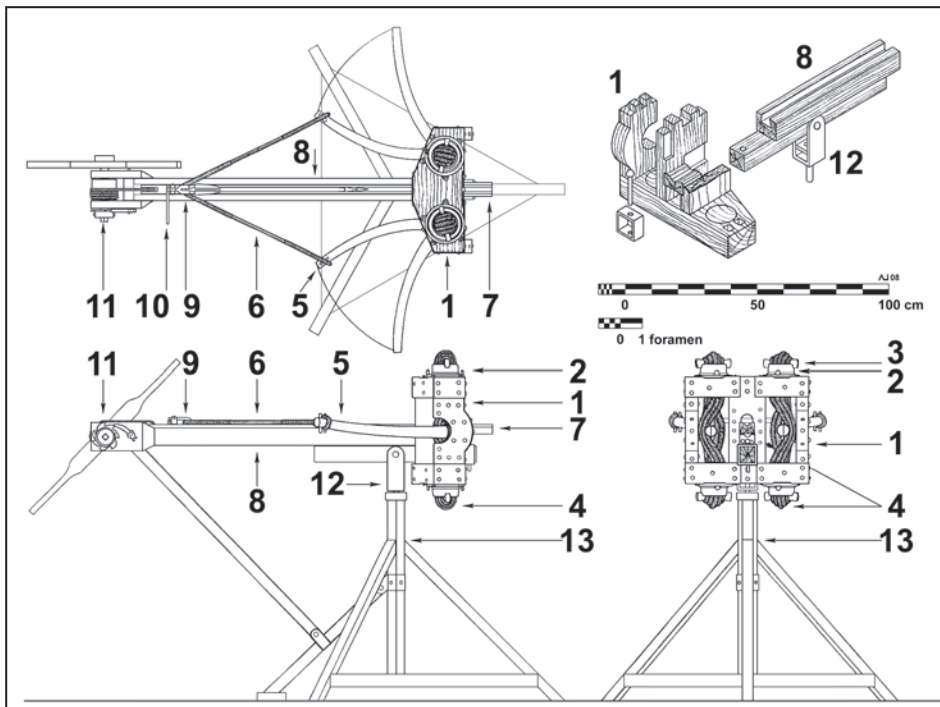


Figura 1. Planta y alzados lateral y frontal de una *catapulta* romana (Los brazos están casi retraídos al máximo y el trinquete a punto de engranarse en la rueda dentada). Axonometría con el detalle de la inserción de la caña en el bastidor (El forro de chapa de hierro ha sido eliminado del bastidor, para más claridad). Se ha tomado como base mi propuesta de reconstrucción del hallazgo de La Caridad (Caminreal, Teruel). 1. Bastidor; 2. Barrilete; 3. Travesaño; 4. Muelle (Ovillo de cuerda); 5. Brazo; 6. Cuerda de arco; 7. Corredera; 8. Caña; 9. Garra; 10. Gatillo; 11. Torno; 12. Junta universal; 13. Base..

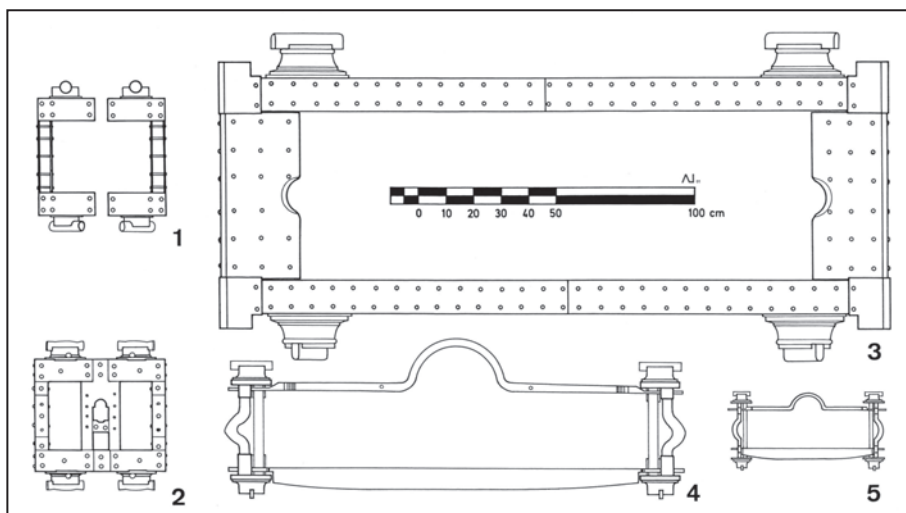


Figura 2. Alzados frontales comparativos de los bastidores de varias piezas artilleras: 1. Ampurias (según Schramm); 2. La Caridad (según Vicente *et al.*); 3. Hatra (según Bantz); 4. Orșova (mi reconstrucción); 5. Quirobalistra (mi reconstrucción).

BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo (2003): «Trajan's Artillery. The archaeology of a Roman technological revolution». *Current World Archaeology*, 3: 41-8.
- Anstee, J. (1998): «“Tours de Force”. An experimental Catapult/Ballista». *Studia Danubiana. Symposia I*: 131-39.
- Anstee, J.; Henderson, G. y Cassidy, N. (1998): «Some random thoughts and observations on the construction and use of the three span catapult». *Studia Danubiana. Symposia I*: 255-59.
- Baatz, D. (1978a): «Recent Finds of Ancient Artillery». *Britannia*, 9: 1-7.
- Baatz, D. (1978b): «Das Torsiongeschütz von Hatra». *Antike Welt*, 9/4: 50-7.
- Baatz, D. (1980): «Ein Katapult der Legio V Macedonica aus Cremona». *Römische Mitteilungen*, 87: 283-99.
- Baatz, D. (1982): «Hellenistische Katapulte aus Ephyra (Epirus)». *Athenische Mitteilungen*, 97: 146-33.
- Baatz, D. (1985): «Katapultteile aus dem Schiffswrack von Mahdia (Tunesien)». *Archäologisches Anzeiger*, IV: 679-91.
- Baatz, D. (1988a): «Eine Katapult-Spannbuchse aus Pityus, Georgien». *Saalburg-Jahrbuch*, 44: 59-4.
- Baatz, D. (1988b): «Bronze washer» The Temple of Sulis Minerva at Bath 2. The Finds from the Sacred Spring, 8-.
- Baatz, D. (1991): «Die römische Jagdarmbrust». *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 21: 283-90.
- Baatz, D. (1994a): «Katapultfunde 1914-1988», Bauten und Katapulte des römischen Heeres. *Mavors Roman Army Researches* 11, 275-83.
- Baatz, D. (1994b): «Die Katapultteile». *Das Wrack. Der antike Schiffsfund von Mahdia*, 1, 701-07, (Colonia 1994).
- Baatz, D. (1999): «Katapulte und mechanische Handwaffen des spätrömischen Heeres». *Journal of Roman Military Equipment Studies*, 10: 5-9.
- Baatz, D. y Feugère, M. (1981): «Eléments d'une catapulte romaine trouvée à Lyon». *Gallia*, 39: 201-09.
- Barker, J. (1999): «Ancient Arrow-Shooting Machines». *Journal of the Society of Archer –Antiquaries*, 44: 16-21.
- Beltrán, M. (1976): *Arqueología e Historia de las ciudades antiguas del Cabezo de Alcalá de Azaila*. Zaragoza, Monografías Arqueológicas, 19.
- Bishop, M. C. y Coulston, J. C. N. (2006): *Roman military equipment from the Punic Wars to the fall of Rome*. Oxford.
- Boube-Piccot, C. (1988): «Eléments de catapultes en bronze découverts en Maurétanie Tingitane». *Bulletin d'archéologie marocaine*, XVII: 209-230.
- Boube-Piccot, C. (1994): *Les bronzes antiques du Maroc: IV. L'équipement militaire et l'armement*. Paris.
- Campbell, D. B., (2003): *Greek and Roman Artillery 399 BC – AD 363*. Oxford, Osprey New Vanguard, 89.
- Cherretté, M. (2002): «The onager according to Ammianus Marcellinus». *Journal of Roman Military Equipment Studies*, 12/13: 117-133.
- Cichorius, C. (1896): *Die Reliefs der Trajanssäule*. Berlin.
- Coulston, J. C. (1989): «The Value of Trajan's Column as a source for military equipment», *Roman Military Equipment: the Sources of Evidence. Proceedings of the Fifth ROMECE*. Oxford, BAR International Series, 476: 31-44.
- Dahm, O. (1903): «Römische Geschützpeile von Aliso». *Mitteilungen der Altertums-Kommission für Westfalen*, 3: 63-67
- Feugère, M. (1993): *Les armes des Romains de la République à l'Antiquité tardive*. Paris.
- Foley, V.; Palmer, G. y Soedel, W. (1985): «The Crossbow». *Scientific American*, 246, n.º 1: 80-86.
- Gaitzsch, W. (1994): «Hellenistische Geschützpeile aus Pergamon», *Festschrift für Otto-Herman Frey zum 65. Geburtstag*. Marburger Studien zur Vor- und Frühgeschichte, 16: 235-242.
- García, F. (2002): «Las catapultas de Azaila (Teruel)». *Anejos de Gladius*, 5: 293-302.
- Gudea, N. y Baatz, D. (1974): «Teile spätrömische Ballisten aus Gornea und Orşova (Rumänien)». *Saalburg-Jahrbuch*, 31: 50-72.

