

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES



**LA INVESTIGACIÓN CRIMINAL EN RELACIÓN
A LA PRUEBA DE BALÍSTICA EFECTUADA POR
LA POLICÍA NACIONAL CIVIL Y SU RELACIÓN
CON EL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE
ARMAS Y MUNICIONES (DECAM)**

ESTUARDO RENÉ GRIJALVA OSORIO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES

**LA INVESTIGACIÓN CRIMINAL EN RELACIÓN A LA PRUEBA DE BALÍSTICA
EFECTUADA POR LA POLICÍA NACIONAL CIVIL Y SU RELACIÓN
CON EL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE ARMAS Y MUNICIONES (DECAM)**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la
Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

ESTUARDO RENÉ GRIJALVA OSORIO

Previo a conferírsele el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES

y los títulos profesionales de

ABOGADO Y NOTARIO

Guatemala, noviembre de 2006.



**HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

DECANO:	Lic.	Bonerge Amílcar Mejía Orellana
VOCAL I:	Lic.	César Landelino Franco López
VOCAL II:	Lic.	Gustavo Bonilla
VOCAL III:	Lic.	Erick Rolando Huitz Enríquez
VOCAL IV:	Br.	José Domingo Rodríguez Marroquín
VOCAL V:	Br.	Edgar Alfredo Valdez López
SECRETARIO:	Lic.	Avidán Ortiz Orellana

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ
EL EXAMEN TÉCNICO PROFESIONAL**

Primera Fase:

Presidente:	Lic.	José Alfredo Aguilar Orellana
Vocal:	Lic.	Enexton Emigdio Gómez Meléndez
Secretario:	Lic.	Elmer Antonio Álvarez Escalante

Segunda Fase:

Presidente:	Lic.	Napoleón Gilberto Orozco Monzón
Vocal:	Lic.	Ronaldo Amílcar Sandoval Amado
Secretario:	Lic.	Carlos Humberto de León Velasco

Razón: “Únicamente el autor es responsable de las doctrinas sustentadas y contenido de la tesis” (Artículo 43 del Normativo para la elaboración de tesis de licenciatura en la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad de San Carlos de Guatemala.)

GUSTAVO ADOLFO GUDIEL VALENZUELA
ABOGADO Y NOTARIO
COLEGIADO 5813

6ª. CALLE 4-17 ZONA 1. 4TO. NIVEL, OFICINA 408
TORRE SUR, EDIFICIO TIKAL
TELEFAX: 22533157. CELULAR: 59818175



Guatemala, 21 de febrero 2006.

Licenciado BONERGE AMILCAR MEJÍA ORELLANA
Decano de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
Universidad de San Carlos de Guatemala
Su despacho

Señor Decano:

En cumplimiento de la providencia emanada por ese Decanato, de fecha tres de noviembre del año dos mil cuatro, procedí a asesorar al Bachiller **ESTUARDO RENÉ GRIJALVA OSORIO**, en su trabajo de tesis intitulado "LA INVESTIGACIÓN CRIMINAL EFECTUADA POR LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES CRIMINALÍSTICAS DEL MINISTERIO PÚBLICO DENTRO DEL PROCESO PENAL".

Para la elaboración de su trabajo el formulante ha consultado la doctrina adecuada, el cual ha sido realizado bajo la dirección y asesoría del suscrito desarrollando sucesivamente los diversos pasos de la investigación, para así llegar a la culminación de la misma en una forma acertada dentro de las recomendaciones hechas al bachiller GRIJALVA OSORIO, las cuales cumplió a cabalidad, fue modificar el título de trabajo de tesis por el de "LA INVESTIGACIÓN CRIMINAL EN RELACIÓN A LA PRUEBA DE BALÍSTICA EFECTUADA POR LA POLICÍA NACIONAL CIVIL Y SU RELACIÓN CON EL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE ARMAS Y MUNICIONES (DECAM)". Por lo expuesto estimo que el mismo llena todos los requisitos establecidos en el reglamento para los exámenes técnico profesionales y público de tesis de abogacía y notariado, por lo que puede servir de base en el examen público de su autor y como tesis de graduación profesional.

Sin otro particular me suscribo



GUSTAVO ADOLFO GUDIEL VALENZUELA
ABOGADO Y NOTARIO

UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS
DE GUATEMALA



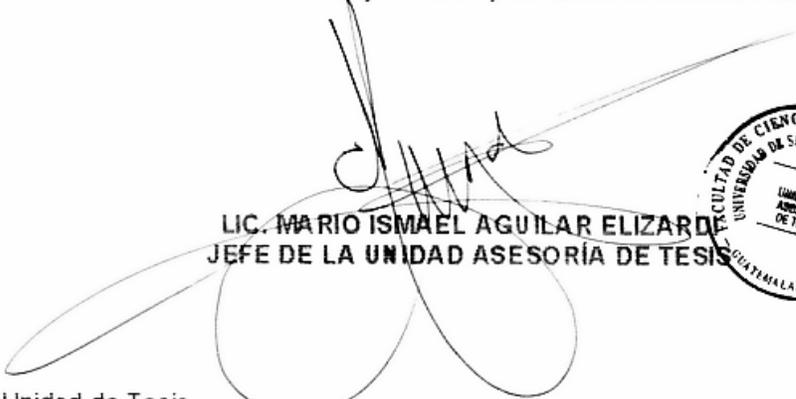
FACULTAD DE CIENCIAS
JURÍDICAS Y SOCIALES



UNIDAD DE ASESORÍA DE TESIS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES. Guatemala, cuatro de mayo de dos mil seis.

Atentamente, pase al (a) **LICENCIADO (A) CARLOS DE LEÓN VELASCO**, para que proceda a revisar el trabajo de tesis del (a) estudiante **ESTUARDO RENÉ GRIJALVA OSORIO**, Intitulado: **"LA INVESTIGACIÓN CRIMINAL EN RELACIÓN A LA PRUEBA DE BALÍSTICA EFECTUADA POR LA POLICÍA NACIONAL CIVIL Y SU RELACIÓN CON EL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE ARMAS Y MUNICIONES (DECAM)"**.

Me permito hacer de su conocimiento que está facultado (a) para realizar las modificaciones de forma y fondo que tengan por objeto mejorar la investigación, asimismo, del título de trabajo de tesis. En el dictamen correspondiente debe hacer constar el contenido del Artículo 32 del Normativo para la Elaboración de Tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales y del Examen General Público


LIC. MARIO ISMAEL AGUILAR ELIZARDE
JEFE DE LA UNIDAD ASESORÍA DE TESIS



cc. Unidad de Tesis
MIAE/slh



CORPORACION DE ABOGADOS

Licenciado Carlos Humberto de León Velasco



Guatemala. 29 de mayo del 2006.

Señor:

Licenciado Mario Ismael Aguilar Elizardi,
Jefe de la Unidad de Asesoría de Tesis
de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente.

Handwritten initials

Distinguido Licenciado:

En atención a providencia de esa Unidad de Asesoría de Tesis, de fecha cuatro de mayo del dos mil seis, en la que se me notifica nombramiento como Revisor de Tesis del Bachiller **ESTUARDO RENÉ GRIJALVA OSORIO**, y oportunamente emanar Dictamen correspondiente, habiendo revisado el trabajo confiado, me permito expresar el siguiente:

DICTAMEN:

- a) El trabajo de tesis se intitula "LA INVESTIGACIÓN CRIMINAL EN RELACIÓN A LA PRUEBA DE BALÍSTICA EFECTUADA POR LA POLICÍA NACIONAL CIVIL Y SU RELACIÓN CON EL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE ARMAS Y MUNICIONES (DECAM)".
- b) El tema que indaga el Bachiller **ESTUARDO RENE GRIJALVA OSORIO**, es un tema importante, actual sobre el Derecho Procesal Penal y lo relacionado a la prueba balística realizada por la Policía Nacional Civil, y el trabajo realizado en esta área por el Departamento de Control de Armas y Municiones (DECAM).
- c) El trabajo desarrollado llena los requisitos técnicos que requiere una investigación de tal magnitud, se hizo uso de los métodos inductivo y deductivo, y la técnica de investigación documental se encuentra acorde a la investigación, se revisó la redacción del trabajo, las conclusiones y recomendaciones llenan su cometido.
- d) Durante el tiempo en que duro la Revisión de la presente investigación, se realizaron modificaciones de fondo y de forma con el único objeto de mejorar la indagación realizada, se discutió ciertos puntos del trabajo, los cuales colegimos; así también comprobé que se hizo acopio de una Bibliografía bastante actualizada.
- e) En virtud de lo anterior concluyo informando a Usted, que procedí a revisar el trabajo encomendado y me es grato

OPINAR:

- i) Que en el trabajo revisado cumple con los requisitos legales exigidos.
- ii) Que es procedente ordenar su impresión y oportunamente el Examen Público de Tesis.

Con las muestras de mi respeto, soy de Usted su deferente servidor

Atentamente

Handwritten signature of Carlos Humberto de León Velasco

Lic. Carlos de León Velasco
ABOGADO Y NOTARIO

Lic. CARLOS HUMBERTO DE LEÓN VELASCO
ABOGADO Y NOTARIO
Colegiado No. 1.157



DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES Guatemala, cinco de septiembre de dos mil seis.-

Con vista en los dictámenes que anteceden, se autoriza la impresión del trabajo de tesis del (la) estudiante **ESTUARDO RENÉ GRIJALVA OSORIO**, titulado **LA INVESTIGACIÓN CRIMINAL EN RELACIÓN A LA PRUEBA DE BALÍSTICA EFECTUADA POR LA POLICÍA NACIONAL CIVIL Y SU RELACIÓN CON EL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE ARMAS Y MUNICIONES (DECAM)**, Artículos 31 y 34 del Normativo para la elaboración de Tesis de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales y del Examen General Público de Tesis.-

MTCL/slh





DEDICATORIA

A DIOS:

Gracias infinitas porque sin él hubiese sido imposible alcanzar esta meta.

A MIS PADRES:

Por tanto esfuerzo, cuidado, y amor puesto a mi vida, que sea ínfima recompensa a sus esfuerzos.

A MI ESPOSA:

Pieza vital y apoyo incondicional en este logro y en toda mi vida.

A MIS HIJOS:

Andrea Melissa y Estuardo Andrés, motivo de inspiración en mi vida, que esto sea un regalo a su esfuerzo y comprensión para poder alcanzar esta meta.

A MIS HERMANOS:

Ricardo, Gustavo y Luis, en honor a su apoyo y amor.

A CONY:

Que este triunfo sea una flor perpetua para su tumba.

A MIS SOBRINAS:

Ana Paula, Gaby, Ana Karina, Ana Lucía, María José y Gabriela, con todo mi amor.

A MIS AMIGOS:

Alecksandra, Giacomina, Francisco y Estuardo Valdés, Alejandro, Alvaro, Walter, Antonio y Oswaldo, con todo mi cariño y respeto.

A MI CATEDRATICA Y AMIGA:

Marisol Morales Chew, gracias por su apoyo y guía.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE CIENCIAS JURIDICAS Y SOCIALES.



ÍNDICE

Pág.

Introducción.....i

CAPÍTULO I

1. Balística.....	1
1.1. Definiciones.....	1
1.2. División de la materia.....	3
1.2.1. Balística interior.....	3
1.2.2. Balística exterior.....	8
1.2.3. Balística de efectos.....	22
1.3. Alcance y dirección de la materia.....	26
1.4. Bases físicas de la balística.....	29
1.4.1. Velocidad.....	29
1.4.2. Energía.....	29
1.4.3. Inercia.....	30
1.4.4. Gravedad y trayectoria.....	30
1.4.5. Coeficiente balístico.....	31
1.4.6. Estrías.....	32
1.4.7. Calibre.....	33
1.5. Armas de fuego.....	34
1.5.1. Evolución histórica.....	34
1.5.2. Definiciones.....	35
1.5.3. Datos que identifican un arma de fuego.....	36
1.5.4. Clasificación de las armas de fuego.....	36
1.5.4.1. Doctrinaria.....	36
1.5.4.2. Otra clasificación.....	37
1.5.4.3. Clasificación de las armas de fuego según la Ley de Armas y Municiones Decreto número 39-89 del Congreso de la República.....	39



1.6. Factores diferenciables de las armas de fuego.....	41
1.6.1. Calibre.....	41
1.6.2. Cartucho.....	44
1.6.3. Pólvora.....	45
1.6.4. Fulminante.....	47
1.6.5. Vaina.....	51
1.6.6. Proyectil.....	54
1.7. Análisis a realizar a partir de una pericia	
balística	55
1.7.1. Aptitud para el disparo.....	56
1.7.2. Aptitud del tirador.....	56
1.7.3. Data del último disparo.....	56
1.7.4. Calibre del arma empleada.....	59
1.7.5. Celosidad del arma de fuego.....	60
1.7.6. Distancia del disparo.....	61
1.7.7. Determinación de la marca y el modelo del arma empleada, mediante las marcas registradas en la vaina.....	63
1.7.8. Posición del tirador.....	63
1.7.9. Impacto en vidrio con arma de fuego.....	64
1.7.10. Identificación de vainas y proyectiles.....	65
1.8. Peritaje balístico.....	65
1.8.1. Definición de perito.....	65
1.8.2. Definición de peritaje y peritación.....	67
1.8.3. Definición de peritaje balístico.....	67
1.8.4. Clases de peritajes balísticos.....	67
1.9. Prueba.....	68
1.9.1. Definiciones.....	68
1.9.2. Definición de prueba pericial.....	69



CAPÍTULO II

2. Peritaje de absorción atómica.....	71
2.1. Antecedentes históricos.....	71
2.2. Definición de absorción atómica.....	72
2.3. Espectroscopia de absorción atómica (AAS) y espectroscopia de absorción atómica sin flama (FAAS)....	73
2.3.1. Técnica de espectrofotometría de absorción atómica sin flama.....	73
2.4. Concentración de bario.....	75
2.5. Concentración de antimonio.....	76
2.6. Antecedentes.....	77
2.7. Elementos en que se basa el análisis de absorción atómica.....	79
2.8. Materiales y equipo.....	80
2.8.1. Materiales.....	80
2.8.2. Reactivos y soluciones.....	81
2.8.3. Instrumentos.....	83
2.9. Toma de muestras.....	84
2.10. Acciones a considerar al tomar la muestra.....	85
2.11. Casos en los que el análisis de residuos de fulminante no provee información de valor.....	86
2.11.1. Niveles significativos.....	86
2.11.2. Niveles insignificantes.....	87
2.12. Circunstancias que carecen de valor científico al examinar los residuos de disparo.....	87
2.12.1. Persona víctima del disparo.....	87
2.12.2. Persona en posesión de arma de fuego.....	87
2.12.3. Declaración por el sospechoso.....	88
2.12.4. Componentes del fulminante de la munición.....	88



2.13.Exámenes de residuos de fulminante para eliminar sospechosos	88
2.13.1. Preparación de muestras.....	88
2.13.2. Cálculos de dilución.....	89
2.14.Interpretación de resultados.....	90
2.14.1. Análisis instrumental.....	90
2.14.2. Interpretación de resultados y cálculos.....	90
2.14.3. Criterios de interpretación.....	91
2.15.Consideraciones al tomar la muestra.....	93
2.16.Nuevas guías para el análisis de residuos de disparo en manos.....	93
2.17.Anexos.....	94
2.17.1. Análisis forense de residuos de disparo en ropa.....	94
2.17.1.1. Análisis de pólvora.....	102
2.17.2. Análisis de residuos de disparo en manos.....	109
2.17.2.1. Introducción.....	109
2.17.2.2. Niveles significativos.....	110
2.17.2.3. Niveles insignificantes.....	111

CAPÍTULO III

3. Comparación del registro balístico de la Policía Nacional Civil y el Departamento de Control de Armas y Municiones.....	113
3.1. Policía Nacional Civil.....	113
3.1.1. Definición.....	113
3.1.2. Funciones.....	113
3.1.3. Dependencia jerárquica.....	115
3.1.4. Unidad de balística.....	115



3.1.5. Procedimiento de registro y análisis balístico.....	116
3.1.6. Pruebas que se realizan.....	116
3.1.7. Fundamento jurídico.....	117
3.1.7.1. Constitución Política de la República de Guatemala.....	117
3.1.7.2. Código Procesal Penal.....	118
3.1.7.3. Ley de la Policía Nacional Civil.....	118
3.2. Departamento de Control de Armas y Municiones.....	121
3.2.1. Definición.....	121
3.2.2. Funciones.....	121
3.2.3. Dependencia jerárquica.....	122
3.2.4. Procedimiento de registro de armas de fuego y almacenaje balístico.....	122
3.2.5. Fundamento jurídico.....	123
3.2.5.1. Constitución Política de la República de Guatemala.....	123
3.2.5.2. Código Procesal Penal.....	123
3.2.5.3. Ley de Armas y Municiones.....	124
3.2.5.4. Reglamento de la Ley de Armas y Municiones.....	126
3.3. Análisis de comparación entre ambas instituciones.....	129
3.3.1. Similitudes.....	129
3.3.2. Diferencias.....	129
CONCLUSIONES.....	131
RECOMENDACIONES.....	133
BIBLIOGRAFÍA.....	135



INTRODUCCIÓN

Ante una sociedad convulsionada por la frecuencia de hechos delictivos lo cual nos coloca entre los países de Latinoamérica con mayor índice de delincuencia, es preciso darnos cuenta de que las políticas de seguridad implementadas por los gobiernos de turno han sido estériles ya que se han basado posiblemente y únicamente en buenas intenciones, pero en ningún momento han tomado en consideración la criminología y mucho menos a la criminalística para la elaboración de las mismas, me veo en la necesidad de presentar este estudio que de alguna forma provee información en cuanto al tema más preocupante dentro de nuestro contexto social, la balística en general, con la intención de que al conocer dicha parte de la criminalística poder crear una plataforma para tratar de un tema que conlleva tanta armas de fuego, la estructura que el Estado ha creado para su control, presentando en este trabajo el mecanismo de control registral de las armas de fuego a cargo del Departamento de Control de Armas y Municiones del Ministerio de la Defensa Nacional y el mecanismo de control para efectos puramente investigativos a cargo de la Policía Nacional Civil.

Debido a lo anterior, me permito presentar un estudio serio y sistematizado de una de las pruebas técnico científicas en una investigación criminal de campo como lo es la toma de muestras en una persona que ha disparado una arma de fuego, para llevar a cabo la prueba en los laboratorios respectivos de absorción atómica, con este tema dentro de este trabajo de tesis realicé un estudio completo, que enrola balística como parte de la

(ii)



criminalística, armas de fuego y entes encargados del control de las mismas tomando como base para ese control las pruebas balísticas cuando se da su registro, y el ente que posee archivo criminal para cotejos balísticos, ésto lleva consigo los métodos ideales para llevar a cabo las pruebas de absorción atómica que es el resultado del uso de una arma de fuego, ya que al darse ese uso el proyectil que se ha expulsado ha dejado su rastro de pólvora en la mano de la persona que percutió dicha arma de fuego, y que la misma se llevará a cabo científicamente para que criminalísticamente se pueda decir que la persona a quien se le tomó la muestra fue la que disparó el arma.

Además de presentar un estudio la balística el fin propio del trabajo de investigación que se presenta a consideración es plantear que aún ante la existencia de dos registros de control relacionados con los indicios balísticos, uno propiamente registral y otro criminal, la información que se genera de los mismos no es sistematizada ni procesada de manera adecuada, lo cual ha generado grandes deficiencias en la investigación de casos penales en los cuales se cuenta con indicios balísticos.

La presente tesis ha de servir tanto a Abogados penalistas, criminalistas o simplemente a los amantes de la investigación criminal ya que la misma ha sido enfocada en criterios científicos y legales.

El presente trabajo se desarrolló en tres capítulos, en el primero se desarrolla balística, definiciones, división de la materia, alcance y dirección de la materia, bases físicas de la

(iii)



balística, armas de fuego, factores diferenciables de las armas de fuego, análisis a realizar a partir de una pericia balística, peritaje balístico, prueba; en el capítulo segundo peritaje de absorción atómica, antecedentes históricos, definición de absorción atómica, espectroscopia de absorción atómica (AAS) y espectroscopia de absorción atómica sin flama (FAAS), concentración de bario, concentración de antimonio, antecedentes, elementos en que se basa el análisis de absorción atómica, materiales y equipo, toma de muestras, acciones a considerar al tomar la muestra, casos en los que el análisis de residuos de fulminante no provee información de valor, circunstancias que carecen de valor científico al examinar los residuos de disparo, exámenes de residuos de fulminante para eliminar sospechosos, interpretación de resultados, consideraciones al tomar la muestra, nuevas guías para el análisis de residuos de disparo en manos, anexos; en el capítulo tercero, comparación del registro balístico de la Policía Nacional Civil y el Departamento de Control de Armas y Municiones, Policía Nacional Civil, Departamento de Control de Armas y Municiones, análisis de comparación entre ambas instituciones.



CAPÍTULO I

1. Balística

1.1. Definiciones

“Es la ciencia que estudia el movimiento de los cuerpos lanzados al espacio”.¹

“Desde un punto de vista más restringido, es el estudio del movimiento de los proyectiles disparados por armas de fuego”.²

“Arte de calcular el alcance y dirección de los proyectiles.”³

“Según la Real Academia Española, es el arte milenario, ciencia que estudia el alcance y dirección de los proyectiles.”⁴

“Según la revista Armas de Fuego, es la ciencia que estudia el movimiento de los proyectiles. En otra definición más amplia señala: “ciencia que estudia el disparo, de esta manera integra en esta especialidad, todos aquellos temas relativos al disparo, cartuchos, preparación y ejecución del disparo, sus consecuencias y las del impacto sobre el lugar apuntado y en el proyectil”.⁵

¹Martínez Macías, José et. al., **Tiro, armas y explosivos**, pág. 91

²**Ibid.**

³García-Pelayo Ramón, **Pequeño Larousse ilustrado**, pág. 128

⁴ Zajaczkowski, Raúl Enrique, **Manual de criminalística**, pág. 47

⁵ **Ibid.**



Balística, según Roberto Albarracín es "la ciencia y el arte que estudia integralmente las armas de fuego, dirección de los proyectiles que disparan y los efectos que producen".⁶

Según el teniente de fragata Horacio Igarzábal, "balística estudia todos los fenómenos que se producen en el disparo de un arma de fuego".⁷

Otras definiciones hablan de la balística como "la ciencia que estudia los movimiento, el cálculo del alcance y la dirección de los proyectiles, entendiéndose por tal, a todo cuerpo de peso y forma determinada que es lanzado con velocidad, elevación y dirección cualquiera".⁸

El médico legista Alfredo Achával da una definición muy simple de balística cuando se refiere a ella como "la que estudia los movimientos de los proyectiles, dentro y fuera del arma".⁹

Balística: es el arte procedimiento, que utilizando técnicas predeterminadas, estudia todo lo referente a la utilización de las armas de fuego, su fenomenología consecuente del uso y los resultados operados a partir de esa circunstancia.¹⁰

⁶ **Ibid.**

⁷ **Ibid.**

⁸ **Ibid.**

⁹ **Ibid**, pág. 48

¹⁰ **Ibid.**



1.2. División de la materia

“El estudio científico de la balística es muy complejo y está relacionado con las matemáticas, la física y la química, especialmente en sus aspectos de termodinámica, de metalurgia, aerodinámica, óptica, electrónica, acústica, etc., puesto que se ocupa de todos los fenómenos que relacionan el proyectil con el medio y que mutuamente se afectan, desde el momento en que el proyectil, partiendo del reposo, inicia su movimiento dentro del arma, donde adquiere una velocidad que impulsa su desplazamiento por el aire hasta impactar con un cuerpo donde se introduce, y al que cede la energía cinética, quedando nuevamente en reposo”.¹¹

Los estudiosos de la balística, la han dividido en:

1.2.1. Balística interior

1.2.2. Balística exterior

1.2.3. Balística de efectos

1.2.1. Balística interior:

Es la parte de la balística que comprende el estudio del arma de fuego, su diseño, características, funcionamiento y lo referente a los disparos efectuados con la misma.

