

Repasando la Historia mediante las matemáticas

Hace un tiempo, un compañero estudioso en la Historia me llamó. Quería saber mi opinión sobre lo que acababa de leer en un libro. En las crónicas correspondientes a 1450 (año más, año menos) se explicaba que un herrero mallorquín proponía al Consell de Mallorca la construcción de una bombardita de gigantescas proporciones: 6 metros de longitud, capaz de disparar bolaños (proyectiles esféricos generalmente de piedra caliza) de 500 Kg de peso, para defenderse de las naves que se acercaran a la ensenada de Porto Pi, disparando desde las murallas de la ciudad, a la que también atribuía una mayor facilidad en la carga.

No veía clara la posible construcción de semejante monstruo. Y la verdad yo tampoco. De hecho no aparecen mas referencias a semejante arma que, de haberse construido, seguro que habría dado que hablar.

Aunque, después de hacer cuatro números rápidos, le manifesté mi incredulidad al respecto, me picó la curiosidad y decidí investigar el tema. Y de ahí nace lo que sigue.

Mis primeros pasos fueron determinar, partiendo del supuesto de utilizar un proyectil de piedra, cual sería su tamaño. Partiendo de que la densidad de la piedra caliza está entre los valores de 2,8 y 3,1 gr./cm³, tomé un valor medio (2,95 gr./cm³), lo que determina un proyectil esférico de 68,66 cm de diámetro, vamos una canica.

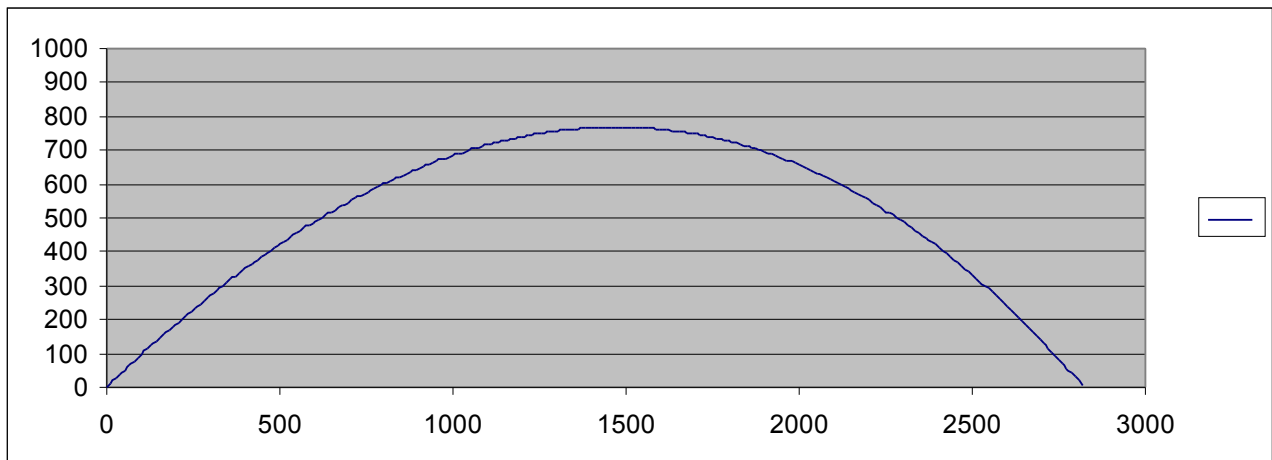
Lo siguiente fue concretar el alcance requerido. Utilizando un plano obtuve una aproximación a la distancia entre la ciudad (la catedral como referencia) y la ya mencionada ensenada de Porto Pi. Esta aproximación es de 2800 metros.

Disponía ya de los datos básicos. Ahora venía lo mas complicado. Primero debía determinar la velocidad del proyectil a la salida del cañón para que alcanzara su objetivo. Esto depende del ángulo del arma en relación a la horizontal, lo que implicaba introducir el primer elemento subjetivo. Dado que la distancia más larga se obtiene con un ángulo de 45°, decidí utilizar este parámetro como base.

