

## CAPITULO XI.

ESTUDIO DE LOS PROYECTILES:—BALAS CILINDRO-CÓNICAS PROLONGADAS.—TEORÍA DE THIROUX.—BALA TALADRADA(Á CULOT).—BALA EXPANSIVA DE CAVIDAD.—EXPERIMENTOS.—EXPANSION DE LA BALA SIN LA CUÑA.—SUS ACCIDENTES.—COMPARACIONES.—EXPERIMENTOS CON BALAS HUECAS.—LA BALA NESLER.—LA BALA DE LA GUARDIA.—SU FORMA Y SU TAMAÑO.—FORMA Y FIGURA DE LA BALA PARA ARMAS DE INFANTERÍA.—DETALLES.—BALAS DE SABOT.—DIVERSOS SISTEMAS DE BALAS EXPANSIVAS.

El proyectil, durante su carrera á través del aire, tiende, en virtud de su normal rotacion de inercia, á conservar el eje paralelo á su primitiva direccion; de modo que, despues de un cierto espacio, el punto de la bala se encuentra sobre la trayectoria descrita por su centro de gravedad. Desde ese instante el aire obra con mas fuerza sobre su parte anterior que sobre la posterior; el efecto de esta diferencia de presion es el siguiente: suponiendo que la bala gira en su eje de izquierda á derecha (en su extremidad superior), por la oposicion del aire que le imprime esta rotacion, su resistencia será mayor en la mitad anterior longitudinal, que en la mitad posterior, cuando el eje se halle inclinado con referencia á la trayectoria. Esta mitad anterior (abajo), girando de derecha á izquierda, experimenta una resistencia dirigida de izquierda á derecha, mientras que la mitad posterior (arriba) gira de izquierda á derecha, experimentando la resistencia dirigida de derecha á izquierda; y como la primera resistencia és mas fuerte que la segunda, la bala se inclina á la derecha. Las mismas razones prueban que iría hácia la izquierda, si su rotacion fuera de derecha á izquierda. La derivacion de las balas cilindro-cónicas sin canales, disparadas con rifles cuyas

rayas forman un torno de 6 piés 3 pulgadas, es de 10 pies en 872 yardas; pero con balas acanaladas la derivacion no puede estimarse á la misma distancia.

*Balas cilindro-cónicas prolongadas.*—Tamissier ha demostrado el hecho, de que las canales al rededor de la parte cilíndrica de la bala producen un efecto análogo al de la pluma de una zaeta, y para justificar su idea dispuso un experimento con balas de siete calibres de extension, obteniendo una precision perfecta á 1,100 yardas. Las pruebas demostraron, que aumentada la extension del proyectil, era necesario aumentar tambien el número de las canales á fin de asegurar una rápida mocion de rotacion indispensable para conservar al frente el punto de la bala. Las usadas en estas experiencias tienen nueve canales al rededor del cilindro. El aumento en la extension de la bala requiere que las canales sean mas tupidas, lo cual ocasiona mayor friccion y por tal motivo un retroceso mas fuerte.

*Teoría de Thiroux sobre la mocion de los proyectiles.*—La siguiente es la sustancia de su teoría en cuanto á la desviacion y la derivacion. Una bala esférica moviéndose en el vacío á un mismo tiempo en un eje vertical, de tal manera que los puntos de la bala á la izquierda del plano de fuego, giren de izquierda á derecha, se desvía á la derecha. Esto se explica con el hecho de que la mocion de traslacion de las particulas de la bala, á la izquierda del plano de fuego, se aumenta con la mocion de rotacion de estas mismas partículas; mientras que la de traslacion á la derecha del plano de fuego se disminuye con el movimiento de rotacion. De esto resulta, que como la resistencia del aire es proporcional al cuadrado de la velocidad, las particulas de la bala, á la izquierda del plano de fuego, encuentran una resistencia mayor que las que corresponden á la derecha del





mismo plano, por cuyo motivo la bala es impelida al lado que ofrece ménos resistencia. Con la rotacion en la direccion opuesta el desvío sería inverso. Si la mocion de rotacion partiera de un eje horizontal, perpendicular á la direccion de la trayectoria, de tal modo que las partículas de la bala en su extremidad superior giraran hácia adelante, y las de la parte baja hácia atrás, la mocion de traslacion de las partículas elevadas aumentaría por este mismo impulso, y la de traslacion de las de abajo disminuiría por su rotacion atrás. Como la resistencia del aire es proporcional al cuadrado de la velocidad, natural es que la primera mitad (de arriba) encuentre mayor resistencia y que la bala, inclinándose á tierra, se desvíe hácia al lado ménos resistente. Por la misma razon, si la mocion de rotacion parte de una direccion opuesta, la desviacion se efectuará inclinándose hácia arriba.