“Esta parte de la especialidad está relacionada con la comunicación existente entre arma y cartucho, relacionada al diseño de ambos”.¹²

¹¹ Martínez Macías, José et. al., **Ob.Cit.**, pág. 91

¹² Zajackowski, **Ob.Cit.**, pág. 48



Corresponde a la balística interior, por ejemplo:

- El cálculo de longitudes de cañones de determinados tipos.
- La dureza de su material.
- Tratamiento térmico a emplear en su fabricación.
- Las características de las estrías.
- Las marcas de pruebas que lleva toda arma.
- La aptitud del arma para el uso.
- El examen de las condiciones de seguridad de los diversos mecanismos del arma.

“Como todos estos fenómenos se desarrollan desde el inicio de la ignición misma, y dado que ellos se caracterizan por importantes variaciones de temperatura y presión, en un lapso infinitesimal, esta parte de la balística se debe complementar con la física, la química y la electromecánica, y basarse en estudios de las curvas características de gases en complemento con espectrogramas; asimismo ocurre con las deformaciones metálicas de las piezas componentes y los químicos contenidos en las cargas de ignición utilizadas en el cartucho”.¹³

La balística interna estudia el fenómeno que tiene lugar en la percusión, la ignición, la combustión de la pólvora y el desarrollo de los gases; la presión en la recámara y la adaptación de la vaina a la misma; el despegue de la bala; su vuelo libre, la velocidad que alcanza y la toma del rayado o conducción; tensiones y resistencias, energía en boca, erosiones

¹³ **Ibid.**



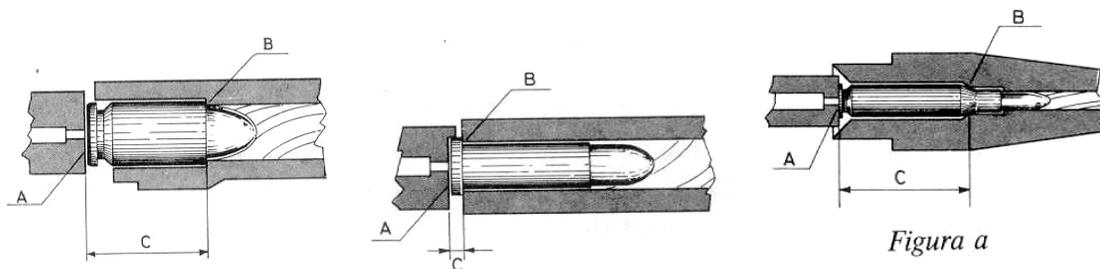
y desgastes en el ánima, retroceso, desvíos y vibraciones. Todo ello a través de erosiones del movimiento del proyectil dentro del arma.

En las armas portátiles modernas o actuales, el funcionamiento en la balística interna es:

- El cartucho se encuentra en la recámara, teniendo unas dimensiones de casi el tamaño de ésta.

Así tenemos que la distancia (C) que existe entre el apoyo anterior del cierre (A) y la superficie de apoyo del cartucho en la recámara (B) es lo que llamamos cota de fijación, que será distinta según el tipo de cartucho.

“La superficie de apoyo en la recámara de los cartuchos más comunes es de la siguiente manera (fig. a)”¹⁴:



Fuente: Martínez Macías, José et. al., **Tiro, armas y explosivos**, pág. 92.

- En el cartucho cilíndrico de ranura, la boca de la vaina.
- En el cartucho cilíndrico de pestaña, la parte anterior de la pestaña del culote.

¹⁴ Martínez Macías, **Ob.Cit.**, pág. 92



- En el cartucho de vaina abotellada, la gola.
- Cuando accionamos el mecanismo de persecución, todos los mecanismos, correspondientes entran en acción y dejan en libertad el martillo percutor, que golpea a la aguja, y ésta, a su vez, golpea al pistón. Al ser comprimida la mezcla explosiva se inicia y detona.

Este retardo a la percusión es de 0.0020 a 0.0060 segundos.

- Cuando la cápsula iniciadora es comprimida entre la aguja percutora y el yunque detona e inicia la combustión de la pólvora. Esta ignición viene durando alrededor de 0,0002 segundos, y se conoce con el nombre de retardo a la ignición. La cápsula iniciadora tiene entre 20 y 30 miligramos de mezcla explosiva iniciadora y se transforma en una masa de gases calientes en una centésima de milisegundo.

La eficacia y el tiempo de combustión dependen del volumen y calor de la llama producida por la detonación, de la granulación de la pólvora, del volumen de carga, de la forma del interior de la vaina y del diámetro de los oídos de comunicación.

- Cuando los gramos de la pólvora reciben el fogonazo del pistón iniciador, éstos se queman produciendo gases y aumentando la presión en la recámara. Cuando la presión de los gases crece, las paredes de la vaina se dilatan, apoyándose lateralmente en las paredes de la recámara, y por detrás, en el plano del cierre, mientras que por delante la bala, liberada en su



engarce de la boca de la vaina por la dilatación de ésta, presionada por el empuje de los gases, avanza.

En ese instante, los gases tratan de adelantar a la bala, pero cuando ésta toma el rayado sella su camino hacia delante, mientras que por detrás la vaina impide que los gases se escapen.

El recorrido de la bala desde que abandona la vaina hasta que toma el rayado se llama vuelo libre.

La bala experimenta una fortísima aceleración producida por la presión de los gases que continúan generándose en el interior de la recámara. Al tomar el rayado adquiere la velocidad de rotación requerida.

El tiempo que utiliza la bala en recorrer el ánima del cañón oscila entre los 0,0008 a 0,0010 segundos.

Así pues, el tiempo en que ocurren todos los fenómenos de percusión, ignición, deflagración y recorrido de la bala por el ánima es en las armas portátiles de 3 a 8 milisegundos.

La presión de los gases de la pólvora en armas portátiles va desde los 2.3000 a 3.900 k/cm². Hay que tener en cuenta que la presión a desarrollar no debe exceder a la que el arma es capaz de resistir. No obstante, las recámaras deben ser resistentes, para lo que se les somete a una sobre presión del 25 por 100.



1.2.2. Balística exterior:

Es la parte de la balística que corresponde al estudio de todo lo referente al proyectil disparado por un arma de fuego, desde el momento que abandona la boca del cañón del arma; su trayectoria, hasta el momento que hace impacto en el blanco, o en un cuerpo cualquiera que se interponga.

“Esta parte de la especialidad relaciona el proyectil con el sistema de puntería del arma; para ello es posible utilizar las tablas que los fabricantes distribuyen para cada cartucho. A través de ellas, se puede calcular con aproximación el blanco, al cual se lo puede situar a diferentes distancias”¹⁵.

“Es la que estudia el movimiento del proyectil desde que abandona el arma hasta que incide sobre el blanco”¹⁶.

A continuación se presentan una serie de conceptos balísticos que actúan cuando un arma está apuntada y lista para disparar (fig. 1).

¹⁵ Zajaczkowski, **Ob.Cit.**, pág. 49

¹⁶ Martínez Macías, **Ob.Cit.**, pág. 94

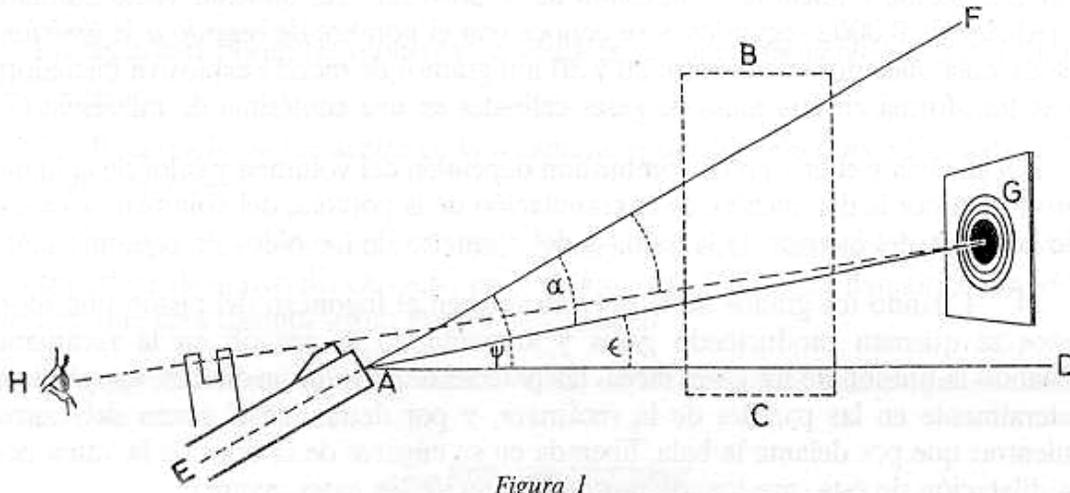


Figura 1

Fuente: Martínez Macías, José et.al., **Tiro, armas y explosivos**, pág. 94.

Eje del arma. Es el eje del ánima (en fig. 1, E-A).

Origen del fuego. También llamado origen de la trayectoria, es el centro de la boca del arma en el momento del disparo (en Fig. 1,A).

Plano de tiro. Es el plano vertical que contiene la línea de tiro (en figura 1,B-C).

Plano horizontal. También llamado horizonte del arma, es el plano que contiene al origen de fuego (en fig. 1,A-D).

Línea de mira. Es la recta que, partiendo del ojo del tirador, pasa por el alza, el punto y el blanco (en fig. 1, H-G).



Ángulo de mira. Es el formado por la línea de mira y la de tiro (en fig. 1,B).

Línea de tiro. Es la prolongación del eje del ánima (en fig. 1, A-F).

Puede tener tres posiciones:

- Quedar por encima del horizonte del arma (en fig. 1,A-F).
- Confundirse con él (en fig. 2, A-D).
- Quedar por debajo (en fig. 3, A-F).

Ángulo de tiro (θ). Es el formado por la línea de tiro y el plano horizontal.

Este ángulo puede ser:

- Positivo, cuando la línea de tiro queda por encima del horizonte del arma (fig. 1)
- Nulo, cuando coincide con él (fig.2)

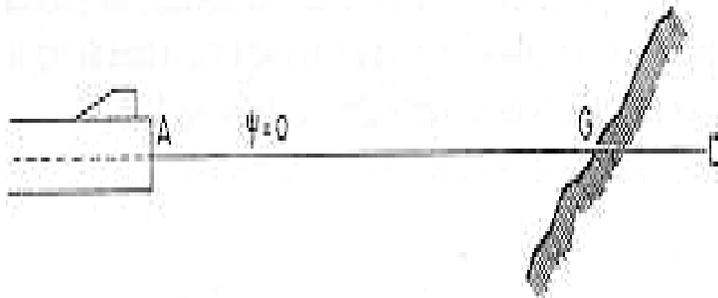
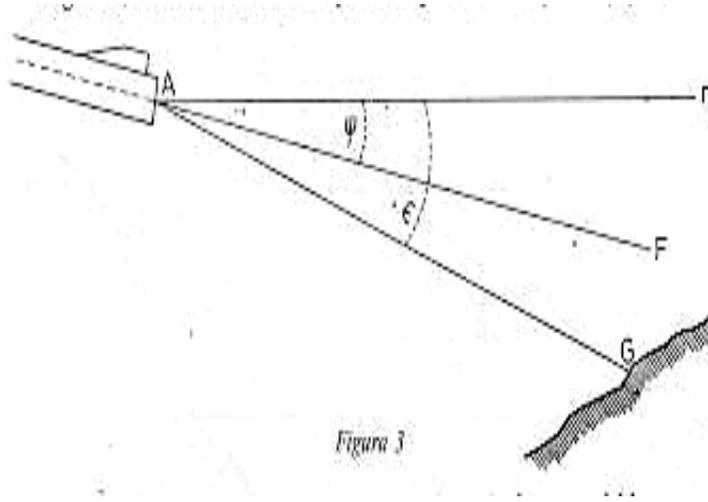


Figura 2

Fuente: Martínez Macías, José et.al., **Tiro, armas y explosivos**, pág. 96.

- Negativo, cuando está situado por debajo de dicho plano (fig.3).



Fuente: Martínez Macías, José et.al., **Tiro, armas y explosivos**, pág. 96.

La línea de situación. Es la recta que une el origen de fuego y el blanco.

Esta línea puede tener tres posiciones:

- Quedar encima del horizonte (en fig. 1, A-G).
- Confundirse con él (en fig. 2, A-G).
- Quedar por debajo (en fig. 3, A-G).

Ángulo de situación (ϵ). Es el formado por la línea de situación y el horizonte del arma.

Puede ser como el ángulo de tiro: positivo, nulo y negativo.

Ángulo de elevación (ψ). Es el formado por la línea de tiro y la de situación (fig. 1).



La suma de este ángulo con el de situación es igual al ángulo de tiro (fig. 2 y fig.3).

Una vez efectuado el disparo, la trepidación que experimenta el arma, consecuencia de una serie de fenómenos químicos y físicos, se traduce en un cambio de posición de los planos de tiro y horizontal de referencia. El primero puede quedar a la derecha o a la izquierda con respecto a su posición primitiva, y el segundo, por encima o por debajo.

Supongamos que teóricamente ambos planos no experimentan modificación alguna, pero sí la posición del eje del arma y su prolongación, la línea de tiro, la cual quedará por encima de la inicial, dando como resultado (fig. 4):

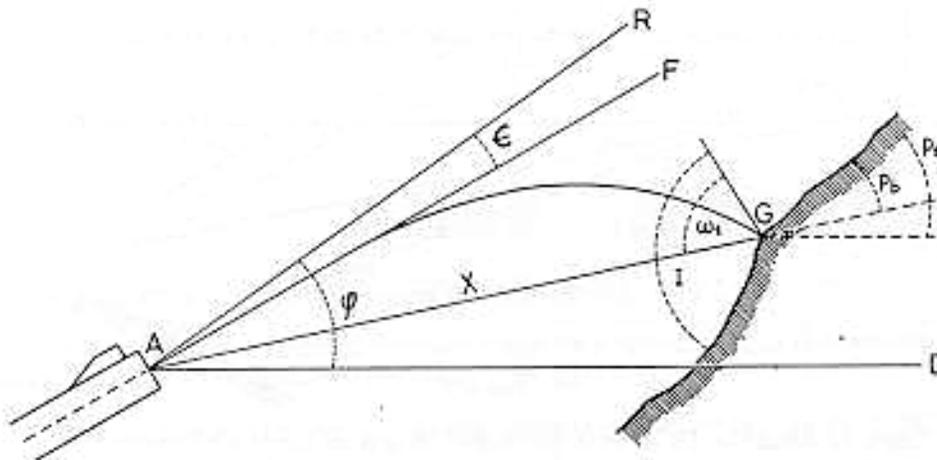


Figura 4

Fuente: Martínez Macías, José et.al., **Tiro, armas y explosivos**, pág. 97.

Línea de proyección. Es la prolongación del eje del cañón, cuando el proyectil abandona la boca de fuego (en fig. 4, A-R).



Ángulo de vibración (E). Es el formado por línea de proyección y la de tiro. Puede ser:

- Positivo, cuando la línea de proyección queda encima de la línea de tiro, y se llama ángulo de relevación (fig. 4).
- Negativo, cuando la línea de proyección queda por debajo de la de tiro, y se le llama ángulo de depresión (fig.4).

Ángulo de proyección (g). Es el formado por la línea de proyección y el horizonte del arma (fig. 5).

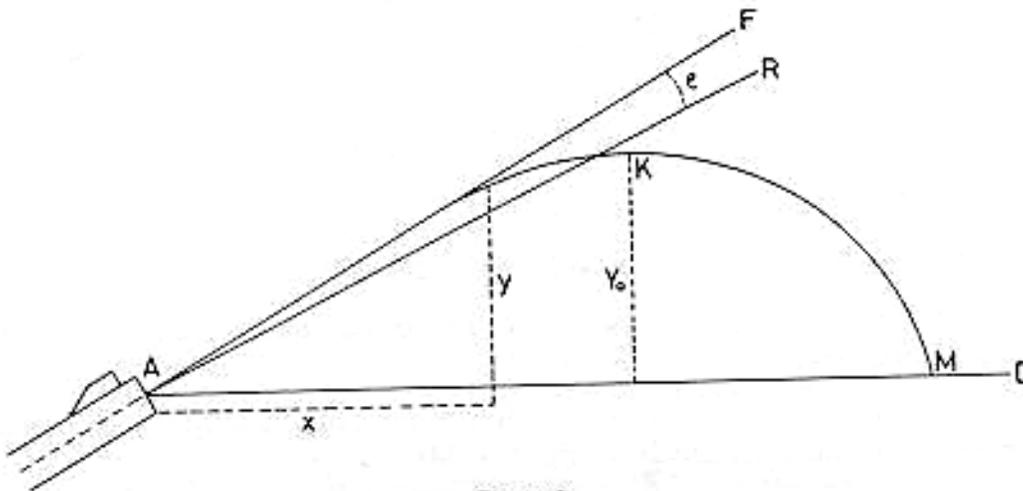


Figura 5.

Fuente: Martínez Macías, José et.al., **Tiro, armas y explosivos**, pág. 97.

Trayectoria. Es la línea curva descrita por el centro de gravedad del proyectil en su vuelo libre (en fig. 5,A-K-M).

La combinación de la fuerza de proyección, de la gravedad y de la resistencia del aire da lugar a que la trayectoria no sea recta ni circular, sino una curva parabólica con movimiento retardado (velocidad decreciente).



Punto de caída. Es aquél en que la rama descendiente de la trayectoria encuentra por segunda vez el horizonte del arma.

También se define como el único punto de la trayectoria que está a nivel del origen (en fig. 5, M).

Alcance (X). Es la distancia que separa el origen del punto de caída.

El alcance se mide sobre el plano horizontal (fig. 6, A-M y fig. 5).

Ordenada. "Es la vertical trazada desde un punto cualquiera de la trayectoria hasta su encuentro con el horizonte del arma (en fig. 5, y)".¹⁷

- Abcisa. Es la distancia desde el origen de la trayectoria hasta el pie de la ordenada (en fig. 5, ae).

- Ordenada máxima o flecha (Y). Es la ordenada correspondiente al vértice de la trayectoria.

- Vértice. Es el punto más elevado de la trayectoria, con relación al horizonte del arma (en fig. 5, K.). En dicho punto, la tangente a la trayectoria es horizontal.

Cuanto menor sea la ordenada máxima, menor será también la curvatura de la trayectoria, es decir, tendrá mayor tensión.

Punto de incidencia, llegada o arribada. Es aquel en que la trayectoria encuentra al blanco o terreno (en fig. 4, G).

¹⁷ **Ibid**, pág. 97



Este punto puede estar situado:

- . Por encima del horizonte del arma (fig. 4,G).
- . Sobre dicho plano (fig. 2,G).
- . Por debajo del horizonte del arma (fig. 3,G).

Rama ascendente. Es la parte de la trayectoria que va desde el origen de fuego hasta el vértice (en fig. 5, A-K).

Rama descendente. Es la parte de la trayectoria que va desde el vértice hasta el punto de llegada o incidencia (en fig. 5, K-M).

Ángulo de caída (w). Es el formado por la tangente a la trayectoria en el punto de caída con el horizonte del arma (fig. 6).

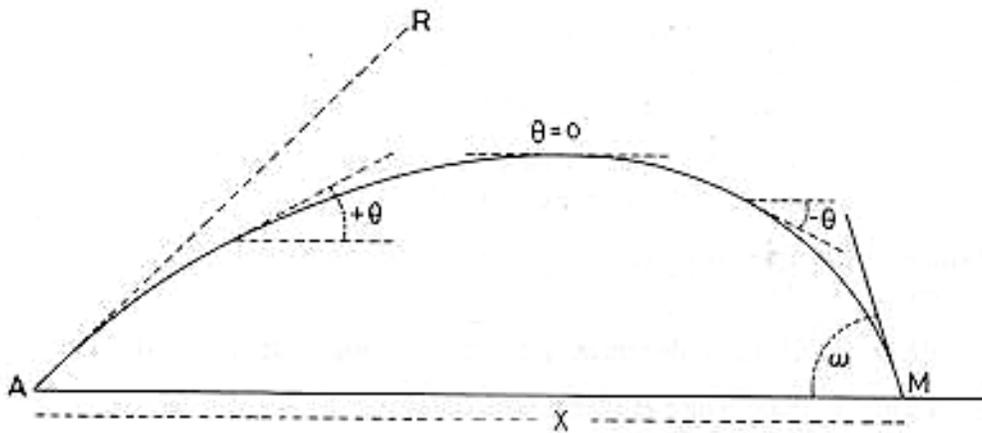


Figura 6

Fuente: Martínez Macías, José et.al., **Tiro, armas y explosivos**, pág. 98.

Ángulo de llegada o incidencia (I). Es el ángulo formado por la tangente a la trayectoria en el punto de llegada con la superficie del terreno o del blanco (fig. 4).



Ángulo de arribada (w_1). Es el formado por la tangente de la trayectoria en el punto de llegada con la línea de situación (fig. 4).

Alcance inclinado. Es la distancia desde el origen al punto de llegada (en fig. 4,A-G).

Inclinación (θ). Es el ángulo que forma la tangente a la trayectoria en un punto cualquiera de ella con el horizonte del arma.

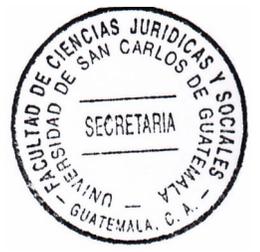
En origen coincide, por tanto, con el ángulo de proyección; disminuye a medida que sigue la rama ascendente, es nula en el vértice y negativa en la rama descendente (fig. 6).

Velocidad del proyectil. Se mide en metros por segundo, y puede ser inicial o remanente.

Velocidad inicial. Se expresa por " V_0 " y es la que anima al proyectil en el origen de la trayectoria, o sea, en el mismo instante en que abandona la boca del cañón.

Velocidad remanente. Es la que conserva el proyectil en un punto cualquiera de la trayectoria, distinto del origen. Se expresa por la inicial " V " y la distancia en metros a que fue medida.

Ejemplo; " V_{25} " será la velocidad tomada a 25 metros del origen.



Velocidad de caída. Es la velocidad remanente en el punto de caída.

Velocidad de llegada. Es la velocidad remanente en el punto de llegada.

Pendiente topográfica o del terreno (Pt). Es el ángulo formado en el punto de llegada por el terreno y la horizontal (Fig. 4).

Pendiente balística (Pb). Es el ángulo formado en el punto de llegada por el terreno con la línea de situación (Fig. 4).

Tiro tenso. Es aquél cuyo ángulo de caída es menor de 20 grados.

Tiro curvo. Es aquél cuyo ángulo de caída es mayor de 20 grados.

Punto de visado o puntería. Es aquél al que se dirige la línea de mira.

