



# SABER, arte y técnica

Minerva. Saber, arte y técnica

**AÑO 9 • VOL. 1 • JUNIO 2025**

**Dossier Ciencias Forenses Aplicadas**

ISSN en línea 2545-6245

ISSN impreso 2591-3840

# Distancias de seguridad para el uso de cartuchos AT y estruendo en escopetas policiales en función anti-tumulto<sup>1</sup>

**MARCELO MIGUEL ANCA\***

Instituto Universitario de la Policía Federal Argentina (IUPFA), Argentina  
[marcelo\\_anca@hotmail.com](mailto:marcelo_anca@hotmail.com)

**ALEJANDRO EDUARDO MILLAR\*\***

Instituto Universitario de la Policía Federal Argentina (IUPFA), Argentina  
[f22com@gmail.com](mailto:f22com@gmail.com)

RECIBIDO: 25 de marzo de 2025

ACEPTADO: 6 de mayo de 2025

## Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo confirmar si mantener la distancia de seguridad enunciada por los fabricantes de la munición de baja letalidad, utilizada por las fuerzas de seguridad como elemento disuasivo en el control de disturbios, evitaría que se generen lesiones graves en quienes reciban el impacto de sus proyectiles. Se utilizó munición de Estruendo y Anti-Tumulto (AT). Se efectuaron mediciones de dispersión, penetración y, en el caso de los cartuchos AT, velocidad de las postas para poder calcular su energía cinética. Los disparos con cartuchos de Estruendo se efectuaron sobre retazos de tela de algodón montados sobre cartones de 1 mm de espesor y los de AT, para

---

<sup>1</sup> Basado en la investigación PFA: "Distancia de seguridad para el uso de escopetas policiales en función anti-tumulto". Número de Identificación: 2148. Integrantes: Marcelo Miguel Anca, Alejandro Eduardo Millar, Gustavo Verazza, Jorge Armando Acosta, colaborador externo: Fernando Daniel Molina. Tutor: Daniel Arzadun. Este artículo es un trabajo original que amplía y desarrolla la ponencia presentada en el Congreso Internacional Policía Científica y Criminalística - 50 Años de Formación en Ciencias Forenses.

medir la penetración de las postas, sobre bloques de gelatina balística, sin otro material interpuesto y con una capa de tela similar a la utilizada con la munición de Estruendo.

**Palabras clave:** distancia de seguridad; munición de baja letalidad; control de disturbios; lesiones graves.

## Safety Distances for the Use of AT and Flash Cartridges in Police Shotguns for Riot Control Purposes

### Abstract

The purpose of this study was to confirm whether maintaining the safety distance stated by the manufacturers of less-lethal ammunition, used by law enforcement agencies as a deterrent in riot control, will prevent serious injuries in those people who receive the impact of these projectiles. Blank and Anti-riot ammunition were used. Dispersion, penetration and, in the case of AT ammunition, the speed of the buckshots was measured to calculate their kinetic energy. The shots with noise-generating cartridges were fired against pieces of cotton fabric mounted on 1 mm thick cardboard. To assess the penetration of the SBR buckshots, AT ammunition were fired against bare ballistic gel blocks first, and then, against cotton fabric covered ballistic gel blocks.

**Keywords:** safety distance; less lethal ammunition; riot control; serious injuries

### Introducción

Este trabajo de investigación y análisis tuvo por objeto comprobar si la distancia de seguridad para el empleo de munición de baja letalidad de calibre 12/70 estipulada por el fabricante cumple con ser el alejamiento mínimo a partir del cual no se deberían producir lesiones graves como consecuencia del disparo. De este modo, se buscó verificar si dicha distancia cumple con las características de su diseño en ambos tipos utilizados por la Policía Federal Argentina. Cabe destacar que se mantuvo la visión sistémica del conjunto arma-munición, ya que se trata de una unidad indivisible con características únicas producto de la interrelación de sus componentes.

### Antecedentes

Motivó el presente trabajo de investigación la falta de un estudio puntual sobre el problema planteado, sumado a la necesidad institucional de contar con una investigación técnica sobre el particular. Cotejadas las fuentes digitales e impresas disponibles, no fue posible encontrar antecedentes publicados sobre el tema planteado, ni en nuestro país ni en el extranjero. Si bien existen trabajos

científicos y técnicos que tratan parcial y tangencialmente temas relacionados con nuestro objeto de análisis, la mayoría de ellos profundiza en determinar el incremento de la peligrosidad de esta munición cuando es empleada a corta distancia, aun causando la muerte de las víctimas (Misliwetz y Lindermann, 1991 y Hiss, Hellman y Kahana, 1997), pero no mencionan una distancia a la cual no deberían producir lesiones graves.

Con relación a esto último, es interesante mencionar el artículo “Death, injury and disability from kinetic impact projectiles in crowd control settings: a systematic review” (Muerte, lesión y discapacidad por proyectiles de impacto cinético en entornos de control de multitudes: una revisión sistemática) publicado por Haar, Iacopino, Ranadive, Dandu y Weiser en la revista médica británica *BMJ Open* (2017). Allí los autores hacen hincapié en la falta de información y bibliografía específica sobre las consecuencias del uso de dispositivos de baja letalidad que utilizan la energía cinética de proyectiles para lograr una incapacitación momentánea, remarcando la necesidad de contar con datos específicos sobre las características de cada cartucho y sus especificaciones de uso seguro y adecuado.

En 2011, la Universidad Estatal de Wayne (Detroit, Michigan, EE.UU.) publicó un trabajo, editado por el Departamento de Justicia de los Estados Unidos, titulado “Test Methodologies for the Assessment of Less-Lethal Kinetic Energy Rounds” (Metodologías de prueba para la evaluación de cartuchos de energía cinética de baja letalidad). Esta publicación resulta de gran interés, ya que se trata de un estudio de evaluación de los efectos de cartuchos de baja letalidad, del tipo conocido como *bean bag*, para control de disturbios. La estructura organizativa propuesta es, a nuestro criterio, muy adecuada y lógica, por lo cual se decidió tomarlo como modelo informativo adaptándolo a nuestro objeto de estudio específico.