Las balas esféricas disparadas con armas rayadas se hayan siempre sujetas á la derivacion, porque su eje de rotacion no siempre, como se supone, coincide con la tangente en la trayectoria: este eje, en el brazo ascendente de la curva, se halla arriba; y en el brazo descendente, abajo de la tangente. Cuando el eje de rotacion se encuentra arriba de la tangente, las partículas del frente de la bala, á la derecha del plano de fuego, girando de derecha á izquierda, auxilian la mocion de traslacion y por consecuencia aumentan la resistencia del aire; miéntras los puntos correspondientes á la izquierda del mismo plano disminuyen la traslacion, causando ménos resistencia, por lo que, la bala *deriva* á la izquierda en el brazo ascendente; y en el descendente, en donde el eje de rotacion se halla bajo la tangente, se efectúa á la inversa. *derivando* á la derecha. Resulta, pues, que en el brazo ascendente la bala *deriva* á la izquierda y en el

descendente á la *derecha*; pero en el primero, á cierta distancia de la boca del arma, casi coinciden el eje de rotacion y la tangente, pues que el eje se halla entónces sobre la curva, alcanzando el punto culminante en donde se repite la coincidencia, y despues cae bajo la tangente y continúa descendiendo mas y mas durante el giro que opera el proyectil. En el brazo ascendente la tangente y el eje coinciden parcialmente; y como la bala atraviesa la mitad de la trayectoria en ménos tiempo, la *derivacion* á la izquierda es tambien menor que la de la derecha (que ocurre en el brazo descendente), de modo que la derivacion que prevalece es á la derecha, cuando la bala ó sus canales se inclinan de izquierda á derecha. En el brazo descendente el movimiento de traslacion disminuye rápidamente, miéntras que el de rotacion casi no varía, resultando que la velocidad en este brazo, ayudada por la mocion de rotacion, es muy aparente en sus efectos.

En los proyectiles prolongados la derivacion ocurre de la misma manera y por las mismas causas, siendo mayor en el brazo descendente debido al aumento del diámetro de la bala y del ángulo de fuego, que disminuyen la velocidad de traslacion, á la vez que aumentan la de rotacion el alcance.

*Bala á culot.*—Se ha visto ya como, en la carabina de espiga, se introduce la bala con la ayuda del atacador: pero pues no todos los soldados emplean igual número de tiempos, ni la misma fuerza, es natural que los grados de la expansion sean distintos, particularmente cuando debido á los fuertes golpes del atacador, esa expansion aumenta desfigurando del todo la forma del proyectil. Esto dió lugar á notables irregularidades, y á que se tratara de sustituir ese medio de expansion por otro que fuera independiente de la voluntad del soldado. Con tal objeto



Minié ideó la bala de cavidad, á fin de obtener el mismo efecto por la accion de la pólvora solamente. La mente de Minié fué construir un proyectil semejante á la bala oblonga, que pudiera adaptarse á su rifle, con ó sin espiga, dándole la forma exterior y las dimensiones de dicha bala; á cuyo efecto dispuso abrir en la parte posterior una cavidad figurando un cono y colocando en ella una pieza de herro para servir como de cuña. La cámara del arma debia ser lisa, la bala se deslizaria fácilmente descansando sobre la pólvora, y la inflamacion impulsaria la cuña en la cavidad, ensanchando el proyectil y ajustándolo á las canales. Tal fué el proyectil que Minié sometió al comité francés de ordenanza, en 1849; pero ántes de hablar de los experimentos describiremos en pocas palabras la accion de este proyectil, y su penetracion en las canales del rayado.