Duración de la trayectoria. Es el tiempo que interviene el proyectil en trasladarse desde el punto de origen hasta el de caída. Se expresa en metros por segundo.

"Si sobre el proyectil actuara únicamente la fuerza de proyección, su movimiento a través de la atmósfera sería rectilíneo y uniforme, siguiendo la dirección del eje del cañón,



esto es, la línea de tiro hasta el infinito a velocidad constante".¹⁸

-Trayectoria en el vacío.

La velocidad precipita al proyectil hacia el suelo, separándole de la línea de tiro, con movimiento acelerado de 9,81 milímetros / segundo. La resistencia del aire hace perder constantemente velocidad al proyectil.

Suponiendo que el aire no existiese y sólo actuase la fuerza de la gravedad sobre el proyectil animado de una velocidad, la trayectoria sería una parábola de eje vertical; el alcance máximo correspondería a un ángulo de proyección de 45°; el vértice (fig. 7,K) estaría justo a la mitad del alcance; la trayectoria sería simétrica respecto del eje vertical; el ángulo de caída sería igual al de proyección y la forma, peso, dimensiones y movimiento de rotación del proyectil no tendría influencia alguna sobre la trayectoria (fig. 7).

¹⁸ **Ibid.**

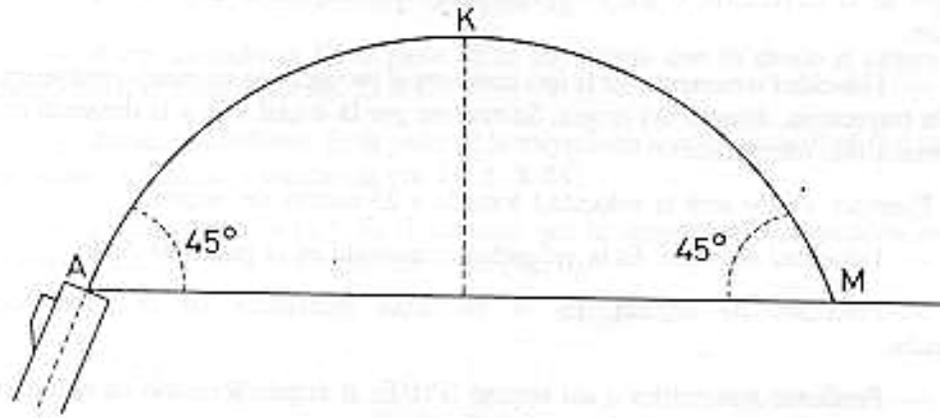


Figura 7

Fuente: Martínez Macías, José et.al., **Tiro, armas y explosivos**, pág. 98.

Resistencia del aire.

“Cuando un proyectil es lanzado en el aire, todos los puntos de su superficie experimentan reacciones del medio, que dependen de su forma, velocidad, dimensiones y dirección, que se traducen en discontinuidades en las variaciones de la velocidad y de la aceleración. El conjunto de estas reacciones constituye la “resistencia al aire”, que reduce la energía cinética del móvil, retarda su marcha, altera su movimiento y modifica su trayectoria”.¹⁹

Del estudio de la resistencia del aire se han llegado a fijar algunas leyes prácticas sobre la misma, como son:

- Para un determinado proyectil y velocidad, la resistencia es proporcional a la densidad del aire.

¹⁹ **Ibid.**



- Con proyectiles de igual forma y calibre distinto, en un mismo medio, la resistencia es proporcional a la sección, $TT d^2/4$.
- En proyectiles de iguales dimensiones, la resistencia es inversamente proporcional a la masa. $m=P/g$. (peso/g).
- Para proyectiles del mismo peso y calibre, pero de forma exterior distinta, la resistencia es proporcional al llamado coeficiente de forma "i", que tiene valor 1 para el proyectil tipo y tiene mayor o menor valor que la unidad, para una bala dada, según su ojiva sea más o menos aguda que la del proyectil tipo.
- Para cualquier proyectil, la resistencia del aire depende directamente de una función de velocidad.

"En esta función de velocidad interviene un coeficiente variable de resistencia "K", que está relacionado con el número "Mach", que es la relación entre la velocidad del proyectil y la del sonido (fig. 8)".²⁰

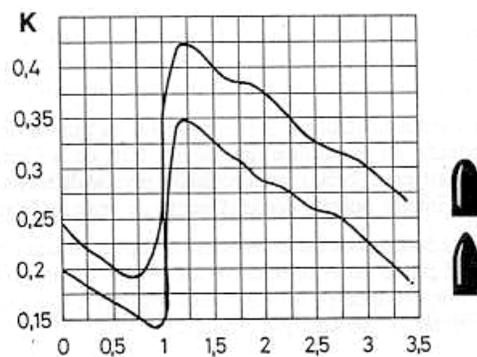


Figura 8

Fuente: Martínez Macías, José et.al., **Tiro, armas y explosivos**, pág. 98.

²⁰ **Ibid.**



Este coeficiente "K" va decreciendo para valores ascendentes e inferiores a 1 "Mach", pero al alcanzar este valor experimenta un brusco crecimiento que lo hace unas tres o cuatro veces mayor (según la forma del proyectil), aproximadamente a 1,25 Mach, para volver a ir decreciendo nuevamente conforme aumenta la velocidad. Esto muestra la influencia que las ondas sonoras también tienen en la deceleración del proyectil.

- Otro concepto a tener en cuenta es la densidad de sección o relación entre peso y sección del proyectil, sustituida en muchos casos por la relación entre peso y diámetro o radio al cuadrado. Esta relación igualmente es llamada "coeficiente balístico natural", e interviene inversamente en la retardación que produce el aire.

Todo lo relativo a la balística exterior tiene escasa aplicación en las armas cortas, pues a la distancia en que se emplean prácticamente no influyen, ya que son armas de "tiro tenso". Utilizan ángulos de elevación muy pequeños.

Las armas de "tiro curvo" utilizan ángulos de elevación muy grandes y para alcanzar el blanco hay que tener en cuenta la distancia y todo lo que influye en la trayectoria.

"Se llama zona batida a aquella que puede ser alcanzada por el paso de un proyectil. Con las armas de tiro curvo hay una zona intermedia de la trayectoria en que ésta es tan alta que



no puede ser alcanzado lo que se halla a nivel del suelo. Hay pues, una zona no batida".²¹

En las armas de tiro tenso, especialmente a cortas distancias, resulta zona batida el nivel del suelo en prácticamente toda la trayectoria.

1.2.3. Balística de efectos

Estudia la forma en que actúa el proyectil al llegar al blanco, cómo queda este proyectil, cómo se efectúa la transferencia de energía cinética y qué efectos tiene sobre el objetivo, cómo funcionan los proyectiles especiales, etc.

"La balística de efectos tiene diversas ramas, según los puntos de vista desde los que puede ser estudiada, así la balística forense que trata de la identificación de un arma a través de un proyectil por sus marcas, las del rayado, la trayectoria, etc., todo lo cual tiene un alto interés policial desde el punto de vista de la identificación".²²

Se encarga del estudio de todas las consecuencias y efectos que puede producir el proyectil disparado por un arma de fuego, desde el primer impacto, hasta que se haya detenido.

²¹ **Ibid.**

²² **Ibid.**



Le compete a esta parte de la balística, examinar y determinar las causas de las deformaciones sufridas por el proyectil, todo lo acontecido luego del primer impacto, hasta que se detiene. También le corresponde analizar el grado de penetración que tiene un determinado cartucho y a través del mismo, la distancia de disparo.

“Dentro de esta parte de la balística encontramos todo lo referido a las fragmentaciones y a los efectos explosivos del proyectil”²³.

Otra rama sería la balística de las heridas y su complemento la cirugía de guerra, que estudia, desde el punto de vista médico, los efectos de un proyectil sobre un cuerpo vivo y los que produce en los diferentes órganos a que puede afectar, así como la forma de tratar las heridas que produce.

Otra de las ramas es la que estudia la efectividad de los proyectiles, para cumplir el objetivo que se pretende de un arma defensiva y que se desarrolla en otro tema.

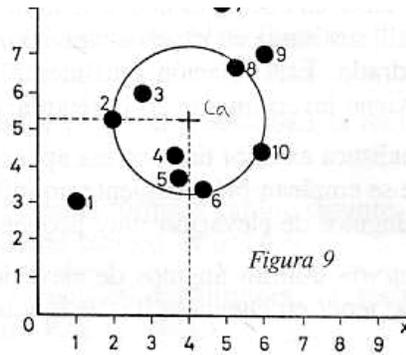
No obstante, mencionamos algunos efectos de interés como la precisión, que es la capacidad para alcanzar un punto concreto por parte de sucesivos disparos, pues se desea que impacten lo más próximos posible y formen una concentración.

²³ Zajaczkowski, **Ob.Cit.**, pág. 49



“Hay dos formas de medir las concentraciones de los disparos:

- Por el radio medio (fig. 9)”²⁴.



Fuente: Martínez Macías, José et.al., **Tiro, armas y explosivos**, pág. 103.

Distancia 100 m.		Número de disparos 10	
Abscisa	Ordenada	Distancia de los disparos al centro del agrupamiento	Centro de agrupamiento (Ca)
Impacto núm. 1.= 1,10	3,00	3,75	
Impacto núm. 2.= 2,00	5,25	2,00	X = 4,02
Impacto núm. 3.= 2,70	6,00	1,60	Y = 5,28
Impacto núm. 4.= 3,80	4,50	0,80	
Impacto núm. 5.= 3,80	4,00	1,40	
Impacto núm. 6.= 4,25	3,45	1,80	Radio medio
Impacto núm. 7.= 5,10	8,30	3,10	
Impacto núm. 8.= 5,25	6,75	1,80	2,07 cm.
Impacto núm. 9.= 6,00	6,75	2,40	
Impacto núm. 10.= 6,20	4,80	2,10	

²⁴ Martínez Macías, José et.al., **Ob.Cit.**, pág. 103



Suma	40,20	52,80	20,75	
Media aritmética	4,02	5,28	2,07	

Fuente: Martínez Macías, José et.al., **Tiro, armas y explosivos**, pág.103.

- Por medio del sumí perimetro de un rectángulo que contenga a todos los disparos.

Esto sería H+V o dispersión horizontal más vertical.

Ejemplo: (fig. 10).

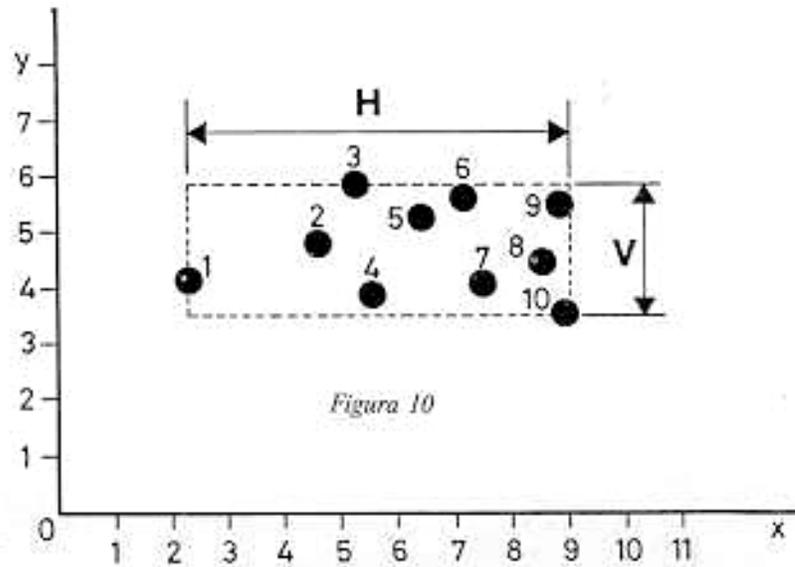


Figura 10

Fuente: Martínez Macías, José et.al., **Tiro, armas y explosivos**, pág. 103.

Distancia 100 m.		Número de disparos 10
Dispersión vertical (V)	2,2 cm.	H + V = 8,9 cm.
Dispersión horizontal (H)	6,7 cm.	
Suma	8,9 cm.	

Fuente: Martínez Macías, José et.al., **Tiro, armas y explosivos**, pág. 103.



La precisión depende de muchos factores: de la fabricación del arma y del cartucho; de la geometría de la bala, que indica lo previsible que resulta la trayectoria para hacerla coincidir con la línea de mira en un punto determinado.

Los efectos especiales, como son los incendiarios, señalizadores, perforantes, etc., así como los que indican el poder de penetración y el de parada, forman el contenido de otros temas.

1.3. Alcance y dirección de la materia:

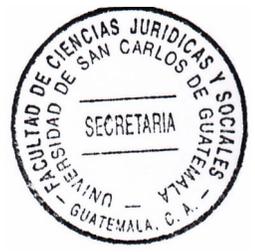
Para comprender aún mejor los alcances y las diversas direcciones que pueden llegar a tener la balística, hemos de señalar denominaciones de diversos componentes de la especialidad.

Se hará especial hincapié en la terminología utilizada en el peritaje de orden balístico, para obtener un glosario.

Armas de fuego: según Emilio F.P. Bonnet, se llaman así porque las primeras que fueron construidas lanzaban una llamarada de por la boca del arma.

“Las armas de fuego se clasifican en cortas y largas, según el tipo, en revólveres, pistolas, escopetas, carabinas, rifles, entre otras”.²⁵

²⁵ Zajaczkowski, **Ob.Cit.**, pág. 49.



Las armas de cañón liso se denominan así porque el interior del mismo es totalmente liso, sin estrías. Por ejemplo, las escopetas.

Las armas de cañón rayado se caracterizan porque el interior del cañón presenta surcos o estrías, que corren paralelas entre sí y direccionan el giro del proyectil.

El revólver es un arma de fuego con cilindro giratorio; puede ser, según su diseño, de simple y doble acción.

El revólver de simple acción requiere dos operaciones para efectuar el disparo: la primera, retraer (cargar) el percutor hacia atrás para dejarlo en posición de disparo (montado) y al segunda, presionar la cola del disparador.

Los que siguen son dos ejemplos de revólveres de simple acción.

En el caso del revólver de doble acción, el gatillo o cola de disparador realiza por sí sólo ambos pasos, con sólo presionarlo.

Se denomina pistola al "arma de fuego corta que se martillea, apunta y dispara con una sola mano. Las primeras pistolas, denominadas "de arzón", aparecieron en el siglo XVI,



pero tenían el inconveniente de que no podrían ser disparadas en rápida sucesión".²⁶

Para incrementar la capacidad de disparo se idearon pistolas de dos cañones fijos y de varios cañones que se giraban a mano. Pero en 1836 Samuel Colt inventó un revólver en el cual bastaba la caída del percutor para que un tambor girase y pusiera en el cañón un nuevo proyectil.

Su escasa precisión fue la causa de su sustitución por las pistolas automáticas, que aprovechan la fuerza de retroceso de cada disparo para abrir la cámara, expulsar la vaina, introducir un nuevo cartucho y montar el arma.

Las pistolas pueden ser de tiro a tiro; semi-automáticas y automáticas.

Las semi-automáticas son armas que utilizan la fuerza de retroceso de los gases producidos con cada disparo: cada vez que se desee efectuar un disparo, se debe presionar la cola del disparador.

"Las automáticas son similares a las anteriores, con la diferencia de que será suficiente mantener presionada la cola del disparador para descargar todos los cartuchos existentes en el almacén cargador".²⁷

²⁶ **Ibid.**

²⁷ **Ibid.**



1.4. Bases físicas de la balística

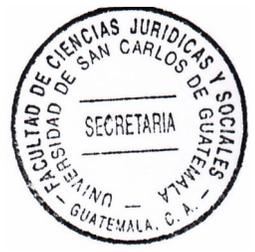
1.4.1. Velocidad

En física, la velocidad tiene dos componentes. La velocidad o valor del movimiento y la dirección del movimiento. Como se utiliza comúnmente en el campo de armas de fuego, la velocidad se refiere simplemente a la velocidad de la bala o proyectil a un punto predeterminado de su trayectoria. Los fabricantes de cartuchos usualmente publican tablas de balística en las cuales muestran la velocidad aproximada del proyectil de un cartucho en particular a la boca del arma. En el caso de rifles, la velocidad final también se muestra usualmente a distancias de 100, 200 y 300 yardas, y las figuras de energía correspondientes también están dadas por los mismos puntos de distancia.

La velocidad se expresa comúnmente en pies por segundo (fps); por ejemplo, un cartucho .38 especial con 158 granos puede tener una velocidad de 855 fps.

1.4.2. Energía

“Existen dos tipos básicos de energía. Estática o energía potencial y movimiento o energía cinética. En armas de fuego y balística el término “energía” se refiere a energía cinética o energía debida a movimiento. Energía, la capacidad de hacer trabajo está expresada en pies-libras (ff-lb). Esta unidad se refiere al trabajo (o fuerza) resultante cuando un peso de una libra es lanzado desde una altura de un pie. Por ejemplo, el



antes mencionado proyectil .38 especial de 158 granos a una velocidad de 855 fps debe tener una energía de 256 pies-libras. La fórmula para el cálculo de la energía cinética es":²⁸

$$E = \frac{Mv^2}{2}$$

1.4.3. Inercia

"La inercia está definida por la primera ley de Newton referida al movimiento la cual básicamente indica que un cuerpo en reposo tenderá a permanecer en movimiento si no actúan sobre éste fuerzas externas. Un proyectil que ha sido disparado de un arma a través del cañón, tiende a continuar en movimiento, pero su vía (trayectoria) y su velocidad será cambiada por las fuerzas externas como son la resistencia del aire y la gravedad"²⁹.

1.4.4. Gravedad y trayectoria

La gravedad es la fuerza de atracción ejercida por un cuerpo celestial tal como la tierra. Esta es la fuerza que causa todo objeto que está suspendido, incluyendo proyectiles, que caen a la tierra. Tan pronto como un proyectil sale del cañón del arma, la gravedad empieza a actuar sobre él, dirigiéndolo hacia la tierra. En cuanto el proyectil sale del arma, este empieza a dirigirse hacia la tierra, el movimiento siguiente, que presenta forma de curva es llamado trayectoria.

²⁸ Moreno González, L. Rafael, **Balística forense**, pág. 35

²⁹ **Ibid.**



Usualmente una distancia ligeramente corta, y la trayectoria puede ser en la mayoría de los casos una línea recta. A grandes distancias el trayecto curvo del proyectil es más aparente.

Debido a la acción de la gravedad, "un proyectil debe de sobresalir de la línea de la mira, de acuerdo con la fuerza de gravedad. La aceleración hacia debajo de un objeto producida por la gravedad es de aproximadamente 32 fps. A velocidades altas la distancia es mayor y puede recorrerla antes de empezar a caer, en consecuencia la menor compensación por dicha caída debe estar dada por la distancia. Esta fuerza se describe como un recorrido del proyectil que va hacia delante y al exterior tan lejos como sea posible antes de que se empiece a ejercer la gravedad".³⁰

1.4.5. Coeficiente balístico

Este es un término técnico (abreviado como C) que se usa para describir la capacidad de un proyectil para mantener su velocidad contra la resistencia del aire.

M

Matemáticamente se calcula por una fórmula $C = \frac{M}{I d^2}$

$I d^2$

"En la cual: M es masa, I es un factor y d es el diámetro, en al cual la densidad seccional (peso en relación o una sección transversal) de un proyectil es dividido por un factor (forma del proyectil). A mayor coeficiente, mayor eficiencia del proyectil. La resistencia del aire y la gravedad son las dos

³⁰ **Ibid**, pág. 36.



fuerzas principales que actúan en el proyectil durante su trayectoria y posteriormente del impacto sobre el blanco. Un ejemplo del efecto de la resistencia del aire puede determinarse por la pérdida de velocidad resultante en la trayectoria de un rifle largo .22 con proyectiles de 40 granos (peso). Su velocidad de 1335 pies por segundo desde la boca del arma pasará a 1045 pies por segundo a 100 yardas por la resistencia del aire. Esto representa una pérdida de aproximadamente el 22% de la velocidad inicial. Con un mejor coeficiente balístico del proyectil, existirá menor pérdida de velocidad en distancias grandes".³¹

1.4.6. Estriás

Se le da el nombre de estriás a una serie de espirales o muescas grabadas en el interior de los cilindros de las pistolas y rifles. Las altas o elevadas partes del interior del cañón que han sido marcadas con las muescas son llamados surcos. Las estriás espirales del cañón, que están compuestas por un número igual de surcos y muescas, pueden girar hacia la derecha (sentido de las manecillas del reloj) o hacia la izquierda (sentido contrario a las manecillas del reloj), y dependerá de la preferencia del fabricante. El número de surcos y muescas puede variar desde dos a más de veinte; sin embargo el más común es de seis.

"El propósito de las estriás es la de dar un giro al proyectil para estabilizarlo durante su trayectoria (acción giroscópica). Una fuerza que se compara con la del espiral de

³¹ **Ibid**, pág. 37



un proyectil es la que se le da a un balón en partidos de fútbol".³²



Fuente: Moreno González, L.Rafael, **Balística Forense**, pág.38.

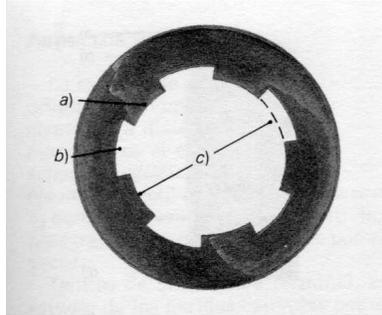
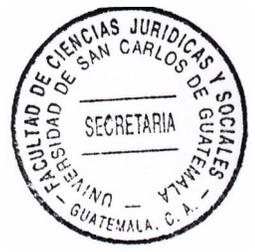
1.4.7. Calibre

El calibre de un rifle o pistola corresponde al diámetro del cañón medido entre dos campos opuestos. En los Estados Unidos e Inglaterra, el calibre se mide en décimas de pulgada. En Europa el calibre es medido en milímetros. El ejército de los Estados Unidos estableció el cambio a medidas en el sistema métrico para determinar el calibre. En escopetas el número del calibre está en relación con el número de perdigones que entran en una unidad de peso. Seré más explícito: Una libra de plomo, 454 gramos, se reduce a esferas iguales. El diámetro de cada una de ellas determina el calibre de la escopeta. Así tenemos que, dividida la libra en 12 esferas, el diámetro es de 18.60 Mm. que es el calibre de la escopeta del 12.

"Daremos el calibre en milímetros de las escopetas más usadas: 12: 18.60mm; 16: 17.60 Mm.; 20:16.10 Mm.; 24: 15.10 Mm.; y 32: 13.10 Mm."³³.

³² **Ibid**, pág. 38

³³ **Ibid**, pág 39



Fuente: Moreno González, L.Rafael, **Balística Forense**, pág.38.

1.5. Armas de fuego

1.5.1. Evolución histórica:

Las armas, junto con el fuego, fueron los más grandes descubrimientos de la Prehistoria del hombre. Ya en la Edad de Piedra construyó sus primeras armas, que le permitieron atacar y defenderse de los animales; por lo tanto el uso de éstas y otros útiles estuvo directamente ligado a la evolución del hombre, diferenciándolo del resto de los demás seres.