- Hanson, W. S. *et al.* (2007): *Elginhaugh: A Flavian Fort and Its Annexe*. Londres, Britannia Monograph, 23, 2 vols.
- Harpham, R. y Stevenson, D. W. W. (1997): «Heron's Cheiroballistra (A Roman Torsion Crossbow)». *Journal of the Society of Archer-Antiquaries*, 40: 13-17.
- Hartmann, M. y Speidel, M. A. (2003): «The investigations in 2003 "At Meydani" and surroundings». Marvors-Institute für antike Militärgeschichte. Accesible en: <<http://www.mavors.org/PDFs/Zeugma2003.pdf>>.
- Hassall, M. (1979): «The inventions», *De Rebus Bellicis. Part I. Aspects of the Rebus Bellicis*. B.A.R. Oxford, International Series LXIII: 77-95.
- Hassall, M. (1999): «Perspectives on Greek and Roman catapults». *Archaeology International*, 1998/1999: 23-26.
- Holder, P. (1987): «Roman Artillery (1)». *Military Illustrated*, 2, 31-37. «Roman Artillery (2)». *Military Illustrated*, 3, 31-37.
- Iriarte, A. (2000): «Pseudo-Heron's Cheiroballistra, A(nother) reconstruction. I. Theoretics». *Journal of Roman Military Equipment Studies* 11, 47-75.
- Iriarte, A. (2002): «More about the Teruel catapult». *Journal of Roman Military Equipment Studies*, 12/13: 43-46.
- Iriarte, A. (2003): «The inswinging theory». *Gladius*, 23: 111-140.
- Iriarte, A. (2004): «Arqueología reconstructiva y artillería romana: La Quiroballistra de Pseudo-Herón», *Arqueología militar romana en Europa*, 269-282. Segovia.
- James, S. T. y Taylor, J. H. (1994): «Parts of Roman Artillery projectiles from Qasr Ibrim, Egypt». *Saalburg-Jahrbuch*, 47: 93-98.
- Köchly, H. y Rüstow, W. (Reimpresión 1969): *Griechische Kriegsschriftsteller*. Osnabrück, 3 vols.
- Marsden, E. W. (1969): *Greek and Roman Artillery. Historical Development*. Oxford.
- Marsden, E. W. (1971): *Greek and Roman Artillery. Technical Treatises*. Oxford.
- Miks, C. (2001): *Die χειροβλλιστρα des Heron. Überlegungen zu einer Geschützentwicklung der Kaiserzeit*. Saalburg. Jahrbuch 51: 153-233.
- Minchev, A. (2000): «Kambestrión-Detajl ot rimska katapulta v Trakiya», *Weapons and military equipment during the Late Antiquity and the Middle Ages 4th 15th centuries*. Varna: 7-13.
- Payne-Gallwey, R. (1903): *The Book of the Crossbow*. Londres. (Reedición Nueva York, 1995)
- Prou, V. (1877): «La Chiroballiste d'Héron d'Alexandrie». *Notices et Extraits des manuscrits de la Bibliothèque nationale et autres bibliothèques*, 26.2: 1-319.
- La Regina, A. (ed.) (1999): *L'Arte dell'Assedio di Apollodoro di Damasco*. Roma.
- Rihll, T. (2007): *The Catapult. A History*. Yardley
- Russo, F. (2004): *L'artiglieria delle legioni romane*. Roma
- Sáez, R. (2005): *Artillería y poliorcética en el mundo grecorromano*. Madrid, Anejos Gladius, 8.
- Schalles, H. J. (2005): «Eine frühkaiserzeitliche Torsionswaffe aus der Kiesgrube Xanten-Wardt», *Von Anfang an. Archäologie in Nordrhein-Westfalen*. Mainz: 378-381.
- Schalles, H. J. *et al.* (2010): *Die frühkaiserzeitliche Manuballista aus Xanten-Wardt*. Mainz, Xantenen Berichte, 18.
- Schellenberg, H. M. (2006): «Eine frühkaiserzeitliche Torsionswaffe aus der Kiesgrube Xanten-Wardt», *Von Anfang an. Archäologie in Nordrhein-Westfalen*. Mainz: 378-381
- Schellenberg, H. M. *et al.* (2010): *Die frühkaiserzeitliche Manuballista aus Xanten-Wardt*. Mainz, Xantenen Berichte, 18.
- Schellenberg, H. M. (2006): «Diodor von Sizilien 14,42,1 und die Erfindung der Artillerie im Mittelmeerraum». *Frankfurter elektronische Rundschau zur Altertumskunde*, 3: 15-23. Accesible en: <http://www.fera-journal.eu>.
- Schneider, R. (1906): «Herons Cheiroballistra». *Mitteilungen des Kaiserlich Deutschen Archäologischen Instituts. Römische Abteilung*, 21: 142-168.
- Schramm, E. (1905): «Bericht über das Ergebnis der Untersuchung der Geschützpfleile von Aliso». *Mitteilungen der Altertums-Kommission für Westfalen*, 4: 121-124.
- Schramm, E. (1906): «Bemerkungen zu der Rekonstruktion griechisch-römischer Geschütze». *Jahrbuch der Gesellschaft für lothringische Geschichte und Altertumskunde*: 276-283
- Schramm, E. (1918): *Die antiken Geschütze der Saalburg*. Berlín. (Existe una reimpresión, con el aliciente añadido de un prólogo por Dietwulf Baatz, Bad Homburg 1980).