*Bala expansiva de cavidad.*—Tal fué la designada para usarse con un rifle de espiga de 0.7 pulgadas de calibre y 77 gramos de pólvora. El método de la carga es igual al de la arma lisa, esparciendo simplemente la pólvora, introduciendo la bala con la cuña hácia abajo y afirmando en la recámara por dos ó tres golpes de atacante, á fin de adherirla á la carga. Supongámosla en su puesto y veámos lo que sucede al inflamarse el explosivo. Del primer gas que se desprende, una parte se precipita en el espacio entre la bala y los lados del cañon, otra obra entre la superficie del proyectil, y el resto, en mayor cantidad, se concentra en la cuña, que, siendo de una densidad y un volúmen menores que los de la bala, evidentemente se mueve ántes que ella, penetra en la cavidad, la ensancha y la ajusta al rayado del arma. La resistencia á esta expansion proviene de la cohesion del plomo y del gas introducido entre la bala y los lados del cañon. Esta resistencia causa la primera mocion; ella se

imprime en la cuña, se comunica á la bala y la impele hácia la boca, ántes que aquella haya tenido tiempo de introducirse del todo en la cavidad.

Sin embargo, despues de un corto tiempo, apénas el suficiente para dar lugar á que el proyectil llegue á un cuarto del cañon, la cuña ha ensanchado ya el borde posterior de la bala dentro de las rayas, y á medida que penetra en el interior de la cavidad, los otros bordes se ensanchan tambien sucesivamente, de modo que el aire, comprimido en la parte mas profunda de ella protege á su vez la expansion, y cuando la cuña llega al término ó fondo de la cavidad, toda la parte cilíndrica se ha amplificado ya lo bastante para llenar del todo las canales del arma. La presion del gas se ejerce, pues, contra el interior del proyectil, impide la compresion ó contraccion del plomo que pudiera producirse por la friccion sobre la superficie de la bala y por la presion del gas, entre ella y los lados del cañon, manteniendo, y aun aumentanco la expansion, á medida que se consume el cartucho de papel. El proyectil llega á la boca del arma con un ensanche tan perfecto dentro las canales, como si acabara de recibir en su interior un impulso simultáneo. Resulta de esto: 1°. Que las canales, *aumentando progresivamente* en profundidad, son *inútiles* y aun *perjudiciales*; porque ellas causan una friccion considerable en la bala tendiendo á destrozarse ó dividir su parte cilíndrica. 2°. El gas que penetra entre la bala y los lados del taladro moderan la expansion del gas, siendo por tal motivo ménos rápido y violento, á la vez que el aire es mas activo. 3°. Que con un cañon corto el aire debe disminuir, para que la bala pueda ensancharse del todo, ántes de salir de la boca del arma. 4°. Con un cañon largo el aire debe aumentar, á fin de que la expansion retarde y la friccion que resulte sea tal, que la bala no sufra deterioro alguno.



*Experimentos con balas de cavidad.*—Las razones que acaban de detallarse, son las que tuvo presentes Minié para dar á su proyectil la forma indicada. El primer experimento demostró que era á lo ménos tan preciso, como la primitiva bala oblonga. Estas pruebas se emprendieron simultáneamente en las cuatro escuelas de tiro de Vincennes, Grenoble, Saint Omer y Tolosa, siendo su objeto comparar la precision y penetracion de esa bala, con la oblonga; cerciorarse cual de ambos proyectiles era en realidad el mas adaptable y la influencia que en el fuego ejerceria la lluvia ó la humedad. En cuanto á precision, la superioridad de la bala expansiva fué muy marcada, y su alcance mucho mayor con una mira ménos elevada. La penetracion casi fué la misma con ambos proyectiles. Así, pues, en los tres puntos principales de *precision, alcance y penetracion* la nueva bala resultó muy superior á la primitiva oblonga, no dejando por consiguiente nada que desear. Finalmente el nuevo proyectil quedó admitido como de ordenanza, disponiéndose que la tropa llevara consigo el arma durante los ejercicios mas rudos de la ginnástica, á fin de cerciorarse si la carga se mantenía firme en la cámara, ó se salía por si sola. El resultado fué favorable, y con la aplicacion de la grasa al cartucho quedó plenamente demostrado que no se necesitaba mas para preservarlo contra la humedad.