“Al principio les sirvieron para la caza; luego, para defender sus rebaños de las fieras y de los cuatreros, y después, para la guerra, dándole seguridad y confianza en sus propias fuerzas físicas e intelectuales. El pueblo que mejores armas tenía y que mejor las manejaba era el que dirigía la historia”.³⁴

³⁴ Martínez Macías, **Ob.Cit.**, pág. 19



El hombre fue evolucionando de las armas blancas hasta llegar a utilizar diferentes fuerzas motrices para impulsar un determinado tipo de proyectil, las armas de tiro, tales como:

- La fuerza muscular del tirador. (Ejemplo: la lanza)
- Elasticidad de ciertos materiales. (Ejemplo: el arco)
- La fuerza centrífuga. (Ejemplo: la honda)
- La expansión de los gases. (Ejemplo: la pistola)

Esta capacidad de abatir blancos a distancia aumentaba enormemente las posibilidades de éxito de un individuo frente a otros congéneres y animales más veloces.

“Con el descubrimiento de la pólvora se produjo una revolución total en los medios utilizados por el hombre para perfeccionar sus sistemas de ataque y defensa, dando lugar a la aparición de las armas de fuego”³⁵.

1.5.2. Definiciones:

“Las armas de fuego son instrumentos de dimensiones y formas diversas, destinados a lanzar violentamente ciertos proyectiles aprovechando la fuerza expansiva de los gases que se desprenden en el momento de la deflagración de la pólvora”.³⁶

³⁵ **Ibid.**

³⁶ Moreno González, **Ob.Cit.**, pág. 20



“Según Emilio F.P. Bonnet, se llaman así porque las primeras que fueron construidas lanzaban una llamarada por la boca del arma”.³⁷

Todo instrumento destinado al ataque o a la defensa. Ofensivas o defensivas, las armas suelen ensombrecer a la humanidad desde el delito a la guerra, sin excluir empleos al servicio del bien y de lo justo.

1.5.3. Datos que identifican un arma de fuego

- Tipo
- Marca
- Modelo
- Calibre
- Número de serie
- País de fabricación
- Características especiales

1.5.4. Clasificación de las armas de fuego

1.5.4.1. Doctrinaria

Por la longitud del cañon

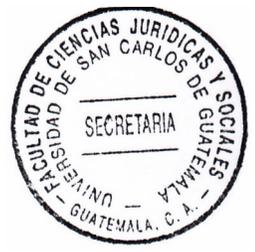
- Armas de fuego cortas

- Armas de fuego largas

Por el tipo de ánima del cañón

- Anima rayada

³⁷ Zajaczkowski, **Ob.Cit.**, pág. 49



- Anima lisa

Por la carga que disparan

- Proyectil único
- Proyectil múltiple

Por la forma de cargarlas

- Retrocarga
- Ante carga

Por su forma y funcionamiento

- Pistola
- Revólver
- Fusil
- Ametralladora
- Carabina
- Otras

1.5.4.2. Otra clasificación de armas de fuego³⁸

		Cañón de mano	
		Llave de mecha	
	Avant.- carga	Llave de chispa	
		Llave de percusión	
		Sistema de	

³⁸ Zajaczkowski, **Ob.Cit.**, pág. 51.



		Lefau-heux	
	Retrocarga	De fuego anular	
		De fuego central	
Por el sistema			
De ignición		De un tiro	
		De repetición	
	Pistolas	Semi- automáticas	
		Automáticas	
		De acción simple	
	Revólveres	De acción doble	
		Semi- automáticos	
			Automáticas
	Cortas	Pistolas	Semi automáticas
		ametralladoras	Mixtas
			Semi automáticas
			De repetición



		Escopetas	De tiro simple
			De un cañón
Portátiles			De dos cañones o más
			De un tiro
	Largas		De repetición
		Fusiles	Semí-automáticos
			Automáticos
			De repetición
		Carabina	Semí-automática
			Automática

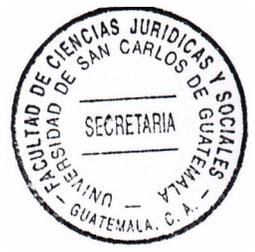
Fuente: Zajaczkowski, Raúl Enrique, **Manual de criminalística**, pág. 50

1.5.4.3. Clasificación de las armas de fuego según la Ley de Armas y Municiones Decreto número 39-89 del Congreso de la República.

		pistolas
	cortas	
		revólveres
deportivas		
cuyo funcionamiento		rifles
Sea mecánico o	largas	carabinas



semi automático		escopetas
y cuyo alcance y poder		
haya sido diseñado		revólveres
para propósito deportivo		pistolas
	caza	rifles
		carabinas
		escopetas
		semi automáticas
defensivas		de acción simple
cuyo funcionamiento	revólveres	de acción doble
Sea mecánico o		de cualquier calibre
semi automático y	pistolas	
siempre que el cañón		de bombeo / repetición
no exceda de		semi automáticas
56 centímetros o de	escopetas	retrocarga / tiro simple (se quiebra)
22 pulgadas		antecarga / carga por enfrente
		pistolas de ráfaga
		(intermitente, múltiple y/o continua)



	uso	
	individual	sub ametralladora
		fusiles militares de asalto
		(gall, ak-47, m16, uzi, thomson, hitaca, etc.)
ofensivas		
fabricadas para uso		ametralladoras ligeras
bélico o modificadas		ametralladoras pesadas
para tal propósito,		cañones ametralladores
Sin número de serie	uso	cañones ametralladores
Con silenciador o	colectivo	aparatos de lanzamiento y puntería de granadas
alta precisión		proyectiles impulsados y propulsados
		gradas
		explosivos (no industriales y/o elementos necesarios para su
		lanzamiento)

1.6. Factores diferenciables de las armas de fuego:

1.6.1. Calibre:

De acuerdo a las características del arma, a través de las cuales se distingue una de otra, existe otro elemento sobre la



base del cual es posible diferenciarlas. Es el referido a la dimensión del diámetro del interior del cañón (se denomina "ánima" al interior del cañón).

Esta medida, que puede ser tomada por un vernier, se denomina calibre, y corresponde al espacio o diámetro interior que existe entre dos posiciones encontradas. Otros autores la definen como el diámetro interno del cañón de un arma de fuego de ánima estriada, medido de estría a estría en el cañón y de macizo a macizo en el proyectil disparado.

En las armas de cañón liso es posible realizar la medición en cualquier posición del interior del cañón. Pero en este caso se establece por la libra de plomo inglesa, la cual se subdivide en partes iguales, una de las cuales se convierte en esfera, ésta se mide y del diámetro resultante se fabrica el cañón correspondiente, de tal manera que si el divisor es 12, el diámetro del cañón será calibre 12; si es 16, el diámetro del cañón será calibre 16 y así sucesivamente; a medida que se incrementa el divisor, disminuye en forma sustancial el calibre, es decir que el calibre 12 equivale a 122 balas esféricas del calibre del ánima, que pesan una libra.

En las armas de cañón estriado, en cambio, sólo es posible realizar la medición entre dos macizos encontrados.

"Los cañones estriados tienen tres partes diferenciales en su ánima, a saber"³⁹:

³⁹ Zajaczkowski, **Ob.Cit.**, pág. 52



- El macizo
- El campo
- La meseta

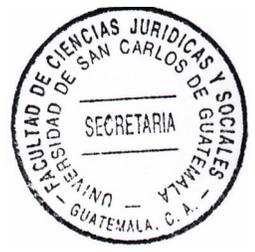
El macizo es la parte original del cañón, que no ha sido troquelada al confeccionarse las estrías y que, luego de realizada la rebaba, queda como superficie del interior del cañón de forma saliente.

El campo es lo contrario, es decir, la porción deprimida del cañón, que se forma al producirse el torculado del mismo.

La meseta es el espacio de unión de ambos sectores, campo y macizo, y está en posición perpendicular a éstos.

"Al calibre del arma de fuego es posible medirlo, o establecerlo, a través de tres o más métodos; describiremos los más conocidos:

- A través del peso relativo del proyectil con relación a la libra (453,59 gramos, o 7.000 grains) se utiliza, entre, otras, en armas de cañón liso, como la escopeta.
 - El diámetro del ánima medido entre dos macizos está dado en milímetros y se utiliza en revólveres y pistolas, a través del sistema métrico: ejemplo 6,35 Mm.; 8,0 Mm., 9,3 mm.
 - Es una figura convencional, obtenida a través de la multiplicación del calibre del arma en milímetros por un número fijo que es 0,03937. Ejemplo: si tomamos el 11,25mm X 0,03937/
-



1= 0,4429125, es decir 0,45; lo que nos dará un número que, redondeado, será el calibre del arma (calibre real)".⁴⁰

Los calibres mayores se expresan con método antiguo, que se obtiene de la medición del número de plomos que calzan en un cartucho.

Salvo, en el caso de las armas denominadas de calibre real, al resto se las conoce como de calibre nominal.

Existen además otros sistemas de asignación de calibres de un arma de fuego, entre los cuales es posible enumerar los siguientes:

- El obtenido a través del peso absoluto del proyectil.
- El diámetro del ánima en la profundidad de las rayas (groove diameter), es decir en los campos.
- El diámetro del proyectil en la zona de forzamiento. El diámetro interno del cuello de la vaina.

1.6.2. Cartucho

"Se denomina así al elemento íntegro que contiene el objeto a propulsar (proyectil), la carga propulsora (pólvora) y la ignitora (fulminante)".⁴¹

La vaina contiene a las otras partes que integran el cartucho.

El proyectil es el cuerpo que será expulsado por impulso de la acción de la pólvora.

⁴⁰ **Ibid**, pág. 53.

⁴¹ **Ibid.**, pág. 54



La combustión de la carga propulsora libera los gases necesarios para impulsar al proyectil.

El fulminante es la cápsula que contiene el explosivo que ignita la pólvora.

Los cartuchos pueden ser:

- Con proyectil blindado.
- Con proyectil de plomo desnudo.
- Para arma de cañón liso, bala, postas, perdigones.

1.6.3. Pólvora

Es un compuesto, mezcla de diversas sustancias, utilizado como propulsor del proyectil. Existen diversos tipos de pólvoras, que varían en su utilidad de acuerdo con el compuesto que tienen. Entre las más importantes podemos mencionar:

- Pólvora negra
- Pólvora cloratada
- Pólvora pícrica

Las pólvoras sin humo pueden tener base simple o nitrocelulosa; base doble, nitrocelulosa y nitroglicerina; o base múltiple (estos compuestos más algún otro que varía).



Las pólvoras vivas (comunes o de base doble) producen en un lapso muy breve una gran cantidad de gases. Las de grano pequeño (1 a 3mm) causan una deflagración rápida y alcanzan sus presiones máximas aun antes de que se inicie el recorrido del proyectil.

Las pólvoras lentas, de base múltiple, son usadas en certámenes. Tienen granos de 4 a 13 Mm. y orden de modo regular.

Las pólvoras mecánicas o negras se llaman así debido a su color oscuro, producto del grafitado a que son sometidos los granos con el fin de evitar que, por ser malos conductores, se carguen de electricidad estática a consecuencia del roce repetido que ocurre entre ellos; el grafito, buen conductor, impide o atenúa este inconveniente que, desde luego, será más marcado cuando se agita o sacude el receptáculo que contiene la pólvora.

Las denominadas progresivas son de graneado grueso y de combustión débil al comienzo, pero creciente a medida que el proyectil recorre el ánima (tipo A 30/40 francesa).

“El tipo de granulado se indica por las letras F (de fine) y Gj. Existen cinco tipos:



Fg FFg FFFg FFFFg FFFFFg⁴²

1.6.4. Fulminante

Es el elemento que produce la ignición de la pólvora; está contenido en una cápsula.

Las composiciones son diversas, de acuerdo al uso que se le pretende dar, pero los más comunes se basan en mercurio. Ya en 1814 Joshua Shaw, de Filadelfia, había ideado la cápsula, que fue primero confeccionada en hierro; el año siguiente, en peltre y en cobre, un año más tarde. El cebo era encerrado en la cápsula, y un sistema patentado por Joseph Manton en Inglaterra, en 1816, perfeccionó y facilitó la confección del futuro fulminante.

Todos estos sistemas en los que la sustancia detonante estaba alojada en un soporte y podía ser manipulada con él eliminaron rápidamente el pistón - dispositivo caro y complicado- para llegar a la llave de percusión. Fueron empleados muchos modelos de fulminante, todos ellos consistían en una porción de detonante encerrada entre dos discos de cobre de lámina delgada (tipo Lawrence) o contenida en una cápsula que encajaba en la chimenea, que oficiaba de yunque al golpear el martillo sobre ésta.

Tanto los fulminantes primitivos a base de sal mercúrica como las mezclas del tipo antes mencionado, aunque seguras en su manipulación y estables frente a los cambios térmicos, tenían el inconveniente de dañar severamente las ánimas por corrosión y

⁴² **Ibid.**



hacían necesaria una meticulosa limpieza del arma luego de haber sido disparada. La corrosión se debía principalmente a los residuos resultantes de la deflagración del cebo, combinados con los que a su vez derivaban de la combustión de la carga. Tales residuos, muy higroscópicos, provocaban la rápida oxidación de los cañones, especialmente marcada a la salida de las recámaras.

Austria	Fulminato de mercurio	13,7 %
	Clorato de potasio	41,5 %
	Sulfuro de antimonio	33,4 %
	Polvo de vidrio	10,7 %
	Gelatina	0,7 %
Alemania	Fulminato de mercurio	30 %
	Clorato de mercurio	25 %
	Sulfato de antimonio	40 %
	Vidrio molido	5 %
	Barniz	0,5 %
Estados Unidos	Fulminato de mercurio	59,4 %
	Clorato de potasio	21,9 %
	Vidrio molido	15,6 %
	Harina	3,1 %

Fuente: Zajaczkowski, Raúl Enrique, **Manual de criminalística**, pág. 52.

Mencionaremos también algunos de los numerosos modelos ensayados:

Ignición central incluida (*incide primer*). El cebo era dispuesto en la cara interna del culote y no era visible desde



el exterior del cartucho, que a primera vista era semejante a los de fuego anular. A veces, una ligera deformación en el centro de su base indicaba la ubicación de la pastilla detonante.

Ignición central no incluida (*outside primer*). Dentro de los sistemas de este grupo - el más corriente en la actualidad, la cápsula detonante es visible desde el exterior y encaja en un receptáculo usualmente ubicado en la base del cartucho, cuya construcción, así como la disposición del yunque, dan origen a numerosas variedades.

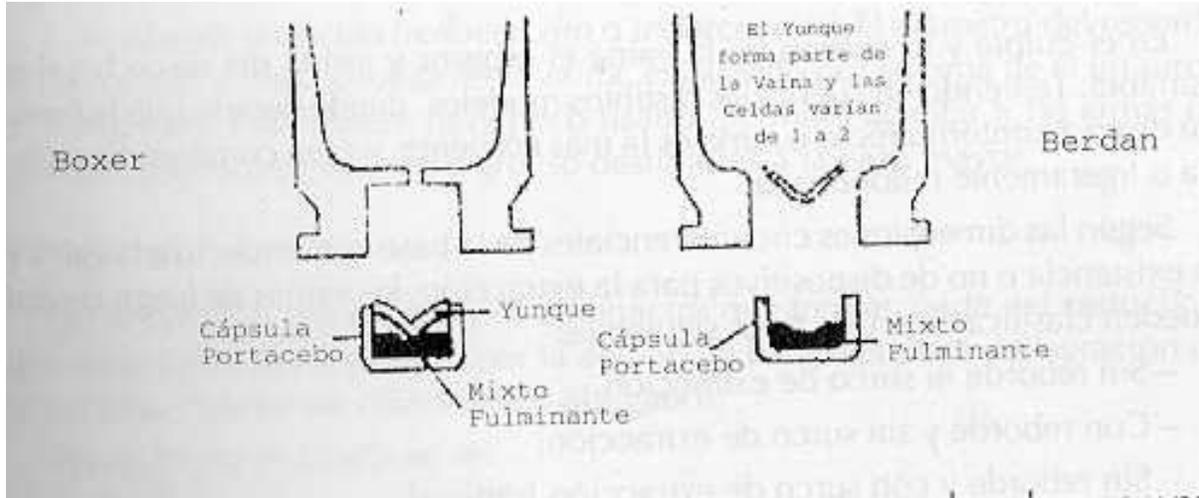
En la actualidad existen dos tipos de ignición central, el Boxer, que fue creado por el coronel Boxer 1866, y el Berdan, originado en los Estados Unidos por el general Berdan entre 1866 y 1870. La diferencia entre ambos consiste en que el Boxer tiene el yunque dentro de su estructura; en cambio, en el Berdan lo tiene la vaina.

En la actualidad se siguen utilizando varios tipos de ignición:

- Anular: Para cartuchos de calibres pequeños y uso deportivo o industrial. En ciertas armas militares para uso de tropas aeroterrestres han sido usados también pequeños cartuchos de este tipo. En ellas, la recarga es imposible



El diagrama siguiente explica la diferencia a la que me refiero:



Fuente: Zajaczkowski, Raúl Enrique, **Manual de criminalística**, pág. 54.

- Radial: Continúa aún fabricándose en Europa para cartuchos de caza y para ciertas municiones de arma corta. La recarga también es imposible.

- Central incluida: persiste todavía en algunas municiones europeas de revólver, y su recarga también es imposible.

- Central exteriormente visible: es la más corriente y la que se adapta a la recarga. En regla general, los cartuchos de procedencia europea llevan fulminantes de tipo Berdan, mientras que las americanas utilizan el Boxer. Sin embargo, existen algunas excepciones y, por lo demás, las fábricas del continente proveen, con destino a la recarga, ambos tipos de fulminante".⁴³

⁴³ **Ibid.**, pág. 55



1.6.5. Vaina:

La vaina, tal como se la conoce en la actualidad, se desarrolló con el advenimiento del cartucho metálico. Su forma puede ser de tres tipos:

- Cilíndrica
- Cónica
- Agolletada

Las vainas cilíndricas constituyeron la norma con el uso de la pólvora negra, y aún hoy se las adopta para los pequeños calibres cargados con smokeless. Como su capacidad estaba prácticamente colmada por la carga, toda variación de ésta involucraba un cambio en la longitud de la vaina; de ahí la frecuencia de vainas de distinta longitud para cartuchos de un mismo calibre con cargas de pólvora negra. En general, estas vainas se adoptaban para las armas de tiro único o de repetición y eran poco viables en las automáticas, a causa de su forma y longitud.

Las vainas cónicas pueden llegar a tener tres formas:
Cono truncado con base menor en el cuello; es la forma más corriente.
Cono truncado con base mayor en el cuello, correspondiente a algunos cartuchos antiguos.
Cilíndrico-cónica, es decir con la posición basal de forma cilíndrica y la anterior cónica.



En el culote y la cabeza de la vaina el espesor y forma del disco basal es variable. Teniendo en cuenta los distintos modelos, puede decirse que la forma de disco a contorno recto o ramo es la más corriente, ya sea con superficie plana o ligeramente redondeada.

Según las dimensiones circunferenciales de la base con respecto a la vaina y la existencia o no de dispositivos para la extracción, las vainas de fuego central pueden clasificarse en los tipos siguientes:

- Sin reborde y sin surco de extracción.
- Con reborde y sin surco de extracción.
- Sin reborde y con surco de extracción (*rimless*).
- Con reborde y surco de extracción (*semi rimmed*).
- Con banda circular de refuerzo en la cabeza (*belted*).
- Con reborde reducido (*reduced rim o indercut rim*).

Sin reborde ni surco de extracción: ya en desuso, la extracción se realizaba por la fuerza de los gases.

Con reborde y sin surco de extracción: el margen saliente del disco basal forma un pequeño resalto destinado a dar apoyo al cartucho en la recámara, por una parte, y a permitir el enganche por la uña del extractor, por otra (cartuchos *rimmed*, designados con una R en la nomenclatura).

La presencia del rebote permite la fijación del cartucho y la conservación de un *head space* uniforme.



Sin reborde y con surco de extracción (*rimless*): En este tipo el contorno del reborde no sobrepasa el diámetro de la cabeza -como en el anterior-. Inmediatamente por encima de él, existe un surco a límite anterior en bisel de unos 30-35. La sección de dicho surco tiene la forma de un trapecio más o menos amplio y el bisel anterior es de oblicuidad variable, según el tipo de cartucho y arma.

Con reborde y surco de extracción (*semi rimmed*): En este caso, el contorno de la base sobresale algo respecto de la cabeza, como en el *rimmed*, pero por encima de él existe un surco o canal de extracción análogo al anterior, aunque en general algo menos profundo. Este diseño tiene la ventaja de suministrar apoyo posterior al cartucho, facilitar la extracción y, a su vez, permitir la fácil carga en clips de lámina.

Con banda circular de refuerzo en la cabeza (*belted*): Este tipo, originado al parecer en Inglaterra para cartuchos de caza de alto poder, tiene según algunos un origen más lejano. Un diseño muy similar podía en efecto observarse en el 41 *Roper*. Es, en suma, una vaina *rimless* con una banda circular abrazando la cabeza inmediatamente por encima del surco de extracción. Este espesamiento, constituye, además, una refijación muy superior en la recámara, por lo que es especialmente adecuado para cargas poderosas.

Con reborde reducido (*reduced rim o indercut rim*): "el diámetro del rebote es menor que el de la cabeza de la vaina, existiendo por encima de él un surco de extracción. Este



diseño, muy poco usado, permitió adaptar a las armas de cerrojo cartuchos de diámetro grueso destinados a la caza mayor”.

1.6.6. proyectil:

Los proyectiles son los cuerpos compactos que forman parte del cartucho y que serán lanzados al espacio por la acción de los gases de la deflagración de la pólvora. Pueden ser cilíndricos o alargados.

Por su forma se clasifican en:

- Ojivales
- Cónicos.
- Redondeados
- Planos

La forma de la base puede ser:

- Cilíndrica
- Cónica
- Tronco - Cónica.

En los blindajes se puede emplear plomo (puro o endurecido), madera, papel, plástico y cera.

Los proyectiles comunes son aquellos que no tienen ninguna particularidad que los condicione para que, durante su trayectoria o en el momento del impacto, tengan un comportamiento fuera de lo normal.



Los proyectiles especiales son los que "han sido fabricados de modo tal que mientras se desplazan en la atmósfera o cuando chocan contra el blanco producen un efecto determinado o se acrecienta el que se obtiene con los comunes".⁴⁴

1.7. Análisis a realizar a partir de una pericia balística:

Las determinaciones que se pueden realizar a través de un peritaje de esta índole son variadas, y van desde los análisis a realizar en el lugar del hecho, hasta los que se efectúan en el laboratorio.

Entre otros, podemos mencionar:

- Aptitud para el disparo
- Aptitud del tirador
- Data del último disparo
- Calibre del arma empleada
- Celosidad del arma de fuego
- Distancia de disparo
- Determinación de la marca y el modelo del arma en la vaina y en el proyectil
- Posición del tirador
- Impacto en vidrio con arma de fuego
- Identificación de vainas y proyectiles.

⁴⁴ **Ibid.**, pág. 59



"Cada una de las determinaciones señaladas se describen sintéticamente a continuación:". ⁴⁵

1.7.1. Aptitud para el disparo:

"La primera prueba a realizar en este caso se hace para determinar si dicha arma pudo haber sido utilizada, es decir, si funciona realmente. Sobre esta base se establecerá si su funcionamiento permitió que fuera empleada para efectuar disparos en el lugar del hecho. La determinación consiste en verificar si todas las piezas componentes del mecanismo del arma se encuentran aptas para permitir el funcionamiento de ella". ⁴⁶

1.7.2. Aptitud del tirador:

Es quizá la prueba más complicada que deba realizar un experto. Para efectuarla, debe hacer disparar al sospechoso tantas veces como considere necesario, utilizando diversos blancos. La comprobación servirá no sólo para verificar la eficiencia de los disparos sino también para establecer la posición que adopta el tirador para efectuarlos, la frecuencia con que los realiza y, principalmente, su espontaneidad para acometer la prueba.