Por último, tanto Vincent Di Maio (1999), en el capítulo 8° de su libro *Gunshot Wounds* (ISBN 978-0849381638), como Alfredo Achával (1979), en el capítulo IX su *Manual de Medicina Legal - Práctica Forense*, mencionan las características especiales de las heridas producidas por disparos de escopeta, tratándolas en forma genérica, para perdigones o postas convencionales.

En nuestro medio, la referencia documental es prácticamente nula. Dentro de la institución policial existe una importante tradición transmitida oralmente en los centros de formación y unidades de intervención destinadas al control de disturbios. Sin embargo, esta transmisión carece de respaldo técnico que la avale, y sin que los datos citados especifiquen a qué tipo de cartucho se hace mención. Este es un punto a tener presente, dado que la munición de baja letalidad provista no ha sido homogénea a través del tiempo, dado que varían tanto los fabricantes como sus características.

Cabe aclarar que, cuando se disparan los cartuchos AT o de Estruendo en escopetas semiautomáticas, el nivel de presión alcanzado por los gases generados en la deflagración de la carga de pólvora no es suficiente para accionar el mecanismo. Por ello deben utilizarse exclusivamente en escopetas tiro a tiro o de repetición.

## Marco Contextual. Munición de baja letalidad

Se considera munición de baja letalidad a toda aquella diseñada y concebida para que, al ser utilizada en condiciones controladas, normales y seguras, no cause lesiones graves o la muerte a quienes reciban los impactos de sus proyectiles. Su propósito es la disuasión y, eventualmente, el empleo de la fuerza mínima necesaria para hacer cesar un delito.

Frecuentemente se utiliza la clasificación de “no letal” para describir este tipo de municiones. Esto es un error, ya que si no se utilizan conforme a los parámetros de seguridad adecuados, poseen una capacidad potencial relevante de producir lesiones graves o comprometer la vida de las personas.

No se puede dejar de mencionar que, en los aspectos legales y reglamentarios, las fuerzas de seguridad deben tener en cuenta los principios sobre el uso proporcional y racional de la fuerza en concordancia con los tratados internacionales vigentes referidos a los Derechos Humanos. Estos tratados tienen jerarquía constitucional conforme al artículo 75, inciso 22 de la Constitución Nacional de la República Argentina.

## Aspectos Técnicos

### Escopetas utilizadas

**Remington 870 “Police Tactical”** (Figura N° 1): escopeta de repetición por accionamiento de chimaza, calibre 12 UAB con una recámara de 70 mm de longitud. Su cargador tubular le permite almacenar seis cartuchos calibre 12 (18,4 mm). Posee un cañón de ánima lisa de 458 mm de longitud, y el choke es del tipo “cilíndrico” (el agolletamiento del ánima en la boca del cañón es nulo). La longitud total del arma es de 980 mm y su peso, estando descargada, de 3170 gramos.



*Figura N° 1. Escopeta Remington 870 Police Tactical.  
Fuente: <https://www.remarms.com/shotguns/tactical/>*

**Ithaca M-37** (Figura N° 2): al igual que el arma anterior, es de repetición por accionamiento de chimaza, del mismo calibre (12/70) que la anterior, con un almacén cargador tubular con capacidad para 7 cartuchos y un cañón de 515 mm. Posee un estrangulamiento interno de  $\frac{1}{4}$  de choke (el diámetro del ánima se reduce de 18,5 a 18,3 mm).



*Figura N° 2. Escopeta Ithaca M-37. Fuente: <https://stevebarnettfineguns.com/archive-6/ithaca-model-37-military-amp-police-riot-gun-12-gauge>*

## Munición de baja letalidad utilizada en la experiencia

**Munición Estruendo, calibre 12/70:** Manufacturada por Fabricaciones Militares, embalados en caja cerrada de 25 unidades, con marcas del fabricante y rótulo “Cal. 12/70 ESTRUENDO”. Cada cartucho está compuesto por una vaina semimetálica, con cuerpo de material plástico, color celeste, marcado “ESTRUENDO”, y culote de latón de 16 mm de altura. Posee una cápsula iniciadora inoxidable tipo W209 y su carga propelente es pólvora sin humo de base doble. Su carga proyectable consiste en un lastre compuesto por esferas de material sintético de 1 mm de diámetro (el peso unitario de cada una de esas esferas es despreciable), totalizando 6,09 gramos. El peso del cartucho completo es de 16,02 gramos, con un cierre rebordeado sujetando una tapa de cartón. En el embalaje constan la fecha de fabricación y el número de lote (Lote 01 / noviembre 2014), pero no se especifica fecha de vencimiento del material. El fabricante manifiesta que el límite de seguridad es de siete metros y expresa que, “a menos de 7 metros, en determinadas condiciones, puede llegar a causar lesiones graves e irreversibles” (FM-Min Seg, 2015). Se aprecia una vista general de la unidad de carga en las Figuras N° 3, 4 y 5



*Figuras N° 3, 4 y 5. Munición Estruendo, calibre 12/70.*

La Figura N° 6 exhibe un corte del cartucho que permite observar la distribución interna de sus componentes, mientras que la N° 7 muestra la dimensión de cada esfera del lastre.



*Figuras N° 6 y 7. Corte transversal y dimensiones de una esfera del lastre.*

**Munición “Anti-Tumulto”, calibre 12/70:** manufactura de Fabricaciones Militares, embalados en caja cerrada de 25 unidades con marcas del fabricante, con el rótulo “Cal. 12/70 FLB Anti-Tumulto”. El cartucho posee una vaina semimetálica, con cuerpo de material plástico color verde, marcado “ANTI TUMULTO” en tinta color negro, y un culote de latón de 16 mm de altura. Posee una cápsula iniciadora inoxidante tipo W209 y una carga propelente de pólvora sin humo de base simple. La carga proyectable consiste en 24 postas esféricas de butadieno-estireno de 7,8 mm de diámetro cada una, totalizando un peso de 7,78 gramos (0,324 gramos aproximadamente cada posta). El peso del cartucho completo es de 17,33 gramos. En el embalaje también constan la fecha de fabricación y el número de lote (Lote 01 / noviembre 2014). En este caso también se destaca que el fabricante no especifica fecha de vencimiento del material. El cierre de la vaina es rebordeado, sujetando una tapa de material plástico. En las Figuras N° 8, 9 y 10 se aprecia una vista lateral del cartucho completo



*Figuras N° 8, 9 y 10. Munición “Anti-Tumulto”, calibre 12/70.*

En la Figura N° 11, se ve el cartucho seccionado donde se observa: la carga de pólvora sin humo (láminas color verde claro), el taco separador de material plástico, las 24 postas de SBR y la tapa de plástico. Detalle de una posta en la imagen N°12.