- Simonett, C. (1942): «War die Armbrust schon den Römern bekannt?». *Jahresberichte Ges. pro Vindonissa*, 1941/42: 15-17.
- Soedel, W. y Foley, V. (1979): «Catapultas Antiguas». *Investigación y Ciencia*, 32: 92-101.
- Steidl, B. (2006): «Römische Waffen und Ausrüstungsteile der mittleren Kaiserzeit aus dem germanischen Mainfranken Washington», *Im Dienste Roms. Festschrift für Hans Uirich Nuber*. Remshalden: 307-317.
- Sullivan, D. F. (2000): *Siegecraft: Two tenth-century instructional manuals by «Heron of Byzantium»*. Washington, *Dumbarton Oaks Studies*, 36.
- Vicente, J. D.; Punter, M. P. y Ezquerro, B. (1999): «La catapulta tardo-republicana y otro equipamiento militar de «La Caridad (Caminreal, Teruel)»». *Journal of Roman Military Equipment Studies*, 8: 167-199.
- Vincent, A. J. H. (1866): *Héron d'Alexandrie. La Chiroballiste*. Paris.
- Whitehead, D. y Blyth, P. H. (2004): *Athenaeus Mechanicus. On Machines*. Stuttgart, *Historia Einzelschriften*, 182.
- Wilkins, A. (1995): «Reconstructing the cheiromballistra». *Journal of Roman Military Equipment Studies*, 6: 5-59.
- Wilkins, A. (2002): «Building the BBC Ballista». *Journal of the Timber Framers Guild*, 65: 10-19.
- Wilkins, A. (2003): *Roman Artillery*. Princes Risborough, Shire Archaeology, 86.
- Wilkins, A. y Morgan, L. (2000): «Scorpio and cheiromballistra». *Journal of Roman Military Equipment Studies*, 11: 77-101.
- Williams, H. (1992): «A Hellenistic Catapult Washer from Sounion». *Echos du Monde Classique / Classical Views*, XXXVI, NS 11, n.º 2: 181-188.
- Zimmermann, A. (1999): «Zwei ähnlich dimensionierte Torsionsgeschütze mit unterschiedlichen Konstruktionsprinzipien Rekonstruktionen nach Originalteilen aus Cremona (Italien) und Lyon (Frankreich)». *Journal of Roman Military Equipment Studies*, 10: 137-40.

Recibido: 17/06/2008

Aceptado: 20/02/2009