1.7.3. Data del último disparo:

Se puede realizar este examen con algunas reservas debido a que se trata de una prueba de orden cuantitativo antes que cualitativo. Con observar el área de los residuos, el experto

⁴⁵ **Ibid.**, pág. 60

⁴⁶ **Ibid.**



podrá obtener datos que lo orienten, aclarando siempre la limitación de sus precisiones.

También es posible llevar a cabo pruebas de orden físico y químico. Por ejemplo:

- Observar el ánima del cañón tratando de comprobar si despiden el característico olor a pólvora deflagrada (especialmente en disparos recientes).

- Verificar la presencia de nitritos en el ánima del cañón; su aparición, en caso de hallarse nitritos polvorosos, observables a simple vista, indica casi con seguridad la reciente utilización del arma. De ser así, se tratará de verificar microscópicamente su grado de oxidación y su estado; si es posible, deberán ser reproducidos microfotográficamente con película color. Luego se intentará obtener pólvora de un contenido similar y mantenerla en sitios parecidos a los que probablemente fue sometida la muestra sospechosa. Se verificarán cada 12 horas las modificaciones que se producen, hasta llegar a cierta similitud.

- Observar la presencia de huellas de oxidación (herrumbre) en el ánima. Al no detectar signos de nitritos polvorosos pero apreciar signos de suciedad, humedad o herrumbre en el arma, que persisten luego de varios disparos, se podrá casi con seguridad establecer que el arma no fue utilizada durante un tiempo considerable.

- *Dermotest o dermonitrottest.* Cuando se sospecha que la mano de una persona puede presentar signos que indiquen la existencia de residuos provocados por disparos de arma de fuego, se podrá realizar la denominada prueba de *dermotest o dermonitrottest*



mediante la técnica siguiente (es necesario señalar que esta técnica ha sido descartada por la gran mayoría de los profesionales, debido a los errores que sus resultados inducen en los jueces):

Se impregna un papel filtro o *Whatman* con una solución de ácido nítrico al 5% (el papel y el ácido deben estar libres de impurezas).

Luego se coloca el papel filtro entre la parafina y la mano, recogiendo de esta manera entre un 50 y 60% de restos; se efectúan toques con el reactivo de Iynge -a base de ácido sulfamílico- y se observan los resultados fugaces obtenidos.

El reactivo se prepara de este modo:

- Solución a) 0,5 gr. de ácido sulfamílico en 150 cc de ácido al 10%.
- Solución b) 0,1 gr. de alfa-naftilamina en 20 cc de agua destilada. Se hierve la mezcla y se filtra con algodón; luego se agregan 150 cc de ácido acético al 10%.
- Se mezclan las soluciones a) y b) y se deja reposar.
- Se vierte todo en un matraz con 500 cc de agua destilada y se calienta a baño de María luego se lava la parafina con un agitador de vidrio. Cuando ésta se solidifica, se extrae la mitad del agua por un orificio, se vierte en ella 0,5 cc de ácido sulfúrico concentrado, se adiciona el reactivo -a razón de 20 cc por cada 5 cc de líquido- y, si hay nitratos, aparecerá un color azul.



1.7.4. Calibre del arma empleada

Es posible realizar esta determinación a través de varios elementos obtenidos del lugar del hecho, a saber:

- Heridas en un cuerpo humano: es posible realizarlas con bastante aproximación en aquellos casos en que un cuerpo presente disparos de armas de diferentes calibres, tratando de determinar el calibre del arma homicida.

Partiendo de la base de la elasticidad de la piel, la lesión producirá un orificio de menor dimensión que el calibre real del arma; al verificarlo se deberá incluir las denominadas zonas de enjugamiento y contusión. Si se verifica con iluminación e instrumental óptica adecuado, se observará que entre esta zona y las de ahumamiento y falso ahumamiento existe un espacio en blanco que define perfectamente el límite del diámetro del proyectil.

- Impactos y/o perforaciones en una pared, tejido, árbol, etc. Si luego del impacto hay un rebote hacia otro punto, primero se debe verificar la dirección del impacto con líneas que prolonguen dicha marca. Luego se buscará el sector más profundo y, sobre la base de las tablas adecuadas, el calibre del proyectil. Si, en cambio, lo observado es una perforación, ésta será siempre inferior al calibre del arma empleada. En el caso de tejidos -lana, hilo, etc.- el orificio tiende a ser más grande que el calibre del arma.



- Hallazgo de vainas servidas y proyectiles. En este caso, la determinación es sencilla debido a que lo necesario es tomar la dimensión en forma correcta, de este modo se obtendrá el calibre del arma empleada.

1.7.5. Celosidad del arma de fuego:

A veces, el autor de un hecho delictuoso o de un accidente con arma de fuego puede argumentar que el disparo fue accidental. Para determinarlo se realizarán pruebas dinámicas diversas que permitan establecer la fuerza en kilogrametros que es necesario utilizar para que, presionando la cola del disparador, se accione el mecanismo de disparo.

1.7.6. Distancia del disparo:

Se puede comprobar sobre la base de los siguientes elementos:

- Profundidad de la perforación en un determinado cuerpo y su dirección, que se obtiene tratando de verificar, a través de una radiografía, la ubicación del proyectil. La profundidad de la perforación de un determinado cuerpo es variable según el calibre, tipo de arma empleada y tipo de cartucho. La mejor forma de determinarla es mediante pruebas de comparación, tratando de reproducir las condiciones con que se efectuara el disparo.



- La presencia de varios rebotes producto de un solo disparo - por ejemplo en el interior de la masa craneana- hará necesario que se verifique la exacta ubicación del primer impacto; sobre la base de su proyección a través del orificio de entrada, se debe obtener además la distancia aproximada de disparo.

- Orificio de entrada y salida en un cuerpo cualquiera. Cuando el proyectil continuó su trayectoria fuera del cuerpo, dejando el orificio de entrada y salida, se verificara la trayectoria inferior. Posteriormente, se proyectarán dichos puntos, sobre la base de los cuales se logrará determinar la distancia de disparo.

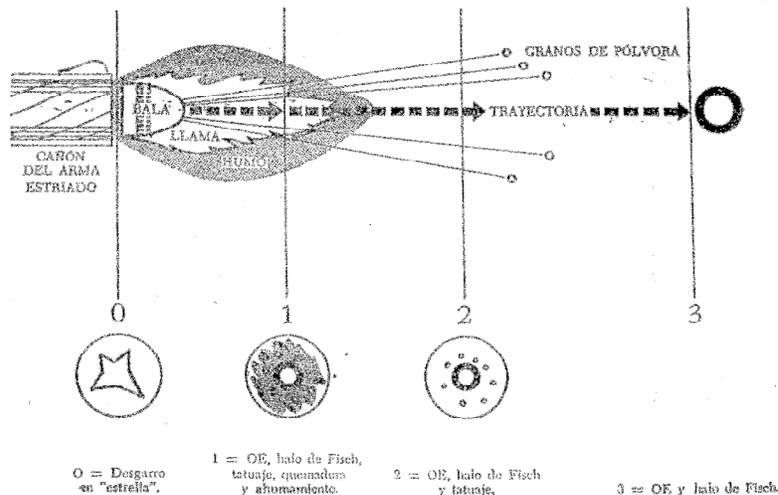
- Zonas de ahumamiento y falso ahumamiento (tatuaje y falso tatuaje). Si se observan alrededor del orificio de entrada gránulos de pólvora conformando una zona ennegrecida, se comprobará la amplitud de la figura que forma. También será necesario verificar si existen incrustaciones sobre la piel o tejido que produjeran quemaduras sobre la superficie; en este caso se estará ante la denominada zona de tatuaje o ahumamiento. Si al pasar algodón o gasa sobre la zona se desprenden algunos gránulos de pólvora, se estará ante la presencia de la zona de falso tatuaje o falso ahumamiento.

Ambas zonas tienen su configuración a determinada distancia del disparo que guarda relación con el calibre del arma empleada, con la marca y modelo y con el cartucho utilizado, pudiéndose tomar como referencia la siguiente enumeración:



- De 0 a 1 centímetros de distancia de la boca del cañón del arma a la zona de impacto se produce la denominada zona de llama, con chamuscamiento de piel, vellos y pelos, desgarramiento de la piel en forma de estrella.
- De 1 a 10 centímetros de distancia de la boca del cañón del arma a la zona de impacto se produce el halo de Fisch, tatuaje, quemadura y ahumamiento.
- De 1 a 20 centímetros de distancia de la boca del cañón del arma a la zona de impacto se produce el halo de Fisch y tatuaje.
- De 1 a 30 centímetros de distancia se produce el halo de fisch.

“En el esquema que sigue se representan los efectos de las lesiones que produce un proyectil en la superficie en contacto de acuerdo a la distancia del disparo”.⁴⁷



Fuente: Zajaczkowski, Raúl Enrique, **Manual de criminalística**, pág. 63.

⁴⁷ **Ibid.**, pág. 63.



1.7.7. Determinación de la marca y el modelo del arma empleada, mediante las marcas registradas en la vaina

De acuerdo al tipo de calibre, modelo y marca, el fabricante le imprime ciertas modificaciones a algunas piezas del arma que son características importantes para saber el origen, marca y modelo de la misma.

Sabremos si se trata de un arma automática por las marcas características del casquillo o vaina, espaldón, extractor, percutor y uña extractora. En cambio, en los revólveres y pistolas de tiro a tiro, aparece sólo una o dos de las marcas, que corresponden al percutor y, en casos extremos, al botador. Otro dato importante será la ubicación de una marca en relación con otra, así como también su forma.

“En cuanto a los proyectiles, es posible obtener datos a través de la cantidad de estrías, del tipo de proyectiles y de su forma, pues cada arma, según la marca y el modelo, tiene una determinada cantidad de estrías, las cuales tienen, además, una inclinación variada”.⁴⁸

1.7.8. Posición del tirador

Es posible establecerla siempre y cuando se obtengan con claridad en el lugar del hecho varias marcas que orienten y permitan determinar la trayectoria del disparo estudiado. Si a

⁴⁸ **Ibid.**, pág. 64



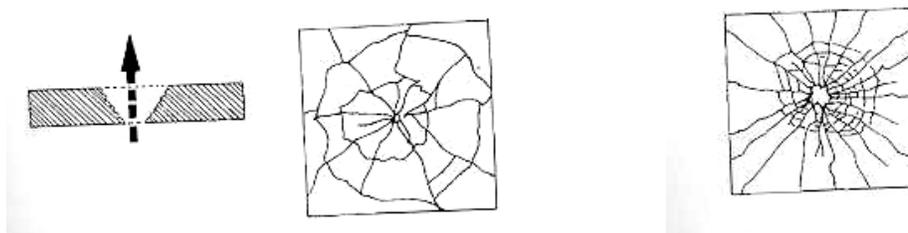
este dato se le suma la distancia del disparo y altura del tirador, es posible determinar entonces suposición.

1.7.9. Impacto en vidrio con arma de fuego

Con base en él, se puede determinar la trayectoria, dirección, calibre del arma y en algunos casos, si el vidrio perforado está íntegro, la proyección del disparo. Esto último se logra a través de las denominadas marcas de "cráter" producidas por el desprendimiento de sectores del plano del vidrio, del lugar donde se incrustó el disparo.

Considerando los rasgos de la rotura y sobre la base de su morfología es posible determinar la dirección del disparo: si el mismo es ascendente, las ondas de unión de dichos rayos estarán más juntas en el sector superior de la perforación.

En el esquema siguiente vemos un ejemplo de lo descrito en un corte en perfil y frontal donde se aprecia con claridad el "cráter" que se forma en un vidrio al pasar un proyectil a través de él y el desprendimiento de sectores del plano del vidrio.



Fuente: Zajaczkowski, Raúl Enrique, **Manual de criminalística**, pág. 65.



1.7.10. Identificación de vainas y proyectiles

“Sobre la base de las diversas marcas que deja estampadas el arma en vainas y proyectiles luego del disparo, es posible determinar la identidad del mismo, o su correspondencia. Para ello es necesario contar con buenos elementos de comparación, como por ejemplo un microscopio adecuado y equipo computarizado para comparación de alta resolución”.⁴⁹

1.8. Peritaje balístico

1.8.1. Definición de perito:

“Perito(a) Adj. Sabio, práctico, versado en un arte o ciencia: perito en materia de vinos. (SINON. V. Diestro.) // -- M. Persona autorizada legalmente para dar su opinión acerca de una materia: consultar a un perito mercantil. (SINON. V. Técnico) //Grado inferior en las carreras técnicas o mercantiles”.⁵⁰

Perito. El Diccionario de la Academia lo define con toda exactitud en estos términos: sabio, experimentado, hábil, práctico en una ciencia o arte. //El que en alguna materia tiene título de tal, conferido por el Estado. // En sentido forense, el que, poseyendo especiales conocimientos teóricos o prácticos, informa, bajo juramento, al juzgador sobre puntos litigiosos en cuanto se relacionan con su especial saber o experiencia. Couture dice que es el auxiliar de la justicia

⁴⁹ **Ibid.**, pág. 66

⁵⁰ García-Pelayo, **Ob.Cit.**, pág. 791.



que, en el ejercicio de una función pública o de su actividad privada, es llamado a emitir a su ciencia, arte o práctica, asesorando a los jueces en las materias ajenas a la competencia de éstos.

El informe o dictamen de peritos constituye la llamada prueba pericial (v.), de aplicación a toda clase de juicios. La designación de los peritos puede hacerse a petición de las partes o de oficio por el juez o tribunal ya sea, en este último caso, para dirimir la discordia entre los peritos de las partes, o porque el juzgador lo estime necesario para su mejor ilustración.

En Derecho Procesal se ha discutido si el informe pericial contiene un valor absoluto, a cuya aceptación esté obligado el juez, o si no pasa de ser una de tantas pruebas sometida a la valoración judicial, relacionándola con todas las demás resultancias que consten en los autos. Este segundo criterio es el prevaleciente en la doctrina y el más aceptado para los fines judiciales.

Aun cuando los peritos más corrientes en los tribunales son los que tienen conocimientos médicos, caligráficos, contables, químicos, balísticos, pueden serlo también quienes, aun no teniendo títulos habilitara otras materias de las infinitas que pueden interesar a un pleito civil o a una causa criminal.



1.8.2. Definición de peritaje Y peritación:

“Peritación. f. y peritaje m. Trabajo o estudio del perito”.⁵¹

“Peritación. El análisis, trabajo o labor de un perito”.⁵²

“Peritaje. Estudio o informe pericial”.⁵³

1.8.3. Definición de peritaje balístico:

Es el estudio, análisis e informe que realiza un perito a los indicios o evidencias consistentes en vainas, casquillos u otro elemento correspondiente o que tenga que ver con la balística y al concluir con dicho análisis realiza un informe detallado de los resultados.

1.8.4. Clases de peritajes balísticos:

- Inspección ocular balística
- Determinación de calibre
- Análisis microscópico comparativo
- Estudio gravimétrico
- Pruebas de disparo
- Prueba de recuperación de número de serie

⁵¹ García-Pelayo, **Ob.Cit.**, pág. 791

⁵² Ossorio, Manuel, **Diccionario de ciencias jurídicas, políticas y sociales**, pág. 567

⁵³ **Ibid.**



1.9. La prueba

1.9.1. Definiciones:

Conjunto de actuaciones que dentro de un juicio, cualquiera sea su índole se encaminan a demostrar la verdad o la falsedad de los hechos aducidos por cada una de las partes, en defensa de sus respectivas pretensiones litigiosas. Las pruebas generalmente admitidas en las legislaciones son: las de indicios (v.); las presunciones (v.); la confesión en juicio (v.); la de informes (v. prueba de informes); la de instrumental, la llamada también documental (v. instrumentos, prueba instrumental); la testimonial (v. declaración, prueba testimonial); la pericial (v. perito, prueba pericial).

Algunas legislaciones determinan el valor de ciertas pruebas, al cual se tiene que atener el juzgador; pero lo más corriente y lo más aceptable es que la valoración de las pruebas sea efectuada por el juez con arreglo a su libre apreciación.

A más del significado procesal anterior, el de mayor relieve jurídico, prueba es toda razón o argumento para demostrar la verdad o la falsedad en cualquier esfera y asunto. // ensayo o experiencia. // Parte minúscula que se gusta de un producto, o que se examina, para verificar si agrada o si presenta las cualidades apetecidas por el eventual adquirente.

“En los procedimientos son objeto de prueba los hechos controvertidos, y solamente los hechos. Por excepción, que se



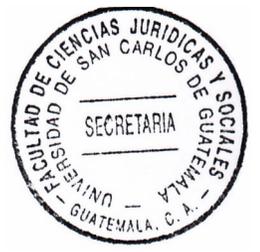
interpreta de maneras distintas, los tribunales exigen a veces que se pruebe la costumbre, no obstante ser fuente jurídica y el Derecho extranjero aplicable a su caso; ambos, en cuanto a su vigencia (v. carga de la prueba)".⁵⁴

1.9.2. Definición de prueba pericial:

Es la que se deduce de los dictámenes de los peritos (v.) Es la ciencia o en el arte sobre que verse la pericia. Bien se comprende que esta posibilidad probatoria es ilimitada, puesto que los juicios civiles o criminales pueden afectar a una gran cantidad de ciencias o artes. Las más frecuentes son la peritación médica, la contable, la caligráfica, la balística, la escopométrica, la dactiloscópica.

Por norma general, el juez tiene la misma libertad para valorar la prueba pericial que con respecto a cualesquiera otras pruebas, contrariamente a la opinión de algunos autores (v. Perito).

⁵⁴ Ossorio, **Ob. Cit.**, pág. 625





CAPÍTULO II

2. Peritaje de absorción atómica:

2.1. Antecedentes históricos:

En 1922, en la "Revista de Medicina Legal de Cuba", se publicó del Dr. José A. Fernández Benítez el Artículo intitulado "Consideraciones sobre las manchas producidas por los disparos de arma de fuego", en el cual el autor recomienda el uso de la parafina para captar los productos nitrados en la mano de la persona sospechosa de haber disparado un arma de fuego, aplicando para identificar los compuestos nitrados el reactivo de *Guttman* (difenilamina-sulfúrica). Al respecto, es de justicia señalar que el procedimiento propuesto por Fernández Benítez fue una modificación del discurrido en 1913 por el Dr. Gonzalo Iturrioz y Font.

Más tarde, aproximadamente en el año 1931, Teodoro González Miranda, del Laboratorio de Identificación Criminal de México, introduce en México el procedimiento de Fernández Benítez, después conocido con el nombre de "prueba de parafina".

"En los Estados Unidos de América se aplicó por vez primera el procedimiento de la parafina en el caso de Margarita Williams, y fue el Sheriff Ayres, del Buró de Homicidios de los Angels, California, el primer técnico norteamericano en usarlo, habiéndolo aprendido directamente de los profesores Benjamín



Martínez y Teodoro González, distinguidos investigadores mexicanos".⁵⁵

No obstante que en principio somos solidarios con el pensamiento de Saferstein, en el sentido de que hasta este momento no se cuenta con una técnica cuyos resultados permitan afirmar sin la menor duda si una persona disparó o no un arma de fuego, también somos conscientes de que los avances científicos y tecnológicos nos aproximan cada vez más al logro de la certeza científica en lo que a este punto se refiere. A este respecto, es claro y determinante el Dr. Roland Hoffman, alto funcionario de la Bundeskriminalamt de Alemania, quien comunica al autor del presente trabajo, en escrito de fecha octubre 10 de 1974, lo siguiente: A nuestro modo de ver, no existe hasta el momento, método alguno que sea aplicable en la mayoría de los casos prácticos y con medios económicos razonables, ofrecidos al mismo tiempo un valor de prueba forense satisfactorio.

2.2. Definición de absorción atómica

"La metodología de absorción atómica se basa en la absorción selectiva de energía, la cual se da cuando la radiación luminosa pasa a través de un vapor atómico de un elemento específico. La absorción generada es directamente proporcional a la concentración del analito".⁵⁶

⁵⁵ Moreno González, **Ob.Cit.**, pág. 78.

⁵⁶ De León de Marroquín, Doreny et.al., **Protocolo absorción atómica**, pág. 5



2.3. Espectroscopia de absorción atómica (AAS) y espectroscopia de absorción atómica sin flama (FAAS):

Ambas son técnicas analíticas de naturaleza física, que permiten identificar y cuantificar el bario, el antimonio, el cobre y el plomo que hubieran maculado la mano de quien hizo el disparo, con la enorme ventaja de que pueden detectar pequeñísimas cantidades de estos elementos (ppm).

Distingue a estas técnicas, fundamentalmente, su muy elevada sensibilidad y acorde con ello su baja incidencia de "falsas positivas". Sin embargo, tienen la desventaja de que si se aplican algunas horas después de haber disparado el arma de fuego, la incidencia de "falsas negativas" es enorme llegando esto al máximo después de las ocho horas.

"Ahora bien, en lo que respecta a la espectroscopia de absorción atómica sin flama (FAAS), se dice que tiene una sensibilidad comparable a la del análisis por activación de neutrones (NAA), según afirma Staton O. Berg".⁵⁷

2.3.1. Técnica de espectrofotometría de absorción atómica sin flama

"En las ciencias forenses se han aplicado una gran variedad de técnicas para determinar si en las manos de un individuo existen residuos procedentes del disparo de un arma de fuego".⁵⁸

⁵⁷ Moreno González, **Ob.Cit.**, pág. 85.

⁵⁸ **Ibid.**, pág. 107.



“Estos métodos en orden cronológico, son los siguientes:

- Prueba de la Parafina: Está basada en la identificación de nitritos y nitratos como productos de la deflagración de la pólvora, siendo descartada ya que los reactivos utilizados reaccionan con los derivados nitrados que se encuentran en diferentes productos de uso frecuente, por ejemplo: cosméticos, fertilizantes, etc.

- Prueba de Harrison-Gilroy. Fue introducida como un método colorimétrico para la detección de bario y antimonio procedentes del fulminante, así como de plomo elemento constitutivo del proyectil presentando una mayor especificidad para la identificación: sin embargo es poco sensible, ya que es necesario contar con microgramos de cada uno de estos elementos.

- Análisis para activación de neutrones. Estudiado en 1964 por Ruch y Col, consiste en determinar la concentración de antimonio y bario por la formación de radioisótopos resultantes de un bombardeo con neutrones. Este método ofrece una mayor sensibilidad, pero no ha sido de la aceptación de los laboratorios forenses, por su elevado costo de operación por su difícil acceso y porque se requieren varios días para realizar un análisis completo.

Por último se han utilizado técnicas de espectrofotometría de absorción atómica sin flama, con el fin de identificar bario, antimonio y plomo en las zonas más frecuentes de maculación producida por el disparo de un arma de fuego.