*Figuras N° 11 y 12. Corte transversal y dimensiones de una esfera del lastre.*

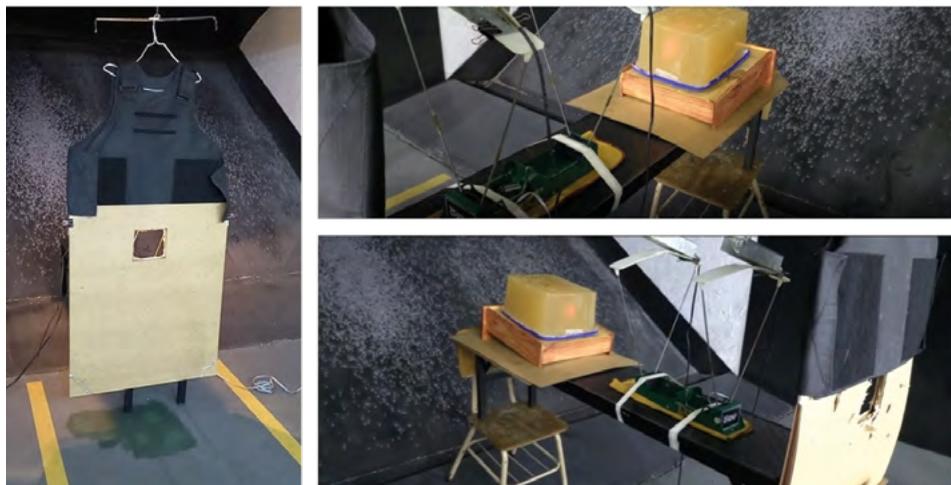
### Metodología operativa

A fin de asegurar la homogeneidad de los disparos y mantener el punto de impacto durante las pruebas, se utilizó un soporte construido al efecto, el cual se fijó convenientemente a la pedana de tiro utilizada (Figuras N° 13 y 14).



*Figuras N° 13 y 14. Vista del soporte construido para las pruebas.*

El cronógrafo y el bloque de gel balístico utilizados para las pruebas de impacto con la munición AT se colocaron en una superficie horizontal nivelada, de tal forma que el blanco se ubicó a 10,35 metros de distancia de la boca de fuego. A fin de preservar la integridad estructural del aparato de medición se construyó una protección compuesta por ocho cartones de 1 mm de espesor unidos entre sí, en los cuales se practicó una abertura que permitiera el paso de las postas de goma disparadas. Como protección adicional, se colocó un chaleco de protección balística con Nivel 2 de Resistencia Balística (RB2) en su parte superior. Esto se muestra en la imagen compuesta de la Figura N° 15.



*Figura N° 15. Cronógrafo, bloque de gel balístico, chaleco de protección balística RB2.*

Para obtener un parámetro de la penetración de las postas en tejido vivo correspondientes a la cartuchería Anti-Tumulto, se preparó gel balístico de características similares al utilizado en el Protocolo de Pruebas de munición del FBI (Hornady, 2025). En la preparación final se utilizaron 12 litros de agua fría, 12 litros de agua tibia, 2 litros de glicerina líquida pura vegetal marca Breaking Lab (lote M 9178, con vencimiento 7 de febrero de 2023) y 3,5 kilogramos de gelatina pura sin sabor fabricada por DGM Materias Primas (lote 5472, con vencimiento el 8 de abril de 2022).

Se utilizó un cronógrafo portátil marca CHRONY modelo Beta; una balanza digital marca Ohaus modelo PA214, con una precisión de 0,0001 gramos, N° B421629860; y un calibre analógico marca Mitutoyo modelo 530-312-10B, con un rango de 0 a 150 mm y una precisión de 0,02 mm. Para tomar las distancias de disparo, una cinta métrica tipo agrimensor de 50 metros.

## Operaciones realizadas

Atendiendo a la distancia mínima recomendada por el fabricante, los disparos se realizaron con 10 metros de separación entre la boca de fuego y el punto de medición. Con referencia a la seguridad general, se cumplió con las normas establecidas en el RGPFA 8 para la práctica en polígonos.

## Resultados

### Prueba de dispersión

Como primera experiencia de toma de datos, se estableció la dispersión de los proyectiles generada por cada una de las armas utilizadas con cartuchos AT de dotación policial (Lote 01 / noviembre 2014), a la distancia establecida como de uso seguro por el fabricante. Como referencia visual, se tomó el blanco olímpico de pistola de 54 cm, que podemos considerarlo como equivalente a la medida promedio entre el manubrio del esternón y la cintura en la generalidad de las personas. A fin de una mejor comprensión de los parámetros observados, se superpusieron los impactos en un blanco del tipo FBI, en el cual se guardó la proporción necesaria para respetar la equivalencia de medidas anatómicas mencionadas con anterioridad.

### Escopeta Ithaca M37

La dispersión alcanzó un diámetro máximo de 59 cm, y los impactos estaban distribuidos de manera homogénea, con leve distorsión en el eje vertical (Figuras N° 16 y 17).