*Expansion de la bala sin la ayuda de la cuña.*—Al terminar los anteriores experimentos, Faucompré, capitán de artillería francesa, presentó un modelo de proyectil, cuya propiedad consistía en ensancharse bajo la accion del gas, sin necesidad de la pequeña cuña. Este nuevo experimento comprobó, que, en efecto, podía obtenerse la expansion deseada; pero la precision resultó muy inferior á la de la otra bala, y esto sugirió á Minié su posterior

idea respecto de la supresion de la cuña, en su proyectil, sin sacrificar en lo mas mínimo sus ventajosas condiciones. Sin duda, cuando los gases penetran en todo el lleno de la cavidad, obran poderosamente en la superficie interior, ensanchando casi al instante la parte cilíndrica de la bala. De esto se deduce, que la expansion en la de que se trata es perfecta, que en alcance, precision etc. es idéntica á la de cuña; pero sucedía algunas veces que el gas, al penetrar entre la bala y los lados del arma, chocaba con el de la cavidad, su accion disminuía y de aquí una considerable falta de expansion en el proyectil. Otras veces, introduciéndose el gas en las incisiones que casualmente se abren en el fondo de la cavidad (cuando por ejemplo ha sido hecha á molde), comienza por deteriorarla y concluye por abrir una grieta en la porcion cónica de la bala. Tambien la rápida expansion del plomo y la violencia de la friccion, que es su consecuencia, causan la rotura de la parte cilíndrica, ó de la juntura del cono y el cilindro. Se comprende, pues, que cuando ocurre alguno de estos tres accidentes, la bala pierde sus buenas condiciones y de aquí su inferioridad respecto de las de cuña, que garantizan una expansion perfecta, de tal modo moderada, que el deterioro es imposible, pues impide que el gas penetre en las incisiones provenientes de una moldura imperfecta, y, por consiguiente, la rotura del cono, cuyo accidente, sin embargo, puede evitarse del todo siempre que en la confeccion de la bala se prefiera la presion al molde.

*Accidentes que ocurren en las balas de cavidad.*—Estos proyectiles se hallan siempre expuestos á deterioros ó roturas, cuando la accion del gas es demasiado violenta, ó por defectos de construccion, como ocurre á menudo con los confeccionados á molde. Las roturas de las balas huecas se designan bajo las siguientes denomina-



ciones, á saber: 1º. *lunetas*, en cuyo caso la parte cilíndrica de la bala se queda dentro del cañon, y la cónica se divide por la accion del gas, lanzándose fuera del arma, sin alcance ni precision. Por supuesto, cuando ocurren accidentes de este género el arma se inutiliza temporalmente, y hay necesidad de destornillar la coliza para extraer la luneta; algunas veces, forzando una segunda bala contra los restos de la otra, se consigue disparar el todo reunido, pero es mejor no hacerlo.—2º. *Anillo*, que se compone de una parte circular de la porcion hueca de la bala, comprendiendo una ó varias de sus canales. Estos accidentes provienen enteramente de los defectos de construccion.—3º. *Minador*.—En este caso el gas penetra por las incisiones, ó aberturas de la bala, y la divide sin separar la parte del frente, arrojándola con una fuerza mínima y una ausencia completa de precision. Resultado general de todos estos experimentos: que la bala de cuña se declarara superior, bajo todos respectos, á la primitiva oblonga; y que, por consiguiente, se dispusiera conservar ese sistema de proyectil, á fin de regular la expansion y aumentar la precision. Se resolvió, por último, que el temor de que llegasen á faltar sus accesorios, en servicio activo, no debia ser un inconveniente para la adopcion de la bala como reglamentaria. En seguida se construyeron municiones en cantidad suficiente para cuatro regimientos, pero se modificó ligeramente el proyectil reduciendo su diámetro, dando á la superficie de la cavidad una forma esférica y disminuyendo, en fin, sus proporciones y las de la cuña. La reduccion del diámetro de la bala en su último cordon ó ceja, tal como lo habia propuesto Minié, para facilitar su entrada en el cañon, se consideró inútil. Con el uso en servicio activo se advirtió, que la fuerza del aire comprimido al frente desprendia la cuña lanzándola fuera de

la cavidad de la bala; esto sucedía siempre que ese mismo aire dejaba de equilibrarse con los gases de la pólvora hácia atrás, ocasionándose con la expulsion de la cuña accidentes en extremo perjudiciales á la precision, lo cual se remedió aumentando la extension de la cuña y disminuyendo su espesor á los lados, á fin de que pudiera ceder á la presion del gas, permitiendo á este un libre escape. Con estos ligeros cambios se obtuvo la solidez de la cuña, y un aumento de precision.

En 1853 y 1854, despues de las modificaciones mencionadas, se hizo un nuevo reparto de municiones de esta clase á otros tres regimientos á fin de emprender experimentos ulteriores y comparativos con el fusil liso, la bala oblonga, la carabina de espiga y la bala esférica; el resultado comprobó la superioridad de la arma sin espiga cargada con bala de cuña, sobre la de espiga y la bala oblonga; y que ámbas á su vez, superaran al fusil liso y la bala esférica. A pesar de la indudable excelencia de la bala en cuestion, se reconocieron oficialmente los defectos siguientes: 1º La cuña.—2º La facilidad con que la bala sin la cuña podia desmejorarse en el transporte, tratándose de grandes cantidades. 3º La necesidad de emplearse con tal sistema una mira muy elevada. El deseo de vencer estos inconvenientes originó la invencion de dos nuevas balas; *la de Nesler*, nombre del teniente autor, y la de *la guardia*, cada una de ellas adoptada temporalmente en el ejército francés.

*Experimentos con balas huecas*.—*La bala de Nesler*.—Mientras las escuelas de tiro se preocupaban de dia en dia con los experimentos de la bala hueca de cuña, varios inventores se aprovechaban de los descubrimientos hechos hasta entónces, á fin de encontrar una forma adaptable al movimiento de rotacion en la direccion del de traslacion, sin la ayuda de las canales, tratando de



economizar el crecido costo de las armas rayadas, tanto las de espiga, como las posteriores del proyectil de cuña. El primer experimento del sistema de Nesler obtuvo un éxito parcial. Esta bala, cuyo peso es de 463 granos y se carga con 92 gramos de pólvora, efectúa su disparo bajo la acción de los gases de la pólvora de la manera siguiente: el primer gas desarroyado penetra en la cavidad, causa la expansión de la parte posterior del proyectil y lo fuerza sobre los lados del cañon, suprimiendo el aire, evitando los rebotes interiores y nulificando, en fin la acción de rotación dentro del cañon. Sin embargo, como la extremidad superior de la bala no participa del ensanche, podría suceder que rebotase perjudicando la precisión, sino lo impidiera la proyección cónica del centro de la cavidad. Esta proyección presenta una gran superficie en la cual el gas obra simétricamente en todas direcciones, cuando la bala se halla en su posición normal. La presión proporcional del gas conserva la firmeza de la bala, impidiendo que rebote y semejando su acción á la de la mano cuando esta apoya la caña de un paraguas abierto, moviéndolo horizontalmente, y gobernando su dirección por el impulso que la mano comunica á la caña. Así, siguiendo el eje del cañon, la bala se despidе sin la acción de rotación. Es fácil advertir, que, durando su pasaje en el vacío, puede producir este movimiento en la dirección del eje de traslación, porque si la resistencia del aire sobre un punto dado tiende á engendrar la rotación, la parte superior cilíndrica presenta entonces á la resistencia del aire una superficie considerable, en la cual obra con mas intensidad. El esfuerzo en esa parte obliga á la bala á girar en su centro de gravedad, conteniendo la acción de rotación que se produce en la dirección que lleva, la cual se anula ó se transforma en rotación, hácia el movimiento de tras-

lación, único que no experimenta por parte del aire el efecto que se ha descrito anteriormente. Sin embargo, como esta bala es mas gruesa que larga, su condición casi es igual á la de la bala esférica, después de su expansión, segun el sistema Delvigne. Tal circunstancia influye en la conservación de su movimiento de rotación en la dirección de traslación, porque todos los cuerpos movientes tienden á girar en el eje mas corto. Por consiguiente, la condición de la bala es análoga á la del fusil rayado y lo mismo que ella es superior en precisión á la esférica; pero la pequeñez de su volumen y la depresión de su superficie anterior le impide obtener un largo alcance, mientras que á 550 yardas tanto la penetración, como la precisión son considerables, y la trayectoria es mucho ménos pronunciada que la de la bala hueca. La precisión de la bala Nesler, á 270 yardas, supera en un tanto la de la esférica; á 440 obtiene la misma que esta á 270, y á 550 la mitad. Comprobada la superioridad de su alcance y de su precisión sobre la esférica, se dispuso su adopción, distribuyéndose á una parte de las tropas destacadas en la guerra de Crimea, sin renunciar del todo á la hueca de cuña, con la cual se combinaron los experimentos comparativos, de que resultó la invención de otra bala llamada de *la guardia*, que fué el tipo y punto de partida para ulteriores descubrimientos.

*Bala de la guardia.*—Se ha visto ya, al hablar de la bala hueca, que podía dispararse sin la cuña, con una diferencia insignificante en su precisión, debido al deterioro ocasionado por la fricción y la acción del gas. Esto dió lugar á experimentos con una bala que no se hallara expuesta á hendirse, ó dividirse etc., de cuyos accidentes se ha hablado ántes, y que al mismo tiempo fuera mas ligera que la hueca, con una trayectoria ménos pronunciada y mas ó ménos con su misma precisión. Mi-



nié presentó á exámen un proyectil, que en su concepto llenaba estas condiciones.

*Forma y tamaño de la bala de la guardia.*—Su tamaño total es de 0,4055 de pulgada; calibre, 0,5593; su parte cilíndrica, 0,4331 de largo; la cónica, 0,4724 y su extremidad superior plana, 0,3150 de ancho. A fin de vencer la tendencia á romperse en la reunion del cono y el cilindro, se dió al plomo mayor espesor en esa parte, reduciendo á una las canales cilíndricas. A la cavidad se le dió así mismo una forma cilindro-esférica, ampliando la abertura á fin de producir una expansion fácil y progresiva. Peso de la bala 555 granos, carga 62 granos. Esta bala tomó la denominacion de la guardia imperial, por haberse designado á ella su uso especial, y se experimentó comparativamente con la hueca de cuña; el resultado mostró una inferioridad pequeña en precision, y la ventaja, en cambio, de ser mucho ménos expuesta á deterioros, ú otros accidentes de este género. Su trayectoria, hasta 660 yardas, es notablemente mas tendida, requiriendo por consecuencia una mira de elevacion mas corta.

*Experimentos para establecer la forma y figura de la bala destinada al uso de la infantería de línea.*—Los hechos que quedan mencionados, referentes á las balas Nesler y de la *Guardia*, diéron otra direccion y un nuevo impulso á los descubrimientos relativos á la determinacion definitiva de una bala destinada á reemplazar en el ejército francés la esférica y la oblonga. En setiembre de 1856, el ministro de la guerra fijó las condiciones precisas del proyectil: en primer lugar debia ser de una pieza, sin cuña ni ningun otro accesorio, y aplicable á todas las armas en servicio actual; con un peso que no excediera de 556 gr.; en alcance y precision semejante á la bala oblonga, y, en lo posible, igual

en penetracion; la carga fácil y sencilla, y, finalmente, de una sòlidez de construccion capaz de evitar los deterioros y el emplomamiento en el interior del arma. La solucion de este problema se encargó á una comision especial, que se fraccionó en dos partes, una con la mision de investigar la forma exterior mas conveniente al proyectil y la otra lo relativo á la cavidad.

*Forma exterior.*—Despues de un crecido número de pruebas, sin limitarse exclusivamente á la condicion del peso prescrita por el ministerio de la guerra, que al principio pareció imposible de satisfacer, sin perjudicar el alcance y la precision, el comité dirigió sus tareas particularmente al estudio de las tres balas, por el órden progresivo de sus dimensiones: cada una de ellas pesaba, mas ó ménos, 617 granos, con una cavidad esfero-tron-cónica, semejante á la bala de la guardia. Comparadas entre sí y luego con la oblonga, resultaron inferiores á esta en precision, pero con referencia á ellas mismas no ocurrió novedad, ó diferencia digna de considerarse. La primera, sin embargo, obtuvo al fin una ligera superioridad. De estas experiencias resultó igualmente que se podia obtener una regular ventaja de las *balas huecas sin canales*, porque á consecuencia de la cavidad abierta en la parte posterior, el centro de gravedad es impelido hácia adelante, cerca de la base del cono. Ocorre, pues, que si el punto de la bala se desvía, ó voltea hácia arriba, la parte baja, la cónica y la cilíndrica experimentan una resistencia de aire mucho mayor que la que se deja sentir en la extremidad superior, cuyas resistencias unidas ejercen en la inferior de la bala un esfuerzo que la hace girar hácia su centro de gravedad, por cuyo motivo, retrocede sobre la trayectoria, y esta accion tiene que ser tanto mas considerable cuanto mas profunda sea la cavidad, de lo que resulta que ella es suficiente