“Es un método rápido, de fácil operación y cuya sensibilidad es comparable con la del análisis por activación de neutrones, como se puede observar en las tablas que se presentan a continuación”.⁵⁹

2.4. Concentración de bario

Área de muestreo	Absorción atómica sin flama			Análisis por activación de neutrones		
	Límites	(ug)	Media	Límites	(ug)	Media
Control	0.01	0.15	0.05	0.01	0.03	0.01
Región dorsal (mano que disparó)	0.07	3.35	0.76	0.13	3.86	1.13
Región palmar (mano que disparó)	0.07	2.15	0.19	0.08	2.61	0.66
Región dorsal (mano que no disparó)	0.01	0.38	0.11	0.01	0.11	0.05
Región palmar (mano que no disparó)	0.01	0.30	0.12	0.01	0.36	0.11

Fuente: Moreno González, L.Rafael, **Balística forense**, pág.109.

⁵⁹ **Ibid.**, pág. 108



2.5 Concentración de Antimonio

Área de muestreo	Absorción atómica sin flama			Análisis por activación de neutrones		
	Límites	(ug)	Media	Límites	(ug)	Media
Control	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Región dorsal (mano que disparó)	0.06	1.20	0.13	0.01	1.13	0.50
Región palmar (mano que disparó)	0.01	0.11	0.19	0.01	0.83	0.26
Región dorsal (mano que no disparó)	0.01	0.12	0.03	0.01	0.07	0.02
Región palmar (mano que no disparó)	0.01	0.15	0.01	0.01	0.13	0.03

Fuente: Moreno González, L.Rafael, **Balística forense**, pág.109.

Se han descrito diversos estudios realizados por absorción atómica con fines forenses, entre ellos tenemos el de Green y Sauve, quienes utilizaron absorción atómica con flama, encontrando que no era posible detectar concentraciones menores a microgramos de bario y antimonio.

Una técnica alternativa es la espectrofotometría de absorción atómica sin flama y horno de grafito, la cual es capaz de identificar y cuantificar el antimonio, no siendo así en la detección de bario, ya que este elemento reacciona con el grafito formando el carburo correspondiente. Este compuesto presenta un punto de fusión cercano a los 3000° C. Y en virtud



es posible vaporizarlo totalmente, razón por la cual los resultados que se obtengan carecerán de veracidad.

En 1973, Renshaw sugirió el empleo de una banda de tantalio integrada al tubo de grafito, con el fin de prevenir la formación de carburos e incrementar la sensibilidad para los elementos sujetos a estudio, obteniendo excelentes resultados.

El atomizado con banda de tantalio para la determinación plomo, bario y antimonio, resulto ser el más satisfactorio para este tipo de estudios.

2.6. Antecedentes:

La metodología de absorción atómica se basa en la absorción selectiva de energía, la cual se da cuando la radiación luminosa pasa a través de un vapor atómico de un elemento específico. La absorción generada es directamente proporcionada a la concentración del analito.

El principio operacional de un espectrofotómetro de absorción atómica es el siguiente: la fuente de luz es dirigida a través de la muestra atomizada en donde se lleva a cabo la absorción selectiva. La porción transmitida entra entonces al monocromador el cual aísla a la longitud analítica y la envía al detector.

Una señal eléctrica es "resultante la cual es proporcional a la intensidad de la radiación. La señal es entonces procesada



por el amplificador y finalmente traducida a una lectura digital por medio de un dispositivo electrónico".⁶⁰

Un espectrofotómetro consta de los siguientes componentes básicos fuente de luz, inyector, atomizador (horno de grafito), sistema óptico y una fuente de registro (computadora e impresora).

El horno de grafito consiste en un cilindro hueco con un pequeño agujero para muestreo. Para proporcionar protección al tubo de grafito a temperaturas elevadas y disminuir la posible permeabilidad de la muestra, se aplica un recubrimiento pirolítico al tubo. Durante la operación, el tubo es cubierto por una nube protectora de argón y nitrógeno.

Generalmente, el tubo se calienta durante tres etapas (secado, calcinación y atomización) mediante una corriente eléctrica.

La técnica de absorción atómica con horno de grafito es utilizada para la cuantificación de componentes metálicos del fulminante de una munición.

La munición está compuesta por tres porciones: el proyectil, la pólvora y el fulminante.

⁶⁰ De León de Marroquín, **Ob.Cit.**, pág. 5



En el campo de la balística y la física un proyectil es definido como cualquier cuerpo lanzado a través del espacio. La pólvora es explosivo utilizado en balística, la cual está compuesta en un 75% de nitrato de potasio, 15% de carbón y 10% de azufre.

El fulminante de una munición es la sustancia de combustión rápida que al encenderse propaga la explosión de la pólvora. Los elementos encontrados en el fulminante, de algunas municiones, son el bario y el antimonio, los cuales son cuantificados por medio de la técnica de Absorción Atómica con Horno de Grafito.

"La absorción atómica con horno de grafito ofrece las siguientes ventajas: el límite de detección es muy pequeño del orden de ug/ml, se inyecta micro volúmenes de muestra y la inyección es automatizada. Las desventajas que presenta esta técnica son indiferencias físicas o eléctricas con las matrices, fluctuaciones en la atomización y ruido emitida por la pared del tubo".⁶¹

2.7. Elementos en que se basa el análisis de absorción atómica

- Antimonio:

De símbolo SB, es un elemento semimetálico, blanco-azulado y fragil. El número atómico del antimonio es 51, el elemento se encuentra en el grupo 15 (o VA) del sistema periódico. El antimonio presenta por lo general las propiedades de un metal,

⁶¹ **Ibid.**



aunque a veces se comporta como un no metal. Normalmente tiene apariencia metálica.

- Bario:

De símbolo Ba, es un elemento blando, plateado y altamente reactivo. Pertenece al grupo 2 (OIIA) del sistema periódico y es uno de los metales alcalinoterreos. Su número atómico es 56.

Interpretación de resultados y cálculos:

Valores inferiores a 0.4 g de Bario e inferiores a 0.04 ug de Antimonio son considerados como niveles metálicos bajos que no son compatibles con ambiente expuesto a residuos de disparo.

Valores iguales o superiores a 0.4. ug de Bario y 0.04 ug de Antimonio y que la proporción de Ba/Sb sea de 1-10 entonces son considerados como niveles metálicos altos que son compatibles con ambiente expuesto a residuos de disparo.

2.8. Materiales y equipo

2.8.1. Materiales

- Recipientes de polipropileno con tapadera de 100 y 500 ml.
- Balones volumétricos de 25, 100, 500 y 1000 ml.
- *Beackers* de polipropileno de 50 y 100 ml.
- Probetas de 10, 25, 50 y 100 ml.
- Pipetas volumétricas de 1, 5, 10 y 25 ml.
- Micro pipetas



- Perillas
- Gradillas para tubos de ensayo
- Tijeras
- Tubos de ensayo de polipropileno con tapadera a presión
- Hisopos
- Etiquetas
- Bolsas con sello hermético
- Guantes desechables
- Tubos de grafito con recubrimiento pirolítico.

2.8.2. Reactivos y soluciones

- Acido nítrico concentrado de alta pureza
- Agua de ósmosis inversa
- Fosfato de amonio
- Soluciones estándares certificadas de:
 - 1000 ug/ml (ppm) de Ba en HNO₃ al 2%
 - 1000 ug/ml (ppm) de Sb en HNO₃ al 2%
- Solución de HNO₃ al 5% v/v

Preparación:

- Adicionar aproximadamente 800 ml. de agua de ósmosis inversa a un balón aforado de 1000 ml.
- Agregar 50 ml de ácido nítrico concentrado al balón.
- Aforar con agua de ósmosis inversa.
- Transferir la solución a un envase de plástico (polipropileno) usado sólo para este propósito.
- Solución de HNO₃ al 10% v/v
 - Adicionar aproximadamente 800 ml. de agua de ósmosis inversa a un balón aforado de 1000 ml.



- Agregar 100 ml. de ácido nítrico concentrado al balón.
- Aforar con agua de osmosis inversa.
- Transferir la solución a un envase de plástico (polipropileno) usado sólo para este propósito.

▪ Solución madre (stock) de 50 ug/ml. de Ba y 5 ug/ml. de Sb.

Esta solución tiene una vida de hasta cuatro meses.

- Adicionar aproximadamente 200 ml. de solución de HNO₃ al 5% v/v a un balón aforado de 500 ml.
- Agregar 25 ml. del estándar certificado de bario.
- Agregar 5 ml. del estándar certificado de antimonio.
- Aforar el balón con solución de HNO₃ al 5% v/v
- Transferir la solución a un envase de plástico (polipropileno) usado sólo para este propósito.

▪ Solución de trabajo (*working*) de 5 ug/ml de BA y 1 ug/ml de Sb. Esta solución deber prepararse cada vez que se preparen los lotes de estándares analíticos.

Preparación:

- Adicionar aproximadamente 20 ml. de solución de HNO₃ al 5% v/v a un balón aforado de 50 ml.
- Agregar 5 ml. de la Solución Madre (Stock)
- Aforar el balón con solución de HNO₃ al 5% v/v.
- Transferir la solución a un envase de plástico (polipropileno) usado sólo para este propósito.

▪ Solución de lavado con HNO₃ al 1% v/v e isopropanol al 2% v/v.

Esta solución se prepara cuando sea necesario.

Preparación:

- Adicionar aproximadamente 800 ml. de agua de ósmosis inversa en un balón aforado de 1000 ml.
- Agregar 10 ml. de ácido nítrico concentrado



- Agregar 20 ml. de isopropanol
- Aforar el balón con agua de osmosis inversa
- Transferir la solución a un envase de plástico (polipropileno) basado sólo para este propósito.
- Solución modificadora de fosfato de amonio al 4%. Esta solución se prepara cuando sea necesario.

Preparación:

- Adicionar aproximadamente 50 ml de agua de ósmosis inversa en un balón aforado de 100 ml.
- Pesar 4 g de Fosfato de Amonio
- Transferir al balón de 100 ml.
- Aforar el balón con agua de ósmosis inversa.
- Transferir la solución a un envase de plástico (polipropileno) usado sólo para este propósito.
- Argón de alta pureza.

2.8.3. Instrumentos:

- Espectrofotómetro de absorción atómica (GBC Avanta) con horno de grafito (GF 3000), automuestreador (Pal 3000 Auto Sampler), computadora (Hewlett Packard vectra VE) e Impresora (Hewlett Packard Láser Jet 2100 TN).
- Horno de convección
- Agitador eléctrico (Vortex)
- Centrífuga de mesa
- Balanza analítica
- Micro pipetas con capacidad de medición de 10 ul. a 5 ml. (con sus puntas).



El análisis de residuos de disparo mediante absorción atómica puede cuantificar trazas de los metales bario y antimonio, por ello es necesario eliminar cualquier fuente de contaminación que pueda afectar los resultados de las muestras.

El agua potable y el agua desmineralizada pueden contener bario y antimonio, por ello es necesario utilizar agua de osmosis inversa para el análisis de residuos de disparo.

Otra fuente de contaminación puede ser la cristalería utilizada.

2.9. Toma de muestras:

Para la toma de muestras de disparo es necesario que el experto tenga a su disposición el kit específico para llevar a cabo esta actividad. El kit consta de:

- Guantes desechables

- Bolsa plástica con cierre hermético conteniendo:

Tres tubos plásticos con tapadera conteniendo cada uno dos hisopos para la toma de la muestra.

Tres etiquetas para identificar cada tubo como blanco, dorso mano derecha y dorso mano izquierda.

- Acido nítrico al 5%

La toma de las muestras recopiladas de las manos de un posible tirador se hará de la siguiente manera:

- Llenar el formulario de solicitud de análisis de residuos de fulminante.

- Colocarse los guantes desechables.



- Identificar los tres tubos plásticos con sus respectivos hisopos de la siguiente forma: blanco, dorso mano derecha, dorso mano izquierda.
- A cada uno de los hisopos del tubo identificado como blanco, se le adiciona 2 a 3 gotas de ácido nítrico al 5%. Se dejan 30 segundos.
- Humedecer uno de los hisopos del tubo identificado como dorso mano derecha, con 2 a 3 gotas de ácido nítrico al 5% y limpiar con uno de ellos el dorso del pulgar, el índice y el área de conexión de la mano derecha del posible tirador por un período de 60 a 90 segundos. Rotar el hisopo mientras se efectúa el frote. Repetir el mismo procedimiento con el segundo hisopo en la mano derecha.
- Realizar el mismo procedimiento descrito en el numeral cinco con los hisopos identificados como dorso mano izquierda.

2.10. Acciones a considerar para tomar la muestra:

- No dar la mano en forma de saludo al sospechoso.
- Lavarse bien las manos antes de realizar el muestreo.
- Usar guantes nuevos cada vez que se elabore un muestreo.
- Sujetar el antebrazo de la persona a muestrear con una mano y con la otra hacer el frote.
- El frote en las manos debe realizarse ejerciendo una presión moderada mientras se pasa el hisopo sobre la mano. Además, se debe rotar el hisopo durante el procedimiento para asegurar que toda la superficie de la punta del algodón es usada.
- Tomar muestras inmediatamente después de arrestar al sospechoso.



- El muestreo debe realizarse lo más pronto posible después del disparo, no hacerlo después de transcurridas cinco horas, preferiblemente antes de tres horas.
- Al aplicar el ácido nítrico al 5% a los hisopos adicionar de 2 a 3 gotas para humedecerlos, no los empape. Para administrar una cantidad adecuada de ácido, mantener el gotero en posición horizontal por encima y casi tocando la punta del hisopo y presionar suavemente el envase.

2.11. Casos en los que el análisis de residuos de fulminante no provee información de valor

- Los elementos bario y antimonio son componentes de la mayoría de las mezclas de fulminantes de las municiones y se encuentran regularmente como residuos de disparo.
- Niveles significativos de estos metales pueden depositarse en las manos de:
 - Aquel que ha disparado un arma de fuego
 - Aquel que esté cercano al arma de fuego cuando se haya disparado
 - Aquel que ha manejado algún arma o componente de munición.

No es común encontrar niveles altos de bario y antimonio en individuos que no están relacionados recientemente con un arma de fuego o algún componente de munición.

2.11.1. Niveles significativos:

Los niveles significativos de bario y antimonio significa: que estas cantidades son consistentes con que la persona ha



estado en contacto con un arma de fuego o algún componente de la munición.

2.11.2. Niveles insignificantes:

Niveles de bario y antimonio no detectados se deben a que la persona:

- No ha estado en un ambiente de residuos de disparo.
- Haber estado en un ambiente de residuos de disparo pero cantidades significativas no se depositaron en sus manos.
- Habérsele depositado residuos de disparo significativamente en sus manos pero que se removieron parte o totalmente antes del muestreo.
- Se realizó un muestreo inapropiado.

2.12. Circunstancias que carecen de valor científico al examinar los residuos de disparo

2.12.1. Persona víctima del disparo:

Si a una persona le han disparado a una distancia corta es sabido que ha estado en un ambiente de residuos de disparo. Por lo que el análisis de residuos de disparo no provee ninguna información de valor. Aplica también en casos de suicidio.

2.12.2. Personas en posesión de arma de fuego:

Si una persona es encontrada con un arma de fuego entonces es indicativo que está relacionada con ambiente de residuos de disparo. El análisis de residuos de fulminante no puede determinar si la persona disparó o no un arma de fuego, por lo tanto, esta prueba no provee información de valor.



2.12.3. Declaración por el sospechoso:

Cuando un sospechoso declara que disparó un arma de fuego como en lo siguientes casos: forcejeo con el arma, disparos accidentales, movimiento del arma en caso de suicidio, si se realiza el análisis de residuos de fulminante, éste no provee información de valor. En estos casos se debe tomar la muestra, pero se debe realizar el análisis si la persona se retracta de haber manipulado un arma de fuego.

2.12.4. Componentes del fulminante de la munición:

Existen fulminantes que no contienen bario y antimonio, por lo tanto si se realizara análisis de residuos de fulminante en estos casos no se obtendría información de valor.

2.13. Exámenes de residuos de fulminante para eliminar sospechosos:

Como cantidades insignificantes de bario y antimonio no descartan que un individuo ha estado en un ambiente de residuos de fulminante el realizar un análisis para descartar a una persona como sospechoso en una investigación de disparo resulta inapropiada.

2.13.1. Preparación de muestras:

- Tomar las muestras a analizar e identificar cada tubo con el número correspondiente de FIQ.
- Abrir cada tubo para cortar el palito de plástico del hisopo lo más que sea posible, usando para ello tijera de acero inoxidable.



- Colocar los tubos en un horno a 80 C, por 24 horas o hasta que se sequen los hisopos, previo a colocar los tubos en el horno debe quitarle la tapadera plástica a cada uno e introducirlo al horno.

2.13.2. Cálculos de dilución:

Cuando se realiza una lectura y el resultado de ésta es un valor elevado que se encuentra fuera de la curva de calibración es necesario efectuar diluciones de la muestra para que el dato entre dentro de la curva. Posteriormente se debe de realizar la multiplicación que corresponda al factor necesario. A continuación se detalla cuando es conveniente diluir y el factor por el que se debe multiplicar el resultado obtenido del espectrofotómetro para bario como para antimonio.

Bario (normalmente se miden 200 ul.)

Dilución	Factor
100 ul	2
75 ul	2.67
50 ul	4

Antimonio (normalmente se miden 250 ul)

Dilución	Factor
125 ul	2
100 ul	2.5
75 ul	3.33
50 ul	5



“Si al diluir la solución hasta 50 ul. aún persiste el valor elevado, es posible que la muestra esté contaminada, por lo tanto, no se reportara una concentración de Bario o Antimonio”.⁶²

2.14. Interpretación de resultados:

2.14.1. Análisis instrumental

- Reproducibilidad: % de RSD debe ser menor o igual a 2.
- Factor de Correlación lineal debe ser mayor de 0.98.
- Variabilidad del control de calidad 12% del valor calculado.

2.14.2. Interpretación de resultados y cálculos

- Valores inferiores a 0.4 g de bario e inferiores a 0.04 ug de antimonio son considerados como niveles metálicos bajos que no son compatibles con ambiente expuesto a residuos de disparo.
- Valores iguales o superiores a 0.4 ug de bario y 0.04 ug de antimonio y que la proporción de Ba/Sb sea de 1-10 entonces son considerados como niveles metálicos altos que son compatibles con ambiente expuesto a residuos de disparo.

Si al realizar el análisis de los resultados se obtiene que dos de las tres condiciones arriba mencionadas cumplen, entonces se puede asociar el análisis con residuos de fulminante.

⁶² **Ibid.**, pág. 31



2.14.3. Criterios de interpretación

- Primer criterio: Grado de "suciedad" que se determina durante el examen macro y microscópico de las puntas de algodón de los hisopos con alto grado de suciedad pueden tener altos niveles de bario y antimonio debido a la contaminación del medio ambiente y no a consecuencias de la presencia de residuos de disparo.

- Segundo criterio: Comparación de las cantidades de bario y antimonio obtenidas de individuos sospechosos de haber disparado un arma, con las cantidades de éstos mismos metales obtenidos de una población de no tiradores.

- Tercer criterio: Se basa en la relación de Ba/Sb que normalmente se encuentra entre 1-10 para un sospechoso de haber disparado. Esta relación se basa en que la proporción de bario y antimonio que se utiliza para preparar la mayoría de mezclas durante la fabricación del fulminante. En algunas ocasiones esta razón puede ser mayor de 10 debido a la contaminación ambiental puede cambiar la proporción de estos metales en las manos. Además, el tiempo transcurrido también afecta esta relación debido a que el bario prevalece más tiempo que el antimonio. El antimonio se pierde con más facilidad.

- Cuarto criterio: El dorso de un tirador exhibirá mayor concentración de estos metales que la palma. Esta condición puede verse afectada por el paso del tiempo y las actividades realizadas después del disparo. Por consecuencia puede ocurrir



una redistribución al azar de los residuos a otras áreas de la mano y/o pérdida de los mismos.

- Quinto criterio: Está relacionado cuando un arma y munición en particular es disparada y no se deposita una cantidad significativa de residuos de fulminante en los dorsos, pero el manejo del arma produce altos niveles de bario y antimonio que pueden ser detectados en las palmas de las manos como residuos de disparo. Esto no descarta el hecho de que la persona pudo haber disparado un arma de fuego. La evaluación de las cantidades detectadas de estos metales en la palma y dorso de cada mano del sospechoso, servirá inicialmente para determinar o descartar la presencia de residuos de disparo.

Todos estos criterios deben ser considerados en combinación con la información del caso. La cual incluye tipo de arma, tipo de munición, número de disparos, condiciones del medio ambiente y actividades del sospechoso.

Para reportar, tomar en cuenta esos dos aspectos:

- Resultados positivos de residuos de disparo, donde podemos determinar una consistencia de que la persona disparó, manejo un arma de fuego y/o estuvo en un ambiente de residuos de disparo recientemente.

- No se puede concluir en cuanto a los resultados debido a que el arma y/o munición no depositan una cantidad significativa de residuos en las manos como para poder identificarlos con residuos de disparo.



2.15. Consideraciones al tomar la muestra:

- Lavarse las manos después de haber disparado reduce los niveles de bario y antimonio notoriamente, indicando en algunos casos que la muestra no es compatible con ambiente expuesto a residuos de disparo, dando así un falso negativo.
- El manipular un arma después de haber sido disparada da como resultado niveles altos en residuos de disparo, pero no es indicativo que la persona haya disparado un arma de fuego.
- Niveles altos en bario y antimonio no son indicativos de haber disparado un arma de fuego, se puede concluir que son valores compatibles con ambiente expuesto a residuos de disparo.

2.16. Nuevas guías para el análisis de residuos de disparo en manos

El laboratorio del "*Federal Bureau of Investigation*" (FBI) emitió un comunicado indicando su experiencia relacionada a la prueba de absorción atómica. El FBI indica que existen ciertos casos y circunstancias que rodean los hechos que se deben dar para que esta prueba tenga valor de lo contrario sería una pérdida de tiempo, dinero y esfuerzo para unos resultados poco confiables.

Es de vital importancia que todo fiscal que solicite el análisis de residuos de disparo en manos tenga conocimiento de estas guías para el uso apropiado de la prueba.

Al igual que el FBI, el Instituto de Ciencias Forenses se dio a la tarea de desarrollar una política de aceptación o rechazo de evidencias para el análisis de residuos de disparo en



las manos. En la misma se contempla todo lo relacionado a ésta prueba y se expondrán.

2.17. Anexos

Casos prácticos

2.17.1. Análisis forense de residuos de disparo en ropa

- Título del método:

Análisis Forense de Residuos de Disparo en Ropa.

- Número de identificación

- Objetivo:

La mayoría de la evidencia que recibe la sección de química forense está directamente relacionada con el uso de armas de fuego en la comisión de un acto delictivo. Las piezas de ropa es uno de los tipos de evidencia que comúnmente se somete para el análisis de residuos de disparo.

El método que se presenta a continuación describe los procedimientos para determinar la presencia de residuos de disparo tales como: pólvora, nitritos, plomo y cobre en piezas de ropa relacionadas al disparo de un arma de fuego. De esta manera se podría establecer lo siguiente:

- Paso de proyectil de bala
- Disparo de arma de fuego
- Distancia de disparo



▪ Resumen del método:

Inicialmente, la pieza de ropa es sometida a un tratamiento de alta temperatura (aproximadamente 100° C) para evitar que el analista se contagie con enfermedades transmisibles.

El análisis forense empieza con la inspección visual y estudio microscópico de la evidencia. Durante esta etapa, la pieza de ropa se evalúa, dibuja o fotografía y describen sus medidas. También se observan las características físicas de los orificios y la presencia de residuos visibles (pólvora, plomo y hollín) que comúnmente se depositan en el área al momento del disparo de un arma de fuego.