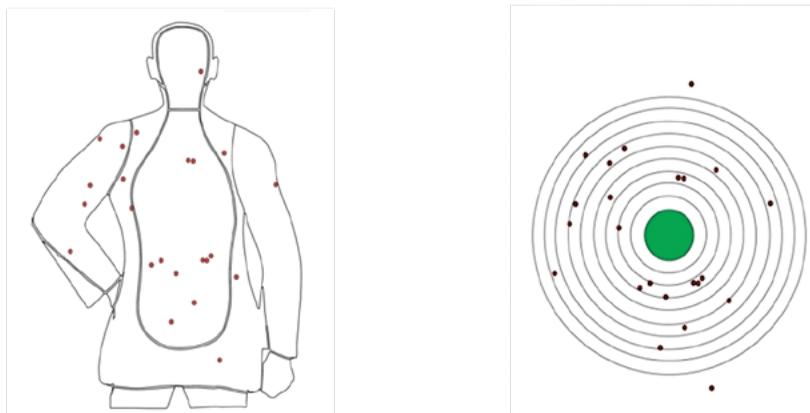
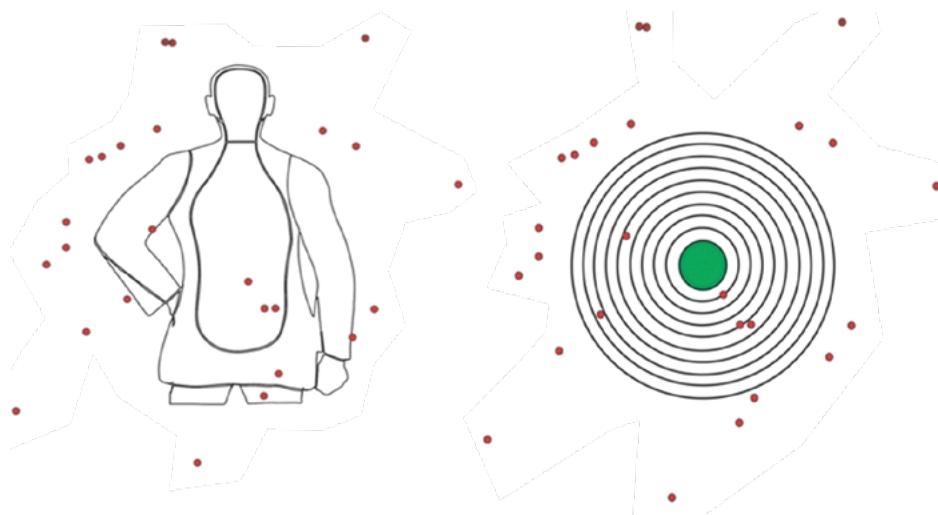


Figura N° 16 y 17. Dispersión de la escopeta Ithaca M37.

## Escopeta Remington M870

La rosa de dispersión alcanzó un diámetro máximo de 114 cm, generando un patrón de distribución con forma levemente anular, donde la mayor parte de los impactos se concentró en la zona exterior (Figuras N° 18 y 19).



*Figura N° 18 y 19. Dispersión de la escopeta Remington M870.*

A partir de los resultados registrados en las pruebas de polígono, se pudo determinar que la escopeta Remington M870 genera una dispersión equivalente de prácticamente el doble que la obtenida con la Ithaca M37 (114 cm contra 59 cm). Esta situación está estrechamente relacionada con un cañón de menor longitud en la escopeta Remington (458 mm contra 515 mm de la Ithaca, incluyendo la recámara), así como también a la diferencia de choke entre ambas armas:  $\frac{1}{4}$  de choke en la Ithaca M37, y cañón cilíndrico en el caso de la Remington 870: a mayor reducción del diámetro del ánima, menor rosa de dispersión (Di Maio, 1999).

## Prueba de seguridad para Cartuchos de Estruendo

Se realizaron disparos con munición de estruendo a distancias de 0,50; 1; 2; 3; 5 y 7 metros sobre blancos de cartón de 1 mm de espesor en los cuales se fijó, mediante cinta de enmascarar, un retazo de tela de algodón de 35 x 40 cm, estirado y tenso, reemplazándolo por uno nuevo luego de cada disparo y alejándolo a la distancia predeterminada para cada prueba.

Una vez realizado cada disparo, se procedió a retirar la tela del cartón, colocándola en uno nuevo para su mejor inspección. Se realizaron mediciones y análisis macroscópicos de los efectos producidos por el lastre sobre la fibra textil, procediendo luego a la inspección microscópica de la urdimbre y la trama mediante el uso de un microscopio digital genérico. Todas estas operaciones fueron documentadas fotográficamente.

**Disparo a 0,50 metros:** los elementos sólidos proyectados se mantuvieron muy próximos entre sí, generando el efecto de un único proyectil (Imagen n° 20). Los gases que los impulsaban, a elevada presión y temperatura produjeron un importante daño en el material textil, donde se pudo verificar un orificio de contorno circular y bordes irregulares de 10 x 14 cm. A simple vista es posible identificar una abundante presencia de granos de pólvora incrustados en la tela (Figuras N° 21 y 22, magnificación x10). Asimismo, se verificó la inexistencia de las esferas de material sintético que constituyen el lastre del cartucho, por lo cual se infiere que las mismas impactaron en el blanco como si se tratara de un único cuerpo (Figuras N° 23 y 24, magnificación x15).



*Figuras N° 20, 21, 22, 23 y 24. Detalles de los impactos a 0,50 m en una tela de algodón de 35 x 40 cm.*

**Disparo a 1 metro:** el orificio resultante de 9 x 18 cm tiende a deformarse en su eje vertical, en tanto que la zona de tatuaje es más extensa (Figura N° 25).

En el examen microscópico se observa la presencia de granos de pólvora sin combustionar junto con restos deflagrativos (Figura N° 26, magnificación x20), sumándose algunas esferas de material sintético del lastre.



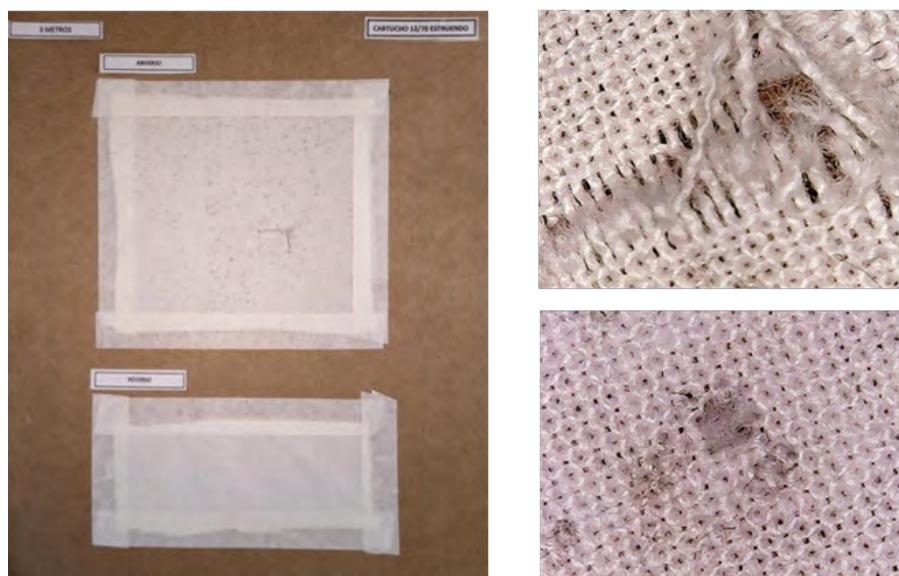
*Figuras N° 25 y 26. Detalles de los impactos a 1 m en una tela de algodón de 35 x 40 cm.*