La siguiente decisión fue bastante más complicada. En física, el tiro parabólico es un ejercicio típico de examen de bachillerato, y por tanto al alcance de cualquiera, pero con la salvedad de no tener en cuenta el rozamiento del aire, lo cual desvirtúa los resultados en relación a la realidad. Pero si uno es lo suficiente cabezota, acaba encontrando algo que mejore los cálculos. Efectivamente, encontré el coeficiente relativo a una esfera. Eso si, corresponde a una esfera perfecta, bastante distante de lo que serían los proyectiles utilizados en esa época. Pero algo es algo.

Así pues, desempolvando mis conocimientos de física y armado de la correspondiente hoja de cálculo me dediqué a averiguar cual debía ser la velocidad del proyectil para que alcanzara la distancia deseada. Pues bien,

para alcanzar los 2800 metros es necesario que el proyectil inicie su recorrido a 183 m/s (el alcance teórico exacto serían 2817 m). Este dato me daba la base para recorrer a la inversa el proceso que me permitiría descubrir buena parte de los parámetros físicos de la supuesta bombardarda.



Trayectoria teórica

Pero evidentemente eso no era suficiente. Así que utilizando una de mis herramientas preferidas, el conocido "google" empecé a buscar información sobre armas antiguas, pólvoras, etc.

Como podéis imaginar encontré de todo. A título de ejemplo y por su curiosidad, aunque no venga a cuento, os diré que en la fabricación de la pólvora se produjo un gran avance al descubrir que mojando los componentes de la misma y después de su posterior secado, se conseguía una mayor homogeneidad. Lo curioso es que se recomendaba para el correspondiente mojado la orina de clérigo, por llevar más "alcohol".

Descubrí que efectivamente se habían construido bombardas de gran tamaño. Pero en todo caso las medidas máximas que se dan no sobrepasan calibres de 30 cm, longitudes de 4 m o pesos de 6000 Kg. En cuanto a su alcance máximo estaba entre los 1500 y 2000 m, aunque el eficaz se limitaba a 100 o 200 m

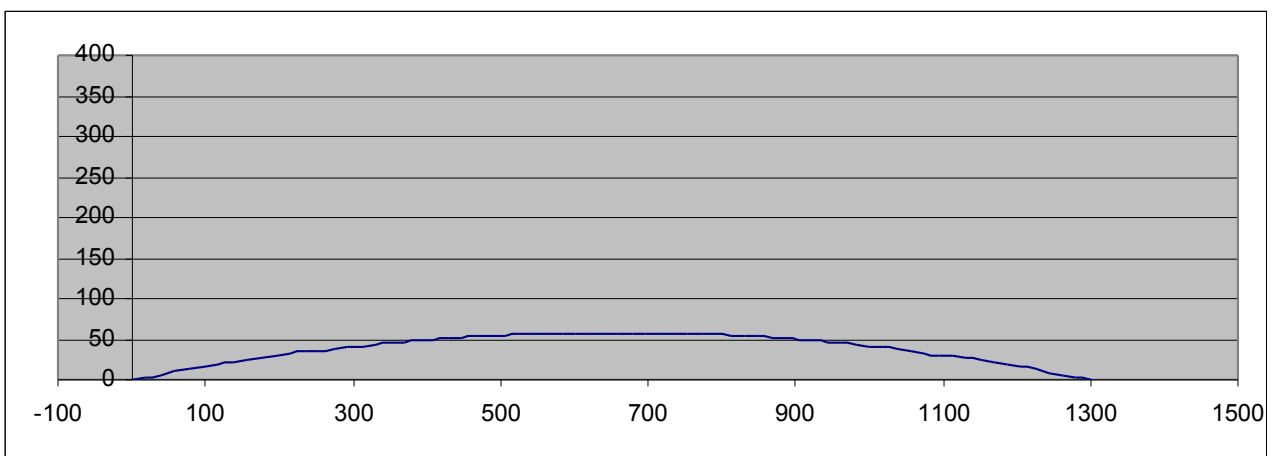
En todo caso ninguna referencia a una bombardarda de la magnitud antes apuntada.

