

50524  
73



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

MODIFICACIÓN A LA PRUEBA DE WALKER PARA  
DETERMINAR LA DISTANCIA  
DE UN DISPARO CON ARMA DE FUEGO

**T E S I N A**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO**

**P R E S E N T A**

**RAÚL AURELIO MORALES AGUSTÍN**

**ASESOR: M. EN C. A. LOURDES CASTILLO GRANADA**



MÉXICO, D.F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ENERO DE 2003

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

In memorial: de la mujer que me dio la vida y me enseñó a vivirla.

A mi familia, amigos, maestros y compañeros.

“Lo más difícil de este mundo es adoptar el alma y la actitud de un guerrero. De nada sirve estar triste, quejarse, sentirse tratado injustamente y creer que alguien está haciéndonos algo negativo. Nadie nos está haciendo nada, mucho menos a un guerrero.

La humildad de un guerrero no es la misma humildad de un hombre servil. El guerrero no baja la cabeza ante nadie, pero tampoco permite que alguien se incline ante él. El hombre servil, por otra parte, se arrodilla frente a cualquier persona que considere más poderosa, y exige que las personas bajo su mando tengan el mismo comportamiento frente a él.

El mundo es insondable y misterioso, y así somos todos nosotros. El arte del guerrero consiste en equilibrar el terror de ser un hombre, con la maravilla de ser un hombre.”

A todos gracias.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

B

## INDICE

GLOSARIO .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. INFORMACIÓN GENERAL Y ANTECEDENTES CIENTÍFICOS .....	4
2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ARMAS .....	11
2.2 BALA O PROYECTIL .....	14
2.3 CARTUCHO .....	14
2.4 VAINAS DE CARTUCHOS .....	15
2.5 CARGAS PROPULSORAS .....	16
2.6 FULMINANTE .....	19
2.7 IMPRESIONES DEL CULOTE .....	21
2.8 DISPARO DE UN ARMA .....	22
2.9 EFECTOS EN EL BLANCO .....	25
2.10 EXAMEN DEL BLANCO .....	28
2.12 PROCEDIMIENTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS QUE SE UTILIZAN EN LA DETERMINACIÓN DE LA DISTANCIA A LA CUAL SE REALIZÓ UN DISPARO .....	35
2.13 PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS .....	35
2.14 FUNDAMENTO QUÍMICO DE LA PRUEBA DE WALKER .....	39
3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	40
4 HIPÓTESIS .....	40
5 OBJETIVOS .....	40
6 MATERIAL Y REACTIVOS .....	41
7 METODOLOGÍA .....	42
8 RESULTADOS .....	45
9 DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	52
10 CONCLUSIONES .....	53
11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

C

## GLOSARIO

**Calibre.** Es el diámetro del proyectil, medido generalmente en centímetros; aunque en ocasiones, especialmente cuando se trata de materiales de fabricación inglesa o norteamericana, el calibre se mide en centésimas de pulgada o en otras unidades, si la rotación del rayado es a la derecha se le denomina destrorsum y si gira a la izquierda se le denomina sinestrorsum.

**Recámara.** Se encuentra en la parte posterior del cañón; sirve para alojar al cartucho antes del disparo y hasta que éste se produce, por lo tanto, su interior afectará, casi exactamente, la forma exterior del cartucho que está destinado a contener.

**Anima.** Es la parte anterior del cañón, está destinada a contener y guiar al proyectil durante su desplazamiento en el cañón, en tanto adquiere la velocidad inicial prevista, y también a darle la dirección que se siga, al abandonar la boca del cañón.

**Festonear.** Borde ondulado.

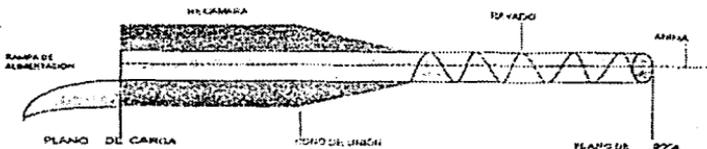
**Extravasarse.** Salirse la sangre del conducto en que está contenida.

**Cañón.** Es un tubo de acero batido donde se produce la combustión de la pólvora. En las armas cortas el cañón presenta forma de tronco cónico y en las armas largas se presenta conicidad; en las armas cortas el paso del cañón es constante y en las armas largas el paso es progresivo.

**Rayado.** La función principal del rayado en el cañón de las armas de fuego es mantener la punta del proyectil hacia el frente, además de vencer la resistencia del viento y producir una rotación y estabilidad.

**Fulminante.** Es el primer elemento que interviene en el fenómeno balístico, también se le llama cápsula y se localiza en la base de los cartuchos, el fulminante es sensible al choque y al calor

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



CORTEZ DE ELEMENTO

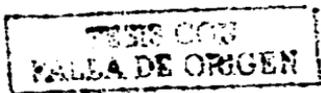


**Arma.** Es todo instrumento o artefacto que nos sirve para atacar o defender.

**Arma de fuego.** Es aquella que aprovechando la fuerza física de la combustión de la pólvora lanza proyectiles.

**Cortas.** Son aquellas que la longitud del cañón no rebasa los 20 cm., esta medida se tomara desde el plano de carga hasta el plano de boca.

**Largas.** Son aquellas que la longitud del cañón rebasa los 20 cm.



## 1. INTRODUCCIÓN

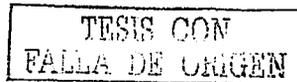
La prueba de Walker se ha utilizado para determinar la presencia de derivados nitrados, alrededor de orificios que presentan características de haber sido producidos por proyectiles disparados por un arma de fuego.

Dichos derivados nitrados provienen de la explosión de la carga de proyección del cartucho. Actualmente, la carga presenta en su composición una mezcla de pólvora sin humo y un explosivo detonante, el cual puede ser nitrocelulosa o nitroglicerina.

Comúnmente se describen las prendas a estudiar y los orificios que se presentan; estos últimos son enumerados sobre la base de la ubicación observada. Para poder realizar la prueba de Walker, es necesario que las prendas se encuentren totalmente secas, tanto de humedad como de la posible sangre embebida que contengan.

Debido a los cambios que se presentan en la composición de las cargas de proyección de los cartuchos, y la escasez cada vez es más frecuente del papel fotográfico recomendado como soporte de la reacción, antes de establecer un patrón de distancias, se tiene que validar la técnica para determinar la presencia de los derivados nitrados, usando los reactivos que se proponen en la modificación comparando estos resultados contra los obtenidos mediante la realización de la prueba con los reactivos que actualmente se utilizan.

Asimismo y debido a la escasez del papel fotográfico ideal el denominado kodabromide se propone usar otro tipo de papel fotográfico y/o papel filtro como soporte de la reacción, la prueba de estos nuevos soportes se realizara con los reactivos que se emplean actualmente y con los reactivos alternos.



## 2. INFORMACIÓN GENERAL Y ANTECEDENTES CIENTÍFICOS

En los casos de herida por disparo de arma de fuego, el examen de la vestimenta resulta a menudo tan importante como el del cuerpo. La interposición de la ropa entre la boca un arma de fuego y la piel puede alterar la apariencia de las heridas producidas por disparos realizados a distancia cercana al cuerpo (a quemarropa). La vestimenta puede evitar que ya sea completamente o en parte el hollín o la pólvora, alcancen la piel, como también producir una redistribución de ellos. En las heridas del cuerpo por contacto fuerte con armas, donde estos elementos ordinariamente serían arrastrados completamente dentro de la huella de la herida, la vestimenta puede provocar la dispersión de éstos entre las capas de ropa, sobre la piel o alrededor del orificio de entrada; en consecuencia, alterando la apariencia de la herida por contacto fuerte a la forma de una por contacto flojo. En las heridas casi por contacto, la ropa puede absorber el hollín que ordinariamente se depositaría sobre la piel, así como atajar o disminuir la combustión de los gases calientes.

La absorción de hollín y de pólvora por la ropa puede ocurrir en lo que comúnmente se llama una herida de distancia intermedia. La ausencia de tatuaje de pólvora sobre la piel resulta en una herida de distancia intermedia que tiene la apariencia de una herida distante.

Que la pólvora perfora la vestimenta para marcar la piel depende de la naturaleza del material, el número de capas de ropa y la forma física de esta. La pólvora esférica realmente puede perforar una y hasta dos capas de ropa para producir tatuaje sobre la piel subyacente, en circunstancias inusuales perforará tres capas. A menudo no puede penetrar cuatro capas. La pólvora en forma de disco, con frecuencia no perfora ni siquiera una capa de ropa, a menos que la distancia sea extremadamente cercana.