**Disparo a 2 metros:** los resultados variaron considerablemente respecto a los anteriores. Los impactos de los elementos proyectados se encuentran distribuidos en forma uniforme en toda la pieza textil, y no se observó una destrucción masiva de las fibras como en distancias menores (Figura N° 27). El examen macroscópico reveló escasa existencia de restos deflagrativos o granos de pólvora sin combustionar. Todo el daño registrado corresponde a elementos del lastre, que a esa distancia se dispersaron en forma considerable, habiendo perdido buena parte de la energía cinética dada su masa extremadamente pobre. No obstante, esferas de material sintético lograron atravesar la tela en muchos puntos, abriendo la trama, aunque no siempre cortaron las fibras de la urdimbre. (Figura N° 28, magnificación x20). Es importante mencionar que el área de dispersión excedió los límites de la pieza textil utilizada y que, en esas zonas externas a la misma, se verificaron incrustaciones de esferas de material sintético en el cartón de soporte (Figura N° 29, magnificación x15).



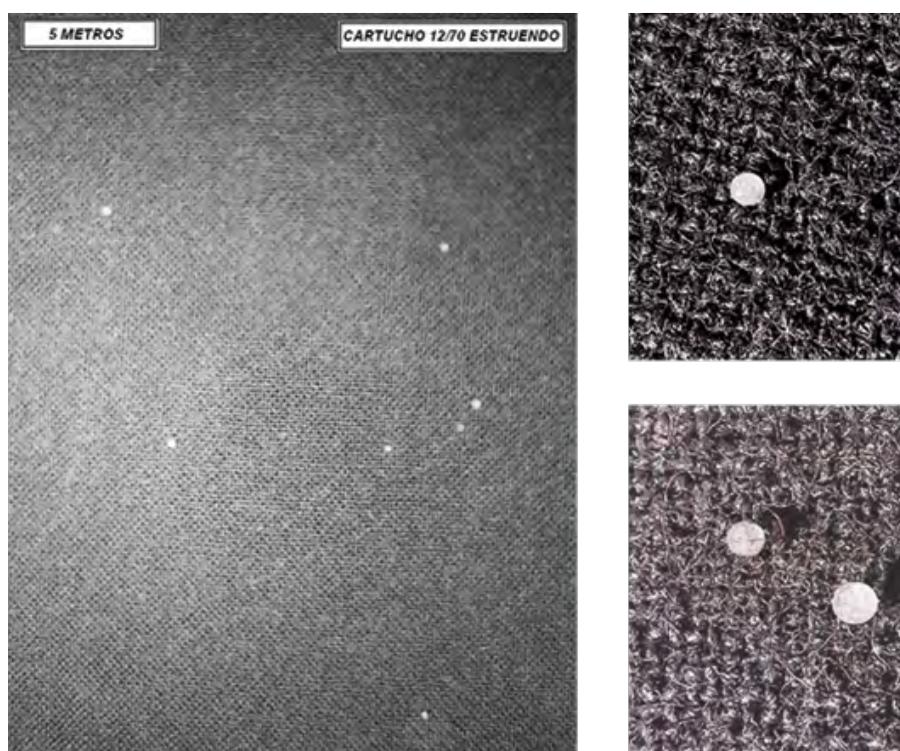
*Figuras N° 27, 28 y 29. Detalles de los impactos a 2 m.*

**Disparo a 3 metros:** como se muestra en la Figura N° 30, no se encontraron incrustaciones en la tela, pero sí numerosas marcas de impacto, mucho más dispersas que en los casos anteriores. La tela fue atravesada en pocos puntos (Figura N° 31 magnificación x10). Su observación macroscópica reveló daños leves en la trama, casi inexistentes en las fibras que conforman la urdimbre. No se encontraron restos deflagrativos ni granos de pólvora sin combustionar. Se observó un desgarrar por arrastre de la tela, atribuible al opérculo de cierre o al taco concentrador (Figura N° 32, magnificación x15).



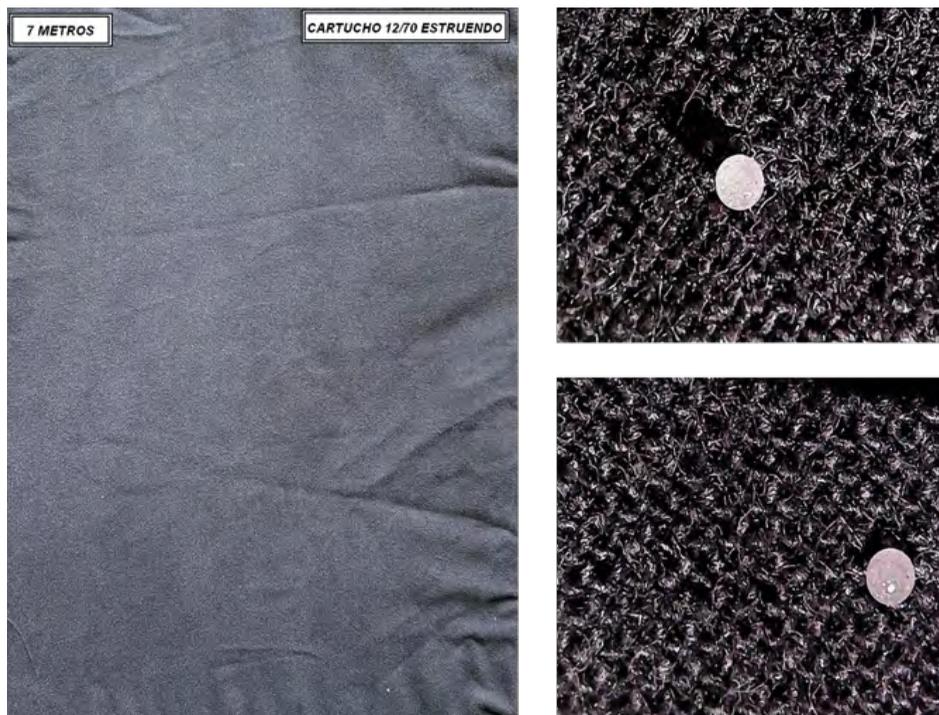
*Figuras N° 30, 31 y 32. Detalles de los impactos a 3 m.*