“Luego de detectarse posibles partículas de pólvora incombusta o parcialmente combusta, las mismas se someten a las pruebas de color con difenilamina, solubilidad (acetona) y a la técnica instrumental de espectrofotometría infrarroja para su identificación”.⁶³

Por último, la pieza de ropa se somete a las pruebas colorimétricas conocidas como *griess*, rodizonato de sodio y cuproina, para determinar la presencia de nitrito, plomo y cobre, respectivamente.

“Los resultados obtenidos son evaluados y de ser posible y necesario se ejecutan disparos de prueba en tarjetas con el arma de fuego y balas relacionadas al caso en particular a diferentes distancias. Esto es conocido como el estudio de comportamiento de residuos de disparo. El mismo sirve para determinar la

⁶³ **Ibid.**, pág. 1.



distancia de disparo, exponiendo la conclusión en el informe pericial u opinión en los tribunales”.⁶⁴

▪ Significado y aplicación:

- El propósito más importante para efectuar un análisis de residuos de disparo es determinar la distancia a que éste fue ejecutado.
- La detección de residuos puede respaldar o contradecir declaraciones en cuanto a:
 - Suicidio vs. asesinato
 - Defensa propia
 - Disparo durante forcejeo”

▪ Definiciones:

- Nitritos: Los nitritos a que se hace referencia en este método son aquellos producidos durante la combustión completa o parcial de la pólvora *smokeless* contenida como carga expulsadora del proyectil de bala. Esta esencialmente compuesta de nitrocelulosa.
- Hollín: Depósito negro/gris que consiste del producto de combustión de la pólvora y vapor metálico de plomo.
- Disparo de contacto: Disparo que se ejecuta cuando la punta del cañón de un arma de fuego está en contacto con la evidencia o a una distancia máxima (contacto cercano) donde se pueden observar las características físicas de la perforación en forma

⁶⁴ **Ibid.**, pág. 2.



estrellada, desgarrada, rasgada, quemada, con fibras derretidas y/o hollín adherido.

- Distancia máxima (Residuos diseminados): La distancia más lejana en la cual se observan y/o detectan residuos de disparo diseminados en el área alrededor de la perforación.

- Distancia máxima (Residuos en forma de patrón): La distancia más lejana en la cual se observa y/o detectan residuos de disparo en forma de patrón alrededor de la perforación.

▪ Interferencias:

La presencia de residuos de disparos puede ser minimizada por lo siguiente:

- Manejo brusco o inadecuado de la evidencia por el investigador o el personal de sala de emergencia en el hospital.

- La sangre y tejidos depositados sobre la ropa en el área de la perforación puede enmascarar los residuos.

- La ropa que se humedece o moja por completo debido a sumersión, lluvia, rocío o condición ambiental altamente húmeda, puede perder parcial o totalmente el patrón de nitritos. Esto se debe, a que los nitritos producidos al momento del disparo son especies solubles en agua".

▪ Comentarios:

- Corroborar la efectividad de las soluciones de este método analizando muestras estándar y blancos simultáneo con las del caso.

- La secuencia de pasos en el procedimiento no puede ser alterada, ya que afecta la detección de residuos.



▪ Precauciones:

- La ropa que se somete para análisis de residuos de disparo está en su mayoría manchada con sangre. Si la evidencia se somete humedecida con sangre se debe dejar secar a temperatura de salón antes de ambalar o iniciarse el análisis pertinente.

- Toda la ropa que esté manchada con sangre debe considerarse como foco de posible infección. Por tanto, la ropa debe manejarse utilizando guantes en todo momento. La misma debe colocarse dentro de un horno de convección a 100° C por 30 minutos. El calor seco destruye todas las formas de vida microbicas incluyendo un alto número de esporas bacteriales. De ser necesario, esta etapa debe conducirse después que la sección serología haya ocupado la muestra de tela con sangre adherida de la evidencia (si aplica).

- Durante la aplicación de este método y mientras sea posible la evidencia debe mantenerse debajo de un extractor de gases.

- Las áreas y herramientas que se utilicen para los análisis deben lavarse o limpiarse con uno de los siguientes:

- Solución etanol: Agua (7:3)
- Solución hipoclorito de sodio (cloro): Aguas (1:100)
- Lata de aerosol con espuma desinfectante
- Otros.

Este método envuelve el uso de reactivos y soluciones en forma de aerosol. La utilización de éstos debe hacerse debajo de un extractor, así se evita la inhalación de gases. Evitar el contacto de los reactivos y soluciones con su piel y ropa.



▪ Materiales o Equipo:

- Plancha eléctrica *hot plate*.
- Papel de filtro *whatman* no. 1,46 x 57 cm. (cat. No. 1001917).
- Botellas para rociar (Supelco no. 58005).
- Pinzas.
- *Spot plate*.
- Horno de convección (80° - 200° C).
- Guantes de vinil o látex rubber.
- Extractor de gases (300 fpm mínimo).
- Cartón 20" x 15" para colocar la pieza.
- Papel toalla.
- Tijeras.
- Cartapacios tamaño carta.
- Tela (poliéster, algodón, dacrón, combinación de los anteriores, etc.).
- Tubos de ensayo.
- Aplicadores con punta de algodón.
- Lápiz.
- Cordón.

▪ Reactivos y soluciones:

Nota: Los reactivos que se mencionan a continuación deben ser *reagent grade*.

- Solución de acético al 15%

Mezclar 150 mililitros de ácido acético glacial con 850 mililitros de agua destilada.

- Solución de ácido sulfanílico y alfa-naftol (reactivo de *griess*). (Para probar los nitritos)



Pesar 0.5 gramos de ácido sulfanílico y diluir en 100 mililitros de agua destilada.

Pesar 0.28 gramos de alfa-naftol y diluir en 100 mililitros de metanol.

Combinar las soluciones a y b. Preparar la solución cada dos meses.

- Solución de nitrito de sodio (para probar los nitritos).

Pesar 0.6 gramos de nitrito de sodio y diluir en 100 mililitros de agua.

- Solución saturada de rodizonato de sodio.

Tomar una pequeña cantidad de rodizonato de sodio y añadir agua para hacer una solución saturada. Hacer esta solución por día de trabajo.

- Amortiguador con 2.8 de pH.

Pesar 1.9 gramos de bitartrato de sodio y 1.5 gramos de ácido tartárico y diluir en 100 mililitros con agua destilada. Añadir 5 mililitros de cloroformo para preservar la solución.

- Soluciones saturada de cuproina

Depositar una pequeña cantidad de cuproina en un tubo ensayo y añadir alcohol izo butílico para hacer una solución saturada.

- Hidróxido de amonio concentrado

- Clorhidrato de hidroxilamina

- Solución de difenilamina

Pesar 0.05 gramos de difenilamina y diluir con 100 mililitros de ácido sulfúrico concentrado.

- Solución de ácido clorhídrico al 5%

Mezclar 5 mililitros de HCL concentrado con 95 mililitros de agua destilada.

- Acetona



- Bromuro de potasio (para análisis infrarrojo)
 - Instrumentos:
- Microscopio estereo (7x-42x)
- Espectrofotómetro infrarrojo (4000cm⁻¹ - 400cm⁻¹).
 - Procedimiento
- Tratamiento, inspección visual y estudio microscópico.
 - ✓ Colocar la evidencia en un horno de convección a una temperatura alrededor de los 100° C por 30 minutos.}
 - ✓ Luego colocar la evidencia debajo de un extractor de gases y permitir que la misma alcance temperatura de salón.
 - ✓ Examinar en detalle, primero visualmente y luego utilizando el microscopio estereo. Anote lo siguiente en el formulario ICF-0047:
 - Dibujo, descripción, observaciones y medidas de la pieza de ropa. El dibujo puede ser sustituido por fotos.
 - Localización de las iniciales del analista y el número de caso en la evidencia.
 - Número, medida, localización y descripción de perforaciones.
 - Presencia de hollín.
 - Presencia de partículas de plomo.
 - Presencia de *bullet wipe*.
 - Presencia de rasgaduras, desgarres, quemaduras y fibras derretidas.
 - Presencia, localización, condición y tipo de pólvora.

Ejemplo:

- pólvora incombusta o parcialmente combusta.



- pólvora con revestimiento de grafito.

Tipo:

- Disco, cilindro, bola, diamante, cuadrado.

“Se debe inspeccionar el interior de la envoltura o caja que se utilizó para embalar la evidencia, ya que pueden encontrarse partículas de pólvora que se han desprendido de ésta. De detectarse pólvora, la misma no puede ser utilizada para la determinación de la distancia a que se ejecutó el disparo”.⁶⁵

2.17.1.1. Análisis de pólvora *smokeless*

Cuando se detectan posibles partículas de pólvora, se debe proceder a los siguientes análisis:

- Patrón de partículas de pólvora.

Antes de levantar las posibles partículas de pólvora para realizarle análisis químico es importante carquiar el patrón que ellas forman cuando las mismas son abundantes. Esto se hace utilizando una mica transparente.

- Poner el centro de la mica (aproximadamente 9" x 9")
- Marcar cada partícula observada con un marcador permanente a manera de pequeños puntos.
- Reproducir este patrón de pólvora mediante un estudio de comportamiento de residuos de disparo para determinar la distancia de disparo.

⁶⁵ **Ibid.**, pág. 6



Para observar y marcar las partículas se utiliza el microscopio estero.

- Prueba de color con difenilamina.

Depositar la partícula en un *spot plate* y añadir una gota de la solución de difenilamina. La aparición inmediata de un color azul oscuro será indicativo de la presencia de nitrato/nitrito que puede originarse de la nitrocelulosa.

Nota: Esta prueba es opcional siempre y cuando hayan varias partículas.

- Prueba de solubilidad con acetona.

Tomar la partícula y colocar la misma en un *spot plate*. Añadir tres gotas de acetona. La pólvora *smokeless* (nitrocelulosa) es soluble en acetona. No deseche esta solución.

- Prueba por espectrofotometría infrarroja.

Mezclar la solución de la prueba 2 anterior (acetona + nitrocelulosa) y mezclar la misma con bromuro de potasio para producir una pastilla (*pellet*). Tomar la lectura del espectro infrarrojo de la muestra y comparar el mismo con el de nitrocelulosa estándar.

Parámetros del espectrofotómetro infrarrojo:

- Función: Transmitancia (%T)
- Frecuencia inicial: 4000 cm.⁻¹
- Frecuencia final: 400 cm.⁻¹



Anotar las observaciones y resultados de las pruebas en el formulario correspondiente.

Las pruebas, antes mencionadas en adición al estudio microscópico de la partícula, son suficientes para identificar la misma como pólvora *smokeless*.

▪ Análisis de nitritos.

- Colgar el papel de filtro *whatman* no. 1 y rociar con la solución de ácido sulfanílico y alfa naftol. Dejar que el mismo se seque. El tamaño del papel de filtro depende del tamaño del área de la ropa que se va analizar.

- Colocar el filtro sobre la pieza de ropa de manera que la perforación quede alineada con el centro de éste. Rociar la solución de ácido acético al 15% sobre el filtro.

- Colocar dos pedazos de papel toalla sobre el filtro.

- Aplicar calor presionando sobre el papel toalla con una plancha eléctrica o *hot plate*. Mantener la aplicación hasta que el papel de filtro esté seco, pero no permitiendo que el mismo se queme.

- Remover el papel toalla y marcar con lápiz sobre el filtro el perímetro de la perforación.

- Remover el papel de filtro. La aparición de puntos o manchas color anaranjado determinan la presencia de nitritos en forma de nube, patrón o diseminada.

- Marcar con lápiz los puntos o manchas en el papel de filtro.

- Proceder con la parte F de este procedimiento para determinar la distancia de disparo.



Observaciones:

- La presencia de nitrito en forma de nube aparece en disparo de contacto.
- La presencia de nitritos en forma de patrón (puntos anaranjados) puede utilizarse para establecer la distancia (range) a que se ejecutó el disparo.
- La presencia de nitritos escasos y diseminados puede utilizarse para determinar la distancia máxima a la cual se ejecutó el disparo.
 - Análisis de plomo
- Colocar un filtro whatman no 1 sobre la pieza de ropa de manera que la perforación quede alineada con el centro de éste.
- Rociar la solución de ácido acético al 15% sobre el filtro para luego colocar dos pedazos de papel toalla sobre éste.
- Aplicar calor, presionando sobre el papel toalla con una plancha eléctrica o *hot plate*. Mantener la aplicación hasta que el papel de filtro este seco.
- Remover el papel toalla y marcar con lápiz sobre el filtro el perímetro de la perforación.
- Colgar el papel de filtro y rociar con la solución amortiguadora de ácido tartárico y bitartrato de sodio con pH =
- Luego rocíe el mismo con la solución saturada de rodizonato de sodio. La presencia de puntos o nube color rosa será indicativo de la presencia de plomo.
- A varios puntos o parte de la mancha color rosa mojar con la solución de ácido clorhídrico al 5%. Los puntos o nube color rosa se tornarán color azul. Esto determina la presencia de plomo. Anotar las observaciones y resultados en el formulario correspondiente.



- Marcar con lápiz los puntos o manchas en el papel de filtro.
- Proceder con la parte F de este procedimiento para determinar la distancia máxima a que se ejecutó el disparo; siempre y cuando el plomo detectado se encuentre en forma de nube.

Nota: Cuando la prueba de nitrito (parte C) es negativa o hay muy pocos puntos anaranjados, el papel de filtro se puede rociar para plomo sin necesidad de volver a planchar.

▪ Análisis de cobre en el perímetro de la perforación:

- Cortar varios hilos de la tela en el perímetro de la perforación o levantar los residuos metálicos de la misma con un aplicador que posee algodón impregnado de una solución de ácido acético al 15%.
- Colocar los hilos o el algodón dentro de un tubo de ensayo pequeño.
- Añadir dos gotas de agua destilada y dos gotas de hidróxido de amoníaco concentrado. Esperar varios minutos.
- Añadir a la solución anterior (agua + NH_4OH + residuos metálicos) unos pocos cristales de clorhidrato de hidroxilamina.
- Finalmente, añadir dos gotas de la solución saturada de cuproína en alcohol izo butílico. La aparición de un anillo color púrpura-rosa en la capa superior de la solución, determina la presencia de cobre en el perímetro de la perforación.
- Anotar las observaciones y resultados en el formulario correspondiente.



▪ Estudio de comportamiento de residuos de disparo:

Cuando se detecta en ropa lo siguiente: pólvora y/o nitritos en forma de patrón o diseminados o plomo en forma de nube, se debe proceder a realizar un estudio de comportamiento de residuos de disparo con el arma y las balas relacionadas al caso en particular. Este estudio se utiliza para determinar la distancia de disparo (*range*) o distancia máxima a que se ejecutó el disparo.

- Preparar tarjetas para tiro con pedazos de tela. De ser posible la tela parecida en composición (algodón, poliéster, dacrón, combinación de éstas, etc.) a la pieza de ropa del caso en particular. Grapar el pedazo de tela a un cartapacio tamaño carta que cubra una de las caras del mismo aproximadamente.
- Colocar la tarjeta en la caja de disparo.
- Disparar a diferentes distancias para obtener el comportamiento de residuos de disparo con el arma y balas relacionadas al caso.

Las distancias a que se ejecutan los disparos de prueba y cantidad de los mismos estarán dictadas por los resultados que se obtengan durante el análisis de la evidencia. Por ejemplo, las características físicas de la perforación y los residuos de disparo detectados alrededor de ésta.

- Procesar las tarjetas utilizadas siguiendo los pasos de la parte C (análisis de nitritos) y la parte D (análisis de plomo) de este procedimiento. Si es un patrón levantado con mica no es necesario procesar químicamente.



- Anotar las observaciones y resultados obtenidos en el formulario correspondiente.
- Determinar la distancia de disparo (*range*) o distancia máxima a que se ejecutó el disparo del caso.
 - Interpretación de los resultados para el certificado de análisis químico forense:
 - Presencia de características físicas y residuos consistente con el disparo de contacto.
 - Rasgadura, desgarre en forma de estrella.
 - Fibras derretidas.
 - Hollín, quemadura.
 - Nube de plomo espesa y pequeña alrededor de la perforación.
 - Nube de nitrito espesa y pequeña alrededor de la perforación.
 - Abundantes partículas de pólvora.
 - Presencia de residuos consistente con disparo de arma de fuego
 - Presencia de nube de plomo.
 - Presencia de puntos de plomo.
 - Presencia de partículas de pólvora incombusta, parcialmente combusta o derretida.
 - Presencia de residuos consistente con el paso de proyectil de bala.
 - Presencia y características físicas de la perforación.
 - *Bullet Wipe* visible en el perímetro de la perforación.
 - *Bullet Wipe* detectado durante el análisis químico de plomo o cobre en el perímetro de la perforación.
- Residuos de disparo que se utilizan para determinar la distancia (*range*) a que se ejecutó el disparo.



- Patrón de nitritos alrededor de la perforación.
- Patrón de partículas de pólvora alrededor de la perforación".
- Residuos de disparo que se utilizan para determinar la distancia máxima a la que se efectuó el disparo.
- Nube de plomo
- Nitritos diseminados
- Pólvora diseminada.

Cada caso, circunstancia y evaluación puede ser diferentes y por lo tanto, no existe una forma estándar de expresar las conclusiones en el certificado de análisis químico forense.

2.17.2. Análisis de residuos de disparo en manos:

2.17.2.1. Introducción:

La información que podemos obtener con el análisis de residuos de disparo y las circunstancias en las cuales el análisis de residuos de disparo no provee información de valor se describe a continuación.

- Los elementos bario y antimonio son componentes presentes en la mayoría de las mezclas para el fulminante o "primer" de las municiones y son comúnmente encontrados como residuos de disparo.

- Niveles significativos de estos metales pueden ser depositados en las manos de:

- Aquel que ha disparado un arma de fuego.



- Aquel que esté cercano al arma de fuego cuando ésta es disparada.
 - Aquel que ha manejado alguna arma o componente de munición contaminado.
- Es raro encontrar niveles altos de bario y antimonio en las manos de individuos que no están asociados recientemente con un arma de fuego o algún componente de munición.
- El valor del análisis de residuos de disparo en manos utilizando cualquier técnica para el análisis de los metales bario y antimonio esta basado en estas propiedades.

2.17.2.2. Niveles significativos:

Cuando en el laboratorio se detectan niveles elevados de bario y antimonio, provenientes típicamente de residuos de disparo, estos niveles son descritos como niveles significativos. Ya que la manera en que ocurrió la deposición de los residuos de disparo en las manos no se puede inferir o determinar con el análisis de residuos de disparo en manos.

El informe de análisis cuando son detectados niveles significativos de bario y antimonio en las manos es el siguiente: Que estas cantidades son consistentes con que la persona ha estado en contacto con un arma de fuego o algún componente de la munición.

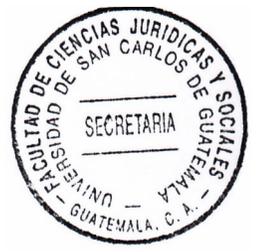


2.17.2.3. Niveles insignificantes:

Cuando los niveles de bario y antimonio no son detectados, entonces estas cantidades son descritas como niveles insignificantes. Ha sido demostrado consistentemente que cantidades insignificantes de bario y antimonio pueden ser encontradas en individuos que:

- No han estado en un ambiente de residuos de disparo.
- Haber estado en un ambiente de residuos de disparo pero cantidades significativas no se depositaron en sus manos.
- Habérsele depositado residuos de disparo significativamente en sus manos pero que se removieron parte o totalmente antes del muestreo.
- Se realizó un muestreo inapropiado.

No se puede asignar a estas posibilidades ninguna posibilidad relativa. Por lo tanto, el investigador no puede atribuir ningún significado a cantidades insignificantes de bario y antimonio mientras que a niveles significativos de antimonio y bario indican una asociación con un arma de fuego o componente de munición.





CAPÍTULO III

3. Comparación del registro balístico de la Policía Nacional Civil y el Departamento de Control de Armas y Municiones

3.1. Policía Nacional Civil

3.1.1. Definición

La Policía Nacional Civil es una institución profesional armada, ajena a toda actividad política. Su organización es de naturaleza jerárquica y su funcionamiento se rige por la más estricta disciplina. La Policía Nacional Civil ejerce sus funciones durante las veinticuatro horas del día en todo el territorio de la República. Para efectos de su operatividad estará dividida en distritos y su número y demarcación serán fijados por su dirección general. Está integrada por los miembros de la carrera policial y de la carrera administrativa.

Según la Ley de la Policía Nacional Civil, Decreto número 29-98 del Congreso de la República, en el reclutamiento, selección, capacitación y despliegue de personal debe tenerse presente el carácter multiétnico y pluricultural de Guatemala.

3.1.2. Funciones (según la Ley de la Policía Nacional Civil, Decreto número 29-98 del Congreso de la República):

El Artículo 9: "La Policía Nacional Civil es la institución encargada de proteger la vida, la integridad física, la seguridad de las personas y sus bienes, el libre ejercicio de



los derechos y libertades, así como prevenir, investigar y combatir el delito preservando el orden y la seguridad pública”.

Artículo 10. Para el cumplimiento de su misión, la Policía Nacional Civil desempeñará las siguientes funciones:

a) Por iniciativa propia, por denuncia o por orden del Ministerio Público:

1. Investigar los hechos punibles perseguibles de oficio e impedir que éstos sean llevados a consecuencias ulteriores.

2. Reunir los elementos de investigación útiles para dar base a la acusación en proceso penal:

b) Auxiliar y proteger a las personas y velar por la conservación y custodia de los bienes que se encuentren en situación de peligro por cualquier causa.

c) Mantener y restablecer en su caso, el orden y la seguridad pública.

d) Prevenir la comisión de hechos delictivos e impedir que éstos sean llevados a consecuencias ulteriores.

e) Aprender a las personas por orden judicial o en el caso de flagrante delito y ponerlas a disposición de las autoridades competentes dentro del plazo legal.

f) Captar, recibir y analizar cuantos datos tengan interés para la seguridad pública, estudiar, planificar y ejecutar métodos y técnicas de prevención y combate de la delincuencia y requerir directamente a los señores Jueces, en casos de extrema urgencia, la realización de actos jurisdiccionales determinados con noticia inmediata al Ministerio Público.

g) Colaborar con los servicios de protección civil en los casos de grave riesgo, catástrofes y calamidad pública, en los términos establecidos en la ley.



- h) Vigilar e inspeccionar el cumplimiento de las leyes y disposiciones generales, ejecutando las órdenes que reciba de las autoridades en el ámbito de sus respectivas competencias.
- i) Prevenir, investigar y perseguir los delitos tipificados en las leyes vigentes del país.
- j) Colaborar y prestar auxilio a las fuerzas de seguridad civil de otros países, conforme a lo establecido en los Tratados o Acuerdos Internacionales de los que Guatemala sea parte o haya suscrito.
- k) Controlar a las empresas y entidades que presten servicios privados de seguridad. Registrar, autorizar y controlar su personal, medios y actuaciones.
- l) Coordinar y regular todo lo relativo a las obligaciones del Departamento de Tránsito, establecidas en la ley de la materia.
- m) Organizar y mantener en todo el territorio nacional el archivo de identificación personal y antecedentes policiales.
- n) Atender los requerimientos que dentro de los límites legales reciban del Organismo Judicial, Ministerio Público y demás entidades competentes.
- o) Promover la corresponsabilidad y participación de la población en la lucha contra la delincuencia.
- p) Las demás que le asigna la ley.