Cuando se emplea pólvora esférica en una herida de distancia intermedia que involucra un área vestida se observa una aparente ausencia de la misma sobre la superficie externa de la ropa y se asocia con un denso tatuaje en la piel subyacente. Debido a su forma, la pólvora esférica realmente perfora el tejido de la ropa, produciendo tatuaje en la piel. Aunque los residuos pueden parecer ausentes en la superficie externa de

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

la ropa, el uso del microscopio de disección revelará esferas ocasionales de pólvora atrapadas en el tejido del material. Si por alguna razón la ropa ha sido separada del cuerpo, y la vestimenta es examinada por una persona y el cuerpo por otra, se pueden alcanzar diferentes conclusiones, como en lo referente a la distancia desde la cual la víctima fue herida.

La presencia de uno o dos granos de pólvora sobre la vestimenta no significa necesariamente que la víctima fue herido a distancia cercana. Los granos de pólvora pueden viajar tan lejos como 6.096 m desde la boca de disparo hasta la ropa.

Además de ayudar en la determinación de la distancia, la ropa puede dar una idea de la posición de la víctima en el momento del disparo, al correlacionar los orificios de la vestimenta con las heridas de entrada y salida del cuerpo. Teniendo en cuenta estos elementos, se puede apreciar por qué la ropa forma parte fundamental de la autopsia.

Así como los gases de la pólvora producen alteraciones en las heridas, también modificarán la apariencia en los orificios de la vestimenta. En las heridas por contacto producidas a través de la ropa, dependiendo del tipo de textura y de la cantidad del gas producido, puede tener lugar el rasgado o la quema del material. Esto resulta cierto tanto si el ornamento está suelto o apretado fuertemente contra la piel. Las heridas por contacto en la ropa de algodón o de una mezcla de algodón, con armas de calibres pequeños (.38" special o mayor), a menudo generan rasgaduras con una apariencia en forma de cruz. Las heridas por contacto sobre material 100% sintético (nylon, triacetato, etc.) no resultan en rasgaduras, sino en orificios quemados; el calor de los gases provoca que el material se derrita, produciendo grandes orificios circulares, usualmente con márgenes festoneados.

Un disparo por contacto en material de algodón empleando un revolver .38" especial con un cañón de 10.16 cm. que dispara una bala semiencajada de punta hueca, genera una rasgadura de 9 x 8 cm, también en forma de cruz, en el material. Disparos similares con material 100% sintéticos resultan en orificios toscamente circulares cuyo diámetro es de 4 a 4.5 cm con bordes festoneados.

Con armas de calibre pequeño, las rasgaduras en el material pueden suceder no solamente en distancias por contacto, sino a distancias por contacto cercano. De este modo, las pruebas con el arma previamente mencionada, empleando munición ojival de 9.48 g originan rasgaduras de la ropa, que ocurren a una distancia de hasta 0.5 cm desde la boca de disparo hasta el blanco.

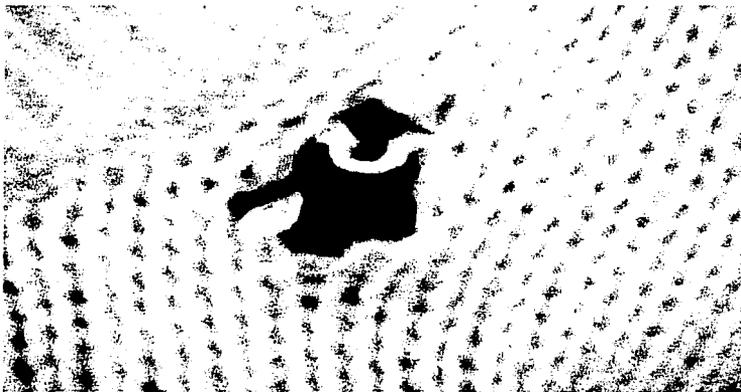
La munición que produce una pequeña cantidad de gas como producto de la deflagración, como el cartucho .22" corto de fuego anular, tiende a ocasionar una sola rasgadura, o bien una incompleta en forma de cruz, en el material de algodón. En material sintético, la munición .22" largo rifle produce orificios de quemadura que alcanzan un promedio de 10 mm de diámetro.

Algunos textos forenses antiguos mencionan que la ropa puede ser encendida por distancia cercana. De cualquier manera, esto se refiere a los cartuchos de pólvora negra. Cuando ésta emerge del cañón, a menudo aún está quemando. Puede impactar en la ropa, continuar quemándose y encender la ropa, esto no sucede con la pólvora sin humo.

Los granos de pólvora sin combustionar pueden adherirse a la bala, especialmente en su base. La bala arrastra todo este material consigo hacia el blanco. al pasar a través de la vestimenta, limpia estos materiales, generando una bala frotada o limpia. Como bala frotada se conoce a la pestaña o reborde de gris a negro, alrededor del orificio de entrada en la ropa. Se puede observar alrededor de orificios hechos tanto por balas de plomo como blindadas. No se trata, como algunos investigadores sostienen, de plomo frotado de la bala, sino principalmente de hollín. En la bala frotada también pueden encontrarse lubricantes y pequeñas cantidades de elementos metálicos del fulminante. Si se limpia profundamente el interior del cañón hasta que no quede ningún resto de material en él, y se dispara una bala, ésta al golpear contra la ropa, producirá una bala frotada o limpia de color gris claro y algunas veces imperceptible. A medida que se descargan más y más municiones a través del cañón, la bala frotada o limpia producida se volverá crecientemente oscura en color, hasta que finalmente el color se

estabilice como un negro oscuro. Si la bala atraviesa múltiples capas de ropa, la bala frotada o limpia puede estar presente sólo alrededor del orificio, de la ropa que ha sido perforada en primer lugar. La bala frotada o limpia puede observarse en secciones microscópicas de las heridas de entrada como pequeños depósitos de partículas de material negro amorfo, a lo largo del camino de la herida. A menudo se interpreta erróneamente como pólvora en consecuencia se toma como evidencia de una herida de distancia cercana.

El examen cuidadoso de ambos lados del orificio de la bala en la ropa, empleando un microscopio de disección, puede sugerir la dirección en la cual la bala se estaba moviendo, si se analiza hacia qué lado han sido dobladas las fibras (Fig.1). Deberá tener en cuenta el analista que no todas las fibras son dobladas en dirección del camino de la bala, de hecho algunas de ellas pueden estar apuntando en la dirección opuesta.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En los casos de heridas provocadas por fusiles de fuego central, y raramente con armas de puño, el tejido puede ser expulsado del orificio de entrada, y depositado en la superficie interna de la vestimenta, alrededor de ese orificio. Éste es el resultado de ondas de presión positivas generadas en la cavidad formada por la bala. La cantidad de ese tejido es significativamente menor que la del tejido depositado adyacente al orificio de salida.

En muchos casos realmente puede apreciarse el hollín y los granos de pólvora sobre la vestimenta, indicando de este modo un disparo de distancia cercana, sin embargo en ocasiones, el examen visual y al microscopio de disección resultan insuficientes. La pólvora puede haber caído y/o rebotado, o la persona haberse encontrado a una distancia extrema, por lo cual la pólvora, al salir del cañón, adquirió la velocidad suficiente como para encastrarse en el material. Es indispensable analizar algunos aspectos importantes, respecto de los factores que intervienen en la determinación de la distancia a la cual se hizo un disparo con arma de fuego, sobre todo, cuando éste ha causado la muerte de alguna persona. En tales situaciones, y en las instancias en las cuales se requiere una exacta determinación de la distancia, más que simplemente afirmar que se trata de distancia cercana, es deseable realizar un examen analítico de la ropa. Para realizar tales determinaciones, los laboratorios de criminalística emplean la prueba modificada de Griess (Walker) para nitritos.

Además se debe realizar una observación macroscópica del lugar de los hechos, la cual va a comprender entre otros: localización de manchas de sangre, posición, orientación y observación del tipo de heridas que presente la víctima, residuos que hayan quedado en las manos de la víctima, búsqueda de proyectiles y casquillos.

El químico interviene en la investigación cuando se ha realizado un disparo a corta distancia con fines homicidas a un individuo, llevando a cabo una observación de las ropas y piel de la víctima, principalmente en la zona del orificio de entrada del proyectil, en la cual se acumulan los productos provenientes de la deflagración de la pólvora, apreciándose en

algunos casos, zonas de ahumamiento (Fig. 2) y tatuaje, constituidos principalmente por residuos de nitratos, provenientes de la nitrocelulosa; nitritos, provenientes de la descomposición de los nitratos y del nitrito de plomo; así también dos metales identificables muy importantes como plomo y bario, provenientes del nitrito de plomo, azida de plomo y del nitrato de bario respectivamente, pudiéndose encontrar también pequeños granos de pólvora parcialmente combusta o sin quemar.

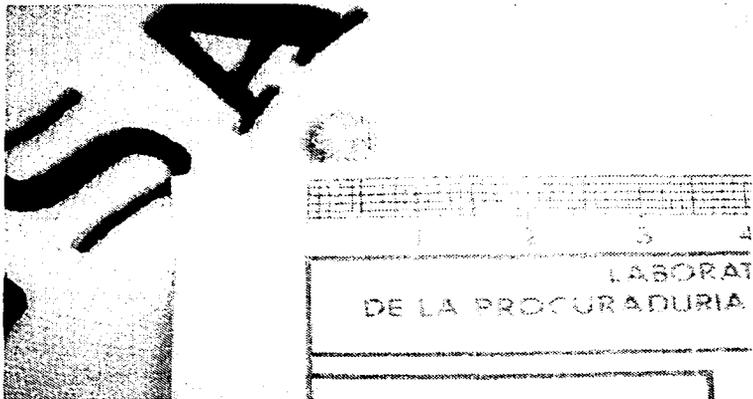


Fig. 2. Prenda con área de ahumamiento.

El primer estudio que debe efectuar el perito químico es el de observar microscópicamente la vestimenta del occiso, con el fin de buscar residuos que puedan encontrarse alrededor o en zonas adyacentes al orificio de entrada del proyectil, y que en un momento dado puedan interferir en forma positiva o negativa sobre los reactivos que se utilizan en la prueba que se está realizando.

El estudio microscópico debe efectuarse, especialmente alrededor del orificio de entrada causado por el proyectil, con el fin de comprobar la

**presencia o ausencia de residuos de pólvora sin quemar o parcialmente combusta, así como partículas de metal que puedan provenir del proyectil o cartucho, o bien partículas de otros materiales. Todo esto proporciona datos al químico para normar su criterio acerca de la distancia a la cual pudo realizarse el disparo homicida.**

**La observación de zonas de ahumamiento y tatuaje en ropas o en piel es muy importante, porque en un momento dado puede indicar si se trata de un accidente, suicidio u homicidio, especialmente cuando no existe ningún testigo presencial.**

**Son comunes las muertes por arma de fuego atribuidas a accidentes, presentándose cuando se está puliendo, aceitando o limpiando un arma; cuando en broma se apunta a otra persona, o cuando se pone a jugar con ella; de todos los hechos anteriores puede resultar un accidente fatal.**

**Es a menudo difícil probar que una muerte se suscitó por suicidio, ya que ésta puede parecer accidental con el fin de cometer fraude a una compañía de seguros; o bien que un asesinato dé la apariencia de un suicidio; en estos casos es necesario tener en cuenta:**

**a) Localización de la herida. El lugar de la herida observada en la víctima es de gran importancia, pues existen áreas que son relativamente inaccesibles para indicar que se trata de un homicidio; en cambio, en los suicidios existen áreas selectas tales como el temporal derecho o izquierdo, bóveda palatina, el centro de la frente y debajo de la barbilla; otras zonas menos probables son el tórax a nivel del corazón y a la altura de los ojos.**

**En los suicidios generalmente se usan pistolas de diferentes calibres, las cuales se colocan haciendo contacto con la piel, y una vez realizado el disparo, queda marcada la boca del cañón del arma en la piel.**

**b) Ahumamiento. El humo y el hollín que provienen de la deflagración de la pólvora al producirse un disparo dejan una mancha oscura alrededor del orificio de entrada del proyectil, cuyo diámetro dependerá del tipo de arma usada, tipo de pólvora y de la distancia a la cual se hizo el disparo.**

c) **Tatuaje.** Esta zona está formada principalmente por los granos de pólvora, que inclusive algunos de ellos quedan enteros; pueden ir también fragmentos de metal procedentes de la bala, los cuales al chocar con la piel se incrustan a mayor o menor profundidad de ella. El diámetro de esta área varía como la anterior de acuerdo con el calibre del arma, clase de pólvora y la distancia.

En la tarea de interpretar las heridas producidas por el uso de armas de fuego, se requiere un cierto conocimiento básico sobre ellas y sus municiones.

## 2.1 CLASIFICACION DE LAS ARMAS

Existen cinco categorías de armas: de puño, fusiles, escopetas, subametralladoras y ametralladoras.

### 2.1.1 ARMAS DE PUÑO. Existen cuatro tipos básicos:

a) **Pistolas de un solo tiro.** Son las que tienen una sola recámara integrada al cañón, que debe ser cargada manualmente cada vez que el arma va a ser disparada.

b) **Derringers.** Son una variante de las pistolas de un solo tiro; pequeñas armas de bolsillo que tienen múltiples cañones, cada uno de los cuales está cargado y dispara separadamente. El derringer tradicional tiene dos cañones

c) **Revólver.** Es la clase de arma de puño más común. Tiene un tambor que gira, compuesto por varias recámaras, cada una de las cuales contiene un cartucho. El tambor rota mecánicamente, a manera de alinear cada recámara, sucesivamente, con el cañón y el percutor. Los revólveres pueden ser de acción simple o de doble acción. En los primeros, el martillo debe ser montado manualmente, cada vez que el arma va a ser disparada. Al montar el martillo, gira el tambor, alineando la recámara con el tambor y el percutor. La presión aplicada a la cola del disparador hace soltar el martillo, disparando el arma. En los revólveres de doble acción,

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

una presión continua sobre la cola del disparador hace girar el tambor, alinea la recámara con el cañón, se monta y luego suelta el martillo, disparando el arma.

d) Pistolas de carga automática. Éstas constituyen la cuarta categoría de armas de puño. El término pistola automática es un nombre inapropiado, ya que esta forma de pistola es una autocargadora (Fig. 3), en la cual el gatillo debe ser apretado en cada tiro. Éstas emplean la fuerza generada por el cartucho disparado, para operar el mecanismo que extrae y expulsa las vainas vacías, carga el nuevo cartucho, y retorna el mecanismo a la posición de disparo, en la próxima ronda de carga.



Fig. 3. Pistola automática de calibre .9 mm.

Existen cinco métodos para operar las pistolas automáticas: explosión hacia atrás (blow back), explosión hacia atrás retardada, explosión hacia delante (blow forward), retroceso y gas. Sólo dos de estos métodos están, en la actualidad, en permanente uso: explosión hacia atrás y retroceso. En la acción de explosión hacia atrás, la presión del gas producida por la

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**deflagración de la pólvora fuerza la corredera en su desplazamiento, comenzando de ese modo el círculo de extracción, expulsión y recarga.**

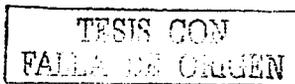
**En una pistola automática operada por sistema de retroceso, el cañón y la corredera están unidos en el momento del disparo, mientras el proyectil abandona el cañón, el empuje trasero de la carga propulsora, en la vaina del cartucho, pone en movimiento el cañón y la corredera hacia atrás; después de una corta distancia, el cañón se detiene, y el dispositivo de cerrojo es removido de la corredera; la corredera continúa entonces su movimiento hacia atrás, expulsando la cápsula servida y comenzando el círculo de recarga.**

**2.1.2 FUSIL.** Es el arma de fuego que tiene un cañón estriado y está diseñado para ser disparado desde el hombro; la longitud del cañón resulta indiferente para clasificar un fusil como arma de fuego; los tipos de fusil comúnmente encontrados son: los de un solo tiro; los de un solo tiro accionados por palanca; los de carga tiro a tiro (manual y automático) y los semiautomáticos.

**Fusiles de asalto.** Estos términos se refieren a un fusil que: 1) es de carga automática; 2) tiene una gran capacidad de carga en el estuche cargador desmontable (20 cartuchos o más); 3) es capaz de disparar en forma totalmente automática, y 4) dispara una carga intermedia.

**2.1.3 ESCOPETA.** Es un arma que fue concebida para ser disparada desde el hombro; tiene un ánima lisa y está diseñada para disparar múltiples perdigones por un cañón. Las escopetas se pueden clasificar en: de un solo tiro, de cañones superpuestos, de cañones yuxtapuestos, con mecanismo de abastecimiento de acción a palanca, de bombeo, de quiebre y automática.

**2.1.4 SUBAMETRALLADORA O PISTOLA AMETRALLADORA.** Se designó con este nombre a la subametralladora Thompson calibre 0.45", como traducción del inglés "submachinegun", que es un arma portátil, individual, automática o semiautomática, con volumen de fuego semejante al de una ametralladora. Es un arma diseñada para ser disparada desde el hombro y/o la cadera; es capaz de disparar en forma



completamente automática, tiene un cañón estriado, y dispara munición de pistola.

**2.1.5 AMETRALLADORAS.** Arma provista de bipié o tripié. Es un arma capaz de disparar en forma completamente automática y con munición de fusil. Generalmente es operada por un grupo de personas, pero algunos tipos pueden ser disparadas por individuos aislados. La mayoría de las ametralladoras tiene munición alimentada por cintas, aunque algunas usan estuche cargador.

## 2.2 BALA O PROYECTIL

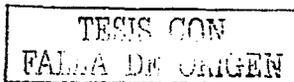
Es la parte del cartucho que abandona la boca de fuego cuando se produce el disparo. Las balas eran, originalmente, esferas de plomo, perfectas para las armas de ánima lisa, con las cuales no se esperaba alcanzar largas distancias o precisión

Los proyectiles modernos pueden ser clasificados en dos categorías: de plomo y encamisados. Las balas de plomo fueron usadas, tradicionalmente, en revólveres y en cartuchos de calibre .22" de fuego anular; las balas encamisadas o de coraza metálica se emplean en pistolas automáticas y en fusiles de alta velocidad.

Existen cuatro configuraciones generales de proyectiles: ojiva redonda (roundnose), munición plana para competencia de tiro (wadcutter), munición de defensa en forma tronco-cónica (semiwadcutter) y proyectil de punta hueca perforada (hollow point).

## 2.3 CARTUCHO

El cartucho de las armas pequeñas está constituido por la vaina, el fulminante, la carga propulsora (pólvora) y la bala o proyectil (Fig. 4). Los cartuchos de foguero están sellados con discos de papel en vez de balas o



presentan la garganta agolletada. Los falsos cartuchos o de práctica (dummy) no tienen ni fulminante ni pólvora. Algunos falsos cartuchos contienen un material granular inerte que simula la pólvora.

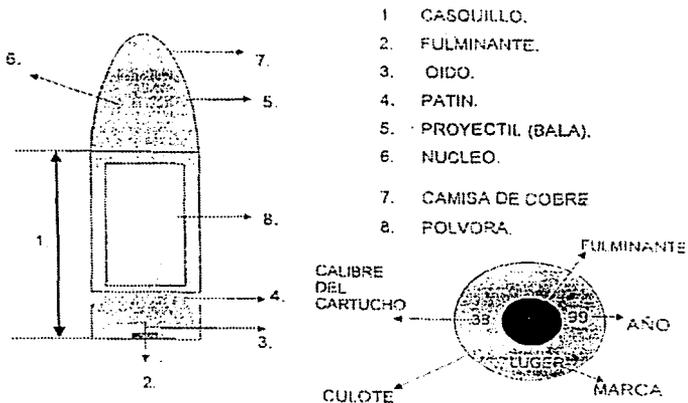


Fig. 4 Estructura de un cartucho.

#### 2.4 VAINAS DE CARTUCHOS

Las vainas o casquillos de los cartuchos, en general, están confeccionadas con bronce ( 70% cobre y 30% zinc). Algunas están hechas de acero o de aluminio. Se han empleado, en forma experimental, zinc y materiales plásticos. El bronce, el plástico y el papel se usan para vainas de cartuchos de escopeta.

La principal función de la vaina consiste en expandir y sellar la recámara, evitando el escape de los gases en retroceso cuando se dispara el cartucho.

Existen tres formas generales para las vainas de cartucho: cilíndrica, abotellada y cónica. La mayoría de los cartuchos de pistola son cilíndricos, mientras que la mayor parte de los cartuchos para fusil son abotellados. Los cartuchos de vaina cónica son virtualmente obsoletos.