**Disparo a 5 metros:** se mantuvo el tipo de material textil empleado, pero de color negro para facilitar la observación de elementos proyectables que pudieran incrustarse en ella (Figura N° 33). El análisis macroscópico de la tela confirmó la observación directa, verificándose la escasa presencia de esferas de material sintético, muy dispersas, incrustadas levemente entre las fibras textiles, las cuales deformó, pero que en ninguno de sus puntos las atravesó, no cortando la urdimbre ni la trama. (Figura N° 34 y 35, magnificación x10).



*Figuras N° 33, 34 y 35. Detalles de los impactos 5 m.*

**Disparo a 7 metros:** Efectuado el disparo a la distancia de seguridad enunciada por el fabricante, se observan muy pocas esferas de material sintético (entre cinco y diez) depositadas sobre la tela, sin evidencia de algún otro elemento proyectado. (Figura N° 36). El análisis macroscópico expone que las esferas de material sintético no provocaron daño alguno a la urdimbre ni a la trama de la tela, encontrándose en una situación de contacto simple con su superficie. (Figura N° 37 y 38, magnificación x15).



*Figuras N° 36, 37 y 38. Detalles de los impactos a 7 m.*

### Cartuchos AT - Energía cinética y penetración

Con el objeto de calcular la energía cinética ( $E_c$ ) conservada por cada posta al alcanzar la distancia de seguridad mínima, se efectuaron disparos y se procedió a medir la velocidad de los proyectiles mediante el uso de un cronógrafo balístico. Al realizar esta operación cuando se trata de disparos de proyectiles múltiples, se deben tomar algunos recaudos para proteger el instrumental de posibles impactos, y por ese motivo se empleó la protección descrita anteriormente.

Tras efectuar cinco disparos de la manera mencionada a la distancia especificada, se obtuvieron los siguientes resultados:

Velocidad máxima registrada: 290 m/s, Velocidad mínima: 256 m/s, Velocidad media: 280,75 m/s.

A los fines de este estudio, se tuvo en consideración la velocidad máxima registrada, en el entendimiento de que cualquier otro valor será menos lesivo

y, por lo tanto, será de rendimiento satisfactorio en el marco del uso adecuado del material.

Realizado el cálculo de la energía cinética, para cada posta de SBR se obtuvo un valor de 13,624 Julios. Como dato comparativo, una posta de plomo de medidas equivalentes, con un peso de 2,62 gramos, arroja una  $E_c$  de un valor 808,64% superior: 110,171 Julios.

Sin embargo, la  $E_c$  es solo uno de los elementos que determinan la penetración de los proyectiles. Además de la densidad de la gelatina, y pese a la energía cinética desarrollada debido a la velocidad de los proyectiles al impactarla, hay dos factores más que afectan el nivel de penetración de los mismos: su densidad seccional y su coeficiente balístico.

El primero de ellos, la densidad seccional ( $D_s$ ) es directamente proporcional al peso de la bala e inversamente proporcional al cuadrado de su calibre:  $D_s = p/c^2$ . Implica la capacidad de un proyectil de vencer, gracias a su masa, la resistencia que opone el aire en su trayectoria; a menor  $D_s$ , mayor pérdida de velocidad (Albino, 2004).

El peso promedio de las postas analizadas es de 0,324 gramos y su diámetro promedio, de 0,78 cm; en consecuencia, su  $D_s$  será de 0,582 gr/cm<sup>2</sup>. Comparativamente, una posta de plomo de ese mismo diámetro, también conocida como 1B, pesa 2,62 gramos, por lo que su  $D_s$  será de 4,306 gr/cm<sup>2</sup>, es decir, un 739,86% más elevada que la posta analizada.

El segundo factor es el coeficiente balístico, que será designado con la sigla C. Implica la capacidad de un proyectil de vencer la resistencia del aire por su forma aerodinámica. El C de un proyectil determinado es directamente proporcional a su  $D_s$  e inversamente proporcional a su coeficiente de forma. El coeficiente de forma es designado con la letra i, de modo que  $C = D_s/i$  (Albino, 2004). Para obtener el coeficiente de forma de estas postas se partió del C de una bala esférica de plomo de 14,904 gramos de peso y 1,359 cm de diámetro: 0,075 (The Muzzleloading Forum, 2004). Si  $C = D_s/i$ ,  $i = D_s/C$ . Consecuentemente, el factor de forma (i) de la bala esférica es 107,61347. Aplicando la fórmula correspondiente, el C de la posta de plomo 1B citada con anterioridad es 0,040. Y el de las postas de SBR que estamos analizando, 0,0054. Como se aprecia, tanto la  $D_s$  como el C de las postas utilizadas en la munición AT son un 13,52% de los valores obtenidos para las postas de plomo.