3.1.3. Dependencia jerárquica:

Ministerio de Gobernación.

3.1.4 Unidad de balística:

Es la unidad encargada de realizar los procedimientos de análisis referentes a proyectiles, vainas y armas, en cuanto a



su funcionamiento, marcas diferenciables y otros aspectos de generalidades balísticos. Así como también de realizar los informes correspondientes.

3.1.5. Procedimiento de registro y análisis balístico:

- Se reciben las armas, proyectiles y/o vainas en la Sección de Control de Evidencia, lugar donde revisan que lleve las formalidades requeridas, para luego trasladarla a la Unidad de Balística.

- Por parte del personal de la Sección de Control de Evidencias, se procede a informar al encargado de la Unidad de Balística con respecto a las solicitudes de análisis que ingresaron (esto se realiza el primer día hábil de cada semana), revisa las solicitudes y hace una distribución por áreas de trabajo.

- Luego cada uno de los peritos se presenta a la Sección de Control de Evidencias, con el objeto de recoger la evidencia a ser analizada y de igual manera el oficio de solicitud de análisis y todas las referencias que correspondan al caso asignado. Dichos peritos recogen su trabajo de acuerdo al área que le competa, según la designación de trabajo que corresponda a cada área.

- Al haber recogido cada perito el trabajo designado en la Sección de Control de Evidencias, procede a retirarse del lugar y dirigirse

3.1.6. Pruebas que se realizan:

- Estados de conservación y funcionamiento de armas de fuego.
- Determinación de calibre y cotejo de casquillos



- Determinación de calibre y cotejo de proyectiles
- Cotejo de casquillos, proyectiles, y evidencias con los patrones de las armas remitidas como evidencia.
- Cotejo de evidencias, casquillos y/o proyectiles con los archivos criminales como civiles (huella DECAM).
- Cotejo de la evidencia y patrón de armas incautadas por la Unidad Contra el Crimen Organizado.
- Actualización del archivo civil (DECAM), en cuanto a modelo, marca y calibre.
- Restauración de números de registro en armas de fuego, mediante la prueba de FRY, por medio de reactivos químicos.

3.1.7. Fundamento jurídico

3.1.7.1. Constitución Política de la República de Guatemala de 1985:

Artículo 1. Protección a la persona. El Estado de Guatemala se organiza para proteger a la persona y a la familia; su fin supremo es la realización del bien común.

Artículo 2. Deberes del Estado. Es deber del Estado garantizarle a los habitantes de la República la vida, la libertad, la justicia, la seguridad, la paz y el desarrollo integral de la persona.

Artículo 193. Ministerios. Para el despacho de los negocios del Organismo Ejecutivo, habrá los ministerios que la ley establezca, con las atribuciones y la competencia que la misma les señale.



3.1.7.2. Código Procesal Penal (Decreto 51-92 del Congreso de la República)

Artículo 112. Función. La policía, por iniciativa propia, en virtud de una denuncia o por orden del Ministerio Público deberá:

- a) Investigar los hechos punibles perseguibles de oficio
- b) Impedir que estos sean llevados a consecuencias ulteriores.
- c) Individualizar a los sindicados
- d) Reunir los elementos de investigación útiles para dar base a la acusación o determinar el sobreseimiento; y
- e) Ejercer las demás funciones que le asigne este Código.

Si el hecho punible depende para su persecución de una instancia particular o autorización estatal, regirán las reglas establecidas por este Código...”

Artículo 113. Auxilio técnico. Los funcionarios y agentes de policía, cuando realicen tareas de investigación en el proceso penal, actuarán bajo la dirección del Ministerio Público y ejecutarán las actividades de investigación que les requieran, sin perjuicio de la autoridad administrativa a la cual están sometidos...”

3.1.7.3. Ley de la Policía Nacional Civil (Decreto número 29-98 del Congreso de la República)

Artículo 2. La Policía Nacional Civil es una institución profesional armada, ajena a toda actividad política. Su organización es de naturaleza jerárquica y su funcionamiento se rige por la más estricta disciplina. La Policía Nacional Civil ejerce sus funciones durante las veinticuatro horas del día en todo el territorio de la República. Para efectos de su



operatividad estará dividida en distritos y su número y demarcación serán fijados por su Dirección General. Está integrada por los miembros de la carrera policial y de la carrera administrativa.

En el reclutamiento, selección, capacitación y despliegue de su personal debe tenerse el carácter multiétnico y pluricultural de Guatemala.

Artículo 9. La Policía Nacional Civil es la institución encargada de proteger la vida, la integridad física, la seguridad de las personas y sus bienes, el libre ejercicio de los derechos y libertades, así como prevenir, investigar y combatir el delito preservando el orden y la seguridad pública.

Artículo 10. Para el cumplimiento de su misión, la Policía Nacional Civil desempeñará las siguientes funciones:

a) Por iniciativa propia, por denuncia o por orden del Ministerio Público:

- Investigar los hechos punibles perseguibles de oficio e impedir que éstos sean llevados a consecuencias ulteriores.

- Reunir los elementos de investigación útiles para dar base a la acusación en proceso penal:

a) Auxiliar y proteger a las personas y velar por la conservación y custodia de los bienes que se encuentren en situación de peligro por cualquier causa.

b) Mantener y restablecer en su caso, el orden y la seguridad pública.

c) Prevenir la comisión de hechos delictivos e impedir que éstos sean llevados a consecuencias ulteriores.



- d)Aprehender a las personas por orden judicial o en el caos de flagrante delito y ponerlas a disposición de las autoridades competentes dentro del plazo legal.
- e)Captar, recibir y analizar cuantos datos tengan interés para la seguridad pública, estudiar, planificar y ejecutar métodos y técnicas de prevención y combate de la delincuencia y requerir directamente a los señores Jueces, en casos de extrema urgencia, la realización de actos jurisdiccionales determinados con noticia inmediata al Ministerio Público.
- f)Colaborar con los servicios de protección civil en los casos de grave riesgo, catástrofes y calamidad pública, en los términos establecidos en la ley.
- g)Vigilar e inspeccionar el cumplimiento de las leyes y disposiciones generales, ejecutando las órdenes que reciba de las autoridades en el ámbito de sus respectivas competencias.
- h)Prevenir, investigar y perseguir los delitos tipificados en las leyes vigentes del país.
- i)Colaborar y prestar auxilio a las fuerzas de seguridad civil de otros países, conforme a lo establecido en los Tratados o Acuerdos Internacionales de los que Guatemala sea parte o haya suscrito.
- j)Controlar a las empresas y entidades que presten servicios privados de seguridad. Registrar, autorizar y controlar su personal, medios y actuaciones.
- k)Coordinar y regular todo lo relativo a las obligaciones del Departamento de Tránsito, establecidas en la ley de la materia.
- l)Organizar y mantener en todo el territorio nacional el archivo de identificación personal y antecedentes policiales.



m) Atender los requerimientos que dentro de los límites legales reciban del Organismo Judicial, Ministerio Público y demás entidades competentes.

n) Promover la corresponsabilidad y participación de la población en la lucha contra la delincuencia.

ñ) Las demás que le asigna la ley.

3.2. Departamento de Control de Armas y Municiones

3.2.1. Definición:

Según la Ley de Armas y Municiones, Decreto 39-89 del Congreso de la República, el Departamento de Control de Armas y Municiones como una dependencia del Ministerio de la Defensa Nacional, cuyas siglas serán DECAM.

3.2.2. Funciones: (según la Ley de Armas y Municiones, Decreto 39-89 del Congreso de la República).

Artículo 17. Funciones del departamento de control de armas y municiones DECAM. Las funciones del DECAM serán las siguientes:

a) Autorizar, registrar y controlar la importación, fabricación, compraventa, donación, exportación, almacenaje, desalmacenaje, transporte y portación de armas.

b) Autorizar, registrar y controlar la importación, fabricación, exportación, almacenaje, desalmacenaje y transporte de municiones.

c) Autorizar y controlar el funcionamiento de armerías, polígonos de tiro con armas de fuego y máquinas reacondicionadoras de municiones.



- d) Registrar y controlar la tenencia de armas.
- e) Registro de las huellas balísticas de todas las armas de fuego.
- f) Registro de los sellos de los comercios y entidades deportivas, que vendan armas y municiones.
- g) Efectuar por lo menos cada treinta (30) días o en cualquier momento que lo estime necesario, el control físico del inventario de las armas de fuego y municiones que se encuentren en los establecimientos comerciales y lugares de depósito.
- h) Inspeccionar los polígonos y sus libros de control, en el momento que lo crea necesario.
- i) Suprimido.
- j) Las demás que le asigne la presente ley.

3.2.3. Dependencia jerárquica:

Ministerio de la Defensa.

3.2.4. Procedimiento de registro de armas de fuego y almacenaje balístico:

- Se reciben las armas de fuego por medio de la recepción de documentos y objetos consistentes en armas de fuego y proyectiles. Dicho procedimiento es realizado por parte de personal del archivo de armas (Armería) del DECAM.

- Al realizar la recepción de los documentos (huellas balísticas, solicitudes de trabajo y otros) y objetos (armas de fuego), se comparan que las solicitudes de trabajo que realizó el juez o el agente fiscal, coincidan en todos los datos envió el solicitante y los resultados informados por el perito



balístico. Siendo estos, que coincidan con el registro identificativo del arma, el tamaño del arma (según descripción) y otros que garanticen la identificación del arma y del proceso al cual corresponden.

- Se entregan las armas a los armeros encargados según rol de turno, para que las clasifiquen y las alojen en el espacio destinado para cada arma, según su calibre, marca, modelo, etc.
- Las huellas balísticas se guardan de igual forma, en archivos específicos para dicha función.

3.2.5. Fundamento jurídico:

3.2.5.1. Constitución Política de la República de Guatemala de 1985:

Artículo 193. Ministerios. Para el despacho de los negocios del Organismo Ejecutivo, habrá los ministerios que la ley establezca, con las atribuciones y la competencia que la misma les señale.

3.2.5.2. Código Procesal Penal (Decreto 51-92 del Congreso de la República)

Artículo 201. Procedimiento. Regirán para el secuestro, en lo que fueren aplicables, las reglas previstas para el registro”.

“...Las armas instrumentos y objetos del delito, que hubieren caído en comiso, si fueren de lícito comercio serán rematados o vendidos, según la reglamentación respectiva. Si fueren de ilícito comercio, se procederá a enviar las armas al Ministerio de la Defensa, a incinerar los objetos cuya naturaleza lo



permita y a destruir los restantes; en todos los casos se dejará constancia del destino de los objetos...".

3.2.5.3. Ley de Armas y Municiones, Decreto 39-89 del Congreso de la República.

Artículo 17. Departamento de Control de Armas y Municiones Decam. Se crea el Departamento de Control de Armas y Municiones como una dependencia del Ministerio de la Defensa Nacional, cuyas siglas serán DECAM.

Artículo 18. Funciones del Departamento de Control de Armas y Municiones. Las funciones del DECAM serán las siguientes:

- a) Autorizar, registrar y controlar la importación, fabricación, compraventa, donación, exportación, almacenaje, desalmacenaje, transporte y portación de armas.
- b) Autorizar, registrar y controlar la importación, fabricación, exportación, almacenaje, desalmacenaje y transporte de municiones.
- c) Autorizar y controlar el funcionamiento de armerías, polígonos de tiro con armas de fuego y máquinas reacondicionadoras de municiones.
- d) Registrar y controlar la tenencia de armas.
- e) Registro de las huellas balísticas de todas las armas de fuego.
- f) Registro de los sellos de los comercios y entidades deportivas, que vendan armas y municiones.



- g) Efectuar por lo menos cada treinta (30) días o en cualquier momento que lo estime necesario, el control físico del inventario de las armas de fuego y municiones que se encuentren en los establecimientos comerciales y lugares de depósito.
- h) Inspeccionar los polígonos y sus libros de control, en el momento que lo crea necesario.
- i) Suprimido.
- j) Las demás que le asigne la presente ley.

Artículo 19. Privacidad de la información. Toda la información recibida por el DECAM en relación a las armas de fuego y a la que éste debe remitir a la Dirección General de la Policía se entenderá entregada por los particulares bajo garantía de confidencia, en consecuencia sólo podrá obtenerse por orden de juez competente y con las formalidades legales.

Artículo 20. Auxiliares departamentales. En los departamentos del interior de la República fungirán como auxiliares del DECAM las Comandancias de Reservas Militares quienes se encargarán de: ...b) Tomar las huellas balísticas de las armas, cuya tenencia se registre o portación se solicite, y remitir las balas y vainas respectivas, debidamente identificadas, junto con la documentación a que se refiere el inciso a) del presente Artículo, para que sean remitidas al Banco de Datos Balísticos del DECAM.

Artículo 21 Banco de datos balísticos. El DECAM y sus sedes departamentales, tomarán las huellas balísticas de cada arma



recogiendo para el efecto las balas y vainas que arroje la prueba respectiva; las sedes departamentales enviarán a las oficinas centrales del DECAM, las balas y vainas en un término de tres (3) días.

El DECAM, remitirá al gabinete de identificación de la Dirección General de la Policía Nacional, dentro de los tres (3) días hábiles después de recibir las huellas, una bala y una vaina originales con la información del arma a que corresponden y el nombre y dirección de quien la registró.

3.2.5.4. Reglamento de la Ley de Armas y Municiones (Acuerdo Gubernativo número 424-91)

Artículo 40. Integración de la sección de operaciones. La sección de operaciones se integra con los siguientes negociados.

- A. Negociado de balística.
- B. Negociado de municiones y armería.
- C. Negociado de inspección de ingeniería, de expertajes y dictámenes.

Artículo 42. Funciones específica del jefe del negociado de balística. Son funciones específicas del jefe del negociado de balística.

- A. Recibir del negociado de municiones y armería, la documentación, el arma sobre las que se efectuará la prueba balística y las municiones correspondientes.
- B. Comprobar que los datos proporcionados en el formulario correspondiente, sean los mismos del arma, objeto de la prueba.



- C. Al efectuar las dos pruebas balísticas correspondientes, deberá recuperar las balas y las vainas, colocándolas debidamente rotuladas dentro de un recipiente (bolsa plástica sellada), separando de una vez la bala y vaina que quedan en el DECAM, y la bala y vaina que se remitirá a la Dirección General de la Policía Nacional, en el caso de las escopetas únicamente se remitirá la vaina.
- D. Consignar en el libro autorizado y legalizado para pruebas balísticas del DECAM, en la tarjeta de registro balístico, para archivo del DECAM, los siguientes datos: Información del arma, número de registro, marca, calibre, modelo, nombre y firma del técnico que la registró y fecha. Los mismos datos se proporcionarán a la Dirección General de la Policía Nacional.
- E. Supervisar constantemente que la huella balística que queda en el DECAM, esté almacenada con la seguridad adecuada, para su fácil ubicación.

Artículo 43. Funciones específica del jefe del negociado de municiones y armería. Son funciones específicas del jefe del negociado de municiones y armería.

- A. Revisar que los datos proporcionados en el formulario o solicitud presentada por el interesado, sean los mismos del arma a revisar.
- B. Revisar el estado del arma o las armas y la o las municiones para determinar si es posible o no efectuar la o las pruebas balísticas.



C. En caso proceda la prueba balística, enviar la documentación, el arma o las armas y la o las municiones correspondientes al negociado de balística.

Artículo 45. Auxiliares del DECAM. En los departamentos de la República, con excepción de Guatemala, fungirán como auxiliares del DECAM, las Comandancias de Reservas Militares, que se encargarán de:

- A. Recibir la documentación de los ciudadanos domiciliados en su jurisdicción y cursarla a las oficinas centrales del DECAM, para los trámites correspondientes y hacer saber a los interesados la resolución recaída en su solicitud.
- B. Tomar las huellas balísticas de las armas de fuego, cuya tenencia se registre o portación se solicite, y remitir las balas y vainas respectivas, debidamente identificadas, junto con la documentación a que se refiere el inciso anterior, para que sean enviadas al Banco de Datos Balísticos del DECAM.

Artículo 46. Huellas balísticas y envío de la bala y la vaina. El DECAM y sus auxiliares departamentales, tomarán las huellas balísticas de cada arma de fuego, recogiendo para el efecto de las balas y vainas que arroje la prueba respectiva; las auxiliaturas departamentales enviarán a las oficinas centrales del DECAM, las balas y vainas en un plazo de tres (3) días, para su almacenaje en el Banco de Datos Balísticos.

El DECAM, remitirá al Gabinete de Identificación de la Dirección General de la Policía Nacional, dentro de los tres (3) días hábiles después de haber recibido las huellas, una bala y una



vaina originales con la información del arma a que corresponden, el nombre y dirección de quien la registró.

3.3. Análisis de comparación entre ambas instituciones

3.3.1. Similitudes:

- Ambas dependencias están ligadas jerárquicamente a un Ministerio de Estado.
- Ambos registros tienen un control sobre las huellas balísticas, aun y cuando son enfocados a diferentes actividades.
- Ambos son parte de la estructura estatal creados para ejercer control sobre la población armada
- Ambos tienen un cuerpo de personal tecnificado y capacitado en cuanto a la materia de la balística.
- Ambas instituciones tienen una jerarquía administrativa similar (en cuanto a un Ministerio de Estado).

3.3.2. Diferencias:

- La Policía Nacional Civil resguarda el orden público delincuencial y a su vez investiga y analiza la evidencia encontrada desde el punto de vista de la criminalística.
- La Policía Nacional Civil cuenta con un cuerpo de peritos que constantemente son llamados a debates públicos orales.
- La huella balística que registra la Policía Nacional Civil, tiene propósitos de investigación criminal.
- La Policía Nacional Civil realiza diferentes actividades que tienen que ver con aspectos puramente forenses.



- El DECAM tiene el control del registro de todas las armas nuevas, distribuidas por parte de armerías particulares.
- Al DECAM le corresponde el resguardo de las armas de fuego.
- El DECAM cuenta comúnmente con personal que no son denominados como peritos dentro de un debate público oral.
- La huella balística que registra el DECAM tiene propósitos puramente de control sobre la portación y tenencia de armas de fuego por parte de particulares.
- La actividad que realiza el DECAM es puramente de control y no directamente de aspectos forenses.



CONCLUSIONES

1. La metodología de absorción atómica se basa en la absorción selectiva de energía, y ésta se da cuando la radiación luminosa pasa a través de un vapor atómico de un elemento específico.
2. El fulminante de una munición es la sustancia de combustión rápida que al encenderse propaga la explosión de la pólvora. Los elementos encontrados en el fulminante, de algunas municiones, son el bario y el antimonio, los cuales son cuantificados por medio de la técnica de Absorción Atómica con Horno de Grafito.
3. La técnica de absorción atómica con horno de grafito es utilizada para la cuantificación de componentes metálicos del fulminante de una munición.
4. El investigador no puede atribuir ningún significado a cantidades insignificantes de bario y antimonio mientras que a niveles significativos de antimonio y bario indican una asociación con un arma de fuego o componente de munición.
5. La técnica de toma de muestras de absorción atómica en relación a la forma y el tiempo en que se llevan a cabo no es la adecuada por los peritos que la toman, por lo cual el resultado de la misma carece de valor dentro de una



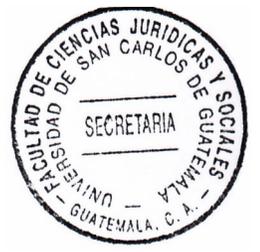
investigación criminal, aún cuando hay métodos técnicos de protección para llevar a cabo dicha prueba.

6. Los registros existentes tanto en la Policía Nacional Civil como en el Departamento de Control de Armas y Municiones (DECAM) tienen un control sobre las huellas balísticas, aun y cuando son enfocados a diferentes actividades; el primero tiene propósitos de investigación criminal y el segundo tiene propósitos puramente de control sobre la portación y tenencia de armas de fuego por parte de particulares.
7. Aún ante la existencia de dos registros de control relacionados con los indicios balísticos, uno propiamente registral y otro criminal, la información que se genera de los mismos no es sistematizada ni procesada de manera adecuada, lo cual ha generado grandes deficiencias en la investigación de casos penales en los cuales se cuenta con indicios balísticos.
8. Las políticas de seguridad implementadas por los gobiernos de turno han sido estériles ya que se han basado posiblemente y únicamente en buenas intenciones, pero en ningún momento han tomado en consideración la criminología y mucho menos a la criminalística para la elaboración de las mismas



RECOMENDACIONES

1. Es urgente que el Ministerio de Gobernación implemente sistemas computarizados de registro y cotejo de huellas balísticas y su propio archivo criminal de las mismas, para la efectiva investigación criminal.
2. Que ha iniciativa del Ministerio de Gobernación se implementen registros basados en políticas que permitan proveer de información a los entes encargados tanto del aspecto de seguridad preventiva como los encargados de la realización de investigaciones criminales.
3. Que el Ministerio Público capacite sobre el uso apropiado de la absorción atómica a todos los fiscales del Ministerio Público para que al solicitar el análisis de residuos de disparo en manos tengan conocimiento sobre tal.
4. Que el Ministerio Público capacite al fiscal a cargo de la investigación criminal sobre conocimientos técnicos y científicos de la balística como prueba.



**BIBLIOGRAFÍA**

DE LEÓN DE MARROQUÍN, Doreny et. al. **Protocolo absorción atómica, ministerio público**, Colombia, Colombia: (s.e.), 1997. 42 págs.

GARCÍA PELAYO, Ramón y Gross, **Pequeño larousse ilustrado**, 4a.ed.; Distrito Federal, México: Ed. Larousse, S.A., 1995. 456 págs.

Instituto de Ciencias Forenses de Puerto Rico, laboratorio de Criminalística, **Guía en procedimientos de absorción atómica**, Puerto Rico: (s.e.), 1999. 57 págs.

Instituto de Ciencias Forenses de Puerto Rico, laboratorio de Criminalística, **Guías para el análisis de residuos de disparos en manos**, Puerto Rico: (s.e.), 1999. 43 págs.

MARTÍNEZ MARCIA, José et.al. **Tiro, armas y explosivos**, 2a. ed.; Bogotá, Colombia: Ed. Imprenta D.G.P., (s.f.). 120 págs.

MORENO GONZÁLEZ, L. Rafael, **Balística forense**, 11a. ed.; Distrito Federal, México: Ed. Porrúa, S.A., 1976. 228 págs.

OSSORIO, Manuel, **Diccionario de ciencias jurídicas, políticas y sociales**. 3a.ed.; Buenos Aires, República de Argentina: Ed.Heliasta S.R.L., 1981. 795 págs.



ZAJACZKOWSKI, Raúl Enrique, **Manual de criminalística.2a. ed.;**
Distrito Federal, México: Ed. Porrúa, S.A., 1990. 334 págs.

Legislación:

Constitución Política de la República de Guatemala. Asamblea Nacional Constituyente, 1986.

Código Procesal Penal. Congreso de la República de Guatemala, Decreto número 51-92, 1994.

Ley de la Policía Nacional Civil. Congreso de la República de Guatemala, Decreto número 29-98,1998.

Ley de Armas y Municiones. Congreso de la República de Guatemala, Decreto número 39-89, 1989.

Reglamento de la Ley de Armas y Municiones. Acuerdo Gubernativo Número 424-91, 1991.