Como referencia comparativa tomé los datos de una bombardarda datada ya en el siglo XVI. La base para dicha datación es doble. Por un lado en la recámara figura grabado el número 1518, que hace suponer pueda ser la fecha de su fabricación, por otro el hecho de que la relación entre su calibre (21,5 cm) y la longitud de la caña (225 cm) de un valor aproximado de 11, muy elevado para los siglos anteriores. No obstante los datos de la misma son una buena referencia comparativa para realizar los cálculos de nuestro supuesto.

Para no agobiar al personal, no expondré todos y cada uno de los procesos matemáticos utilizados. No obstante si expondré algunos conceptos básicos.

En primer lugar, la estructura general de las bombardas estaba constituida por la "caña", tubo de hierro forjado con aros que constituían un refuerzo(a modo de un tonel). A esta se le unía la "recámara" que contenía la pólvora y era de un calibre menor.

En la bombardas que tomé como referencia la caña medía 2,25 m y la recámara 0,81 m. Sus calibres respectivos eran de 21,5 y 12 cm. La carga de pólvora era decidida por el artillero, pero a finales del siglo XV se impuso el criterio de que la pólvora llenaría la 3/5 partes de la recámara, se dejaría vacía 1/5 parte y la última vendría cerrada por un taco de madera de tilo, sauce o pino. De ello se deduce que la carga de esta bombardas estaría cerca de los 5 Kg de pólvora. Por otra parte la descripción de la misma hace referencia a su uso en tiro tenso o rasante lo que da una velocidad inicial del proyectil de 200 m/s para un alcance de 1300 m (con un ángulo solo del 10°).



Traectoria del proyectil de la bombardas de referencia

Tomando como base todo lo anterior, surge la imagen de la bombardas imaginaria. Siguiendo la descripción de la misma, tendría, como ya se ha dicho, 6 m en total de larga, de los cuales 4,40 corresponderían a la caña y 1,60 m a la recámara. El calibre de la caña sería de 68,7 cm y su diámetro externo de 90 cm. En cuanto a la recámara tendría un calibre de 38 cm y un diámetro externo de 70 cm. Su peso total sobrepasaría los 13.000 Kg y requeriría una carga de entre 80 y 90 Kg de pólvora por disparo.

En resumen, un verdadero monstruo de escasa utilidad.

¿Por que de escasa utilidad? Veamos. Hemos ya comentado que el alcance efectivo de las bombardas de la época era de 100 a 200 m. Y ello con disparos rasantes, lo que le da una mayor eficacia al tiro. Para conseguir el alcance propuesto con la mínima carga he recurrido al tiro parabólico de 45°. Pero en este caso intervienen muchos factores desestabilizadores en la trayectoria: vientos, humedad y temperatura del aire (varia la densidad del mismo y por tanto su resistencia al paso del proyectil), la propia superficie del bolaño (sus irregularidades) o la esfericidad del mismo. O por ejemplo la carga de pólvora. Supongamos pequeñas variaciones en la misma que se traducen en variaciones de velocidad. Hemos fijado la misma en 183 m/s, pero si esta varia

1 m/s en más o en menos el efecto es un error de ± 24 m. Y ¿Cómo variamos la inclinación de un artefacto que pesa más de 13.000 Kg para ajustar su alcance y dirección?

¿Sería posible con un tiro rasante (lo que mejoraría la puntería)? Para ello necesitaríamos velocidades iniciales superiores a 300 m/s (para inclinaciones de 10°) o a 400 m/s, supersónicas, (para inclinaciones de 5°) algo impensable para la época.

Conclusión: Las grandes bombardas (que las hubo sin llegar a ser tan monstruosas) se utilizaron en distancias relativamente cortas (100-200 m) y contra objetivos mucho más grandes que un barco, las murallas de las ciudades. Es muy probable que la propuesta se hiciera, pero también es probable que, quienes tuvieran que decidir sobre la misma, se dieran cuenta que era inviable.



Bombarda alemana del siglo XVI



Bolaño de piedra



Bombarda del siglo XV