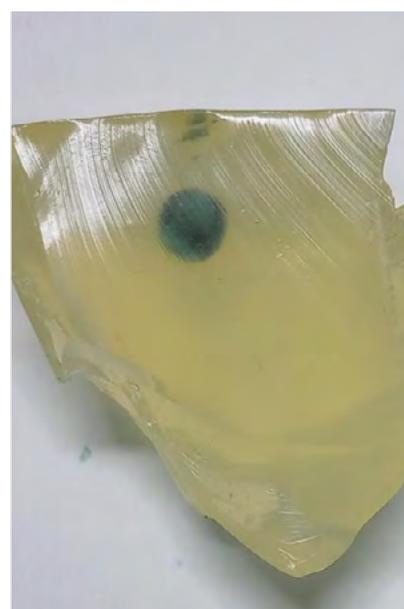
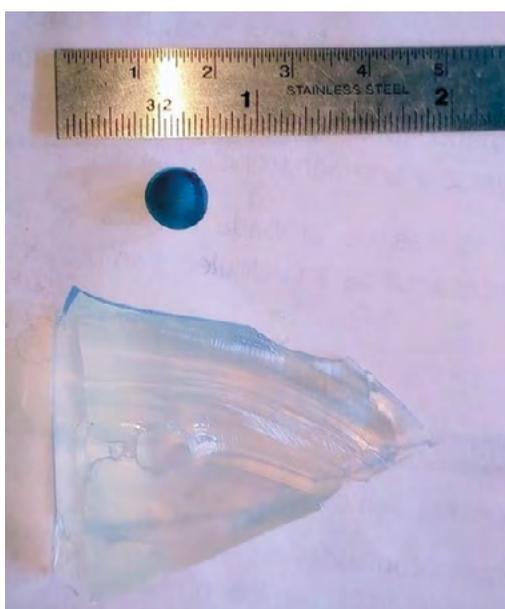
## Pruebas de penetración de postas de goma

**Primer disparo:** Realizado sobre el bloque de gel balístico, sin interposición de elementos en la trayectoria (Figura N° 39). Una vez inspeccionada el área impactada, se procedió a extraer un taco conteniendo la posta que obtuvo la mayor penetración (Figuras N° 40 y 41). Se midió y analizó el resultado del impacto, arrojando los siguientes datos:

- Penetración: 17 mm. El orificio de entrada presenta bordes netos, sin deformaciones concéntricas, levemente evertidos. La trayectoria interna es lineal, sin evidencia de cavidad temporaria. Proyectoil sin deformación ni pérdida de masa.



*Figura N° 39. Bloque de gel balístico utilizado en la prueba.*



*Figuras N° 40 y 41. Taco extraído del bloque de gel con la posta y dimensiones del proyectil.*

**Segundo disparo:** Realizado sobre el bloque de gel balístico recubierto con una funda textil (Figura N° 42). Una vez inspeccionada el área impactada, se procedió a extraer un taco conteniendo la posta que obtuvo la mayor penetración (Figura N° 43). Se midió y analizó el resultado del impacto, arrojando los siguientes datos:

- Penetración: 15 mm. Orificio de entrada con bordes netos, sin deformaciones concéntricas, levemente evertidos. La trayectoria interna es lineal, sin evidencia de cavidad temporaria; se observan restos de fibras textiles en el interior del canal de ingreso. El proyectil no presenta deformaciones o pérdida de masa alguna (Figura N° 44).

Como puede observarse, la posta que tuvo la mayor penetración se mantuvo en valores próximos a la experiencia anterior, aunque en esta oportunidad se pudo observar algunos proyectiles que penetraron la mitad del recorrido previo. En términos generales, aunque la penetración tuvo una mayor variación en general, los resultados no presentaron diferencias sustanciales con los obtenidos contra el bloque de gel balístico sin interposición de elementos.



*Figuras N° 42. Bloque de gel balístico recubierto con una funda textil.*



*Figuras N° 43 y 44. Taco conteniendo la posta que obtuvo la mayor penetración y detalle del proyectil.*

Como dato adicional, se pudo observar que el opérculo de cierre del cartucho alcanzó la distancia de seguridad junto con las postas de SBR, e impactó de forma frontal contra la protección de cartón preparada para resguardar el cronógrafo, incrustándose superficialmente en la misma (Figura N° 45). Pese a lo señalado, es indudable que aun alcanzando esa distancia no mantiene la suficiente  $E_c$  como para producir una lesión de tipo penetrante.



*Figuras N° 45. Impacto del opérculo sobre la protección del cronógrafo.*

La distancia de seguridad anunciada por el fabricante con referencia a los cartuchos de Estruendo, 7 metros, es suficiente y satisfactoria. Las pruebas de campo confirmaron de manera concluyente que ninguno de los componentes del cartucho posee capacidad lesiva al alejamiento especificado desde la boca del cañón. No obstante, pese a que se verificó la validez de esa distancia, se recomienda no realizar disparos con la boca del cañón dirigida hacia persona alguna, manteniendo la boca de fuego en dirección a una zona segura, cualquiera sea la distancia a considerar.

Las propiedades de regularidad, consistencia, elasticidad y masa de las postas de butadieno–estireno que componen la carga proyectable de los cartuchos del tipo AT pueden considerarse dentro de los parámetros de calidad anunciados por el fabricante. No exhibieron ningún tipo de deformación, grietas o fragmentación durante las pruebas realizadas. Las pruebas con cartuchos AT se realizaron con cartuchos que, en ese momento, contaban con siete años de antigüedad. No se registraron anomalías en la carga, en el disparo o en la extracción de las vainas servidas.

Dadas las características de degradación y pérdida de propiedades del estireno-butadieno con el paso del tiempo, es aconsejable exigir al fabricante que informe la fecha de caducidad del producto que ofrece, a fin de deslindar responsabilidades legales devenidas de su utilización fuera de los límites temporales que garantizan el correcto comportamiento del material en condiciones seguras de utilización. Es de vital importancia contar, en el embalaje de la munición, con información técnicamente comprobable sobre la fecha de uso preferente de los cartuchos, estableciendo una fecha de vencimiento fundamentada en las características del material que compone las postas. El caucho sintético (SBR) es un elastómero sintético obtenido mediante la polimerización de una mezcla de estireno y de butadieno, que tiende a degradarse con el tiempo, perdiendo sus características de elasticidad y densidad, como se ha podido comprobar en experiencias personales de los autores. Este proceso de degradación natural provoca cambios relevantes en las características físicas del material, que eventualmente pueden alterar los efectos del impacto contra el tejido vivo, generando un trauma de mayor gravedad que el proyectado en el diseño original de la munición.

Resulta muy importante tener presente la dispersión producida por cada marca y modelo de escopeta cuando se realicen disparos con cartuchos AT, muy especialmente si se trata de objetivos humanos. El diferente “choke” de los cañones altera de manera significativa el área afectada por la “rosa de dispersión”.

Sin ingresar en el terreno de la medicina legal, y teniendo en cuenta la información mínima indispensable para realizar una evaluación de la capacidad lesiva de las postas de SBR de la munición Anti-Tumulto, se puede afirmar, con una razonable probabilidad de confirmación, que la energía cinética que produjo la penetración registrada sobre el gel balístico no es suficiente para traspasar el plano cutáneo, atravesar el tejido subyacente y generar lesiones internas en el cuerpo humano. Esto, siempre y cuando los impactos se produzcan en las zonas del cuerpo humano consideradas como seguras. Estas zonas son: extremidades superiores e inferiores, espalda, glúteos y, en forma marginal, abdomen. Quedan excluidas la cabeza, cuello y la zona torácica.

Hechas las salvedades mencionadas en el punto precedente, en el caso de impactos directos a la distancia mínima de seguridad sobre tejido vivo, es razonable y verificable inferir que las lesiones resultantes serán de menor consideración. Sí existe una alta probabilidad de que las postas proyectadas se incrusten en el tejido humano, sobrepasando el plano cutáneo y permaneciendo a escasa distancia de la superficie. Consultados médicos especialistas en trauma y emergencias, no consideraron la extracción de estos elementos como una cirugía, aunque convinieron que sería necesaria una atención en consultorio que incluyera la limpieza de las heridas para extraer todos los cuerpos extraños y evitar infecciones.



## Consideración final

Debido a la imposibilidad de adquirir una mayor cantidad de munición, se dispuso tanto para las pruebas de polígono como para las mediciones y los pesajes de una cantidad reducida de cartuchos. Es necesario poder realizar un mayor número de pruebas que brinden una cantidad superior de mediciones, lo cual permitiría resultados más concluyentes, imprescindibles al momento de la toma de decisiones para cumplir con la función policial dentro del marco del uso progresivo de la fuerza y en cumplimiento de las políticas de Derechos Humanos.

## Bibliografía

- Achával, A. (1979). *Manual de medicina legal: Práctica forense* (Vol. 263). Editorial Policial.
- Albarracín, R. (1971). *Manual de Criminalística*. Editorial Policial.
- Albino, O. (2004). *Nociones de Balística para Armas Menores*. Edición del autor.
- Curia, H. F. (2011). *Manual de Armas de uso Policial*. Editorial Policial.
- Di Maio, V. (1999). *Gunshot Wounds*. (ISBN 978-0849381638). Boca Raton: CRS Press.
- Donnelly, T. (2001). *Less Lethal Technologies Initial Prioritisation and Evaluation*. Hertfordshire: Police Scientific Development Branch. [http://rageuniversity.com/PRISONESCAPE/PRISON%20RIOTS/Less\\_Than\\_Lethal\\_Technology.pdf](http://rageuniversity.com/PRISONESCAPE/PRISON%20RIOTS/Less_Than_Lethal_Technology.pdf)
- FM-Ministerio de Seguridad (2015). *Convenio específico para la provisión consolidada de municiones para las fuerzas policiales y de seguridad por parte de la Dirección General de Fabricaciones Militares- Anexo I*. <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/245000-249999/246598/decadm159.pdf>
- Guzmán, C. A. (2000). *Manual de Criminalística*. Buenos Aires: Ediciones La Rocca.
- Haar, R. J.; Iacopino, V.; Ranadive, N.; Dandu, M., & Weiser, S. D. (2017). Death, injury and disability from kinetic impact projectiles in crowd-control settings: A systematic review. *BMJ Open*, 7(12), e018154. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018154>
- Hiss, J.; Hellman, F. y Kahana, T. (1997). Rubber and Plastic Ammunition Lethal Injuries: The Israeli Experience. *Medicine, Science and the Law*, <https://journals.sagepub.com/toc/msla/37/2> <http://doi.org/10.1177/002580249703700209>
- Hornady (2025). *Law Enforcement & Military Resources*. FBI Test Protocol. <https://www.hornadyle.com/resources/fbi-test-protocol>
- Kenny, J. M.; Heal, S. H. y Grossman, M. (2001). *The Attribute-Based Evaluation (ABE) of Less-Than-Lethal, Extended-Range, Impact Munitions*. Pennsylvania: The Pennsylvania State University Applied Research Laboratory. <http://doi.org/10.1177/002580249703700209>
- Missliwetz, J. y Lindermann, A. (1991). Gunshot wounds caused by Flocchi Anticrime Cartridges (plastic bullets). *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1836299/> <http://doi.org/10.1097/00000433-199109000-00008>
- The Muzzleloading Forum (2004). Ballistic Coefficient of the round ball. <https://www.muzzleloadingforum.com/threads/ballistic-coefficient-of-the-round-ball.4085/>
- Wayne State University (2011). *Test Methodologies for the Assessment of Less-Lethal Kinetic Energy Rounds*. Department of Opinions. <https://www.ojp.gov/pdffiles1/nij/grants/236950.pdf>

---

**Cita sugerida:** Anca, M. M. y Millar, A. E. (2025). Distancias de seguridad para el uso de cartuchos AT y estruendo en escopetas policiales en función anti-tumulto. *Minerva. Saber, arte y técnica*, 9(1). Instituto Universitario de la Policía Federal Argentina (IUPFA), pp. 72-91.

---

**\*ANCA, MARCELO MIGUEL**

Director del Proyecto. Técnico Universitario en Balística y Armas Portátiles (IUPFA). Perito en Balística (IUPFA). Docente Investigador (IUPFA). Docente de Balística I (IUPFA), Seminario Electivo I Práctica y Manejo de Armas (IUPFA), Docente en los cursos de especialización de la División Escuela de Tiro de la PFA. Instructor de Tiro (PFA) y Encargado de Armamento (PFA). Sargento 1º de la Policía Federal Argentina en actividad con destino en la División Escuela de Tiro, donde se desempeña en distintas tareas de instrucción desde el año 2013. Miembro de la AACAM (Asociación Argentina Coleccionistas de Armas y Municiones). Profesor Instructor de Tiro (ANMaC).

**\*\*MILLAR, ALEJANDRO EDUARDO**

Docente Investigador. Técnico Universitario en Balística y Armas Portátiles (IUPFA). Perito en Balística (IUPFA). Docente investigador (IUPFA). Docente de Balística Forense (IUPFA), Cartuchería y Balística (Escuela de Tiro de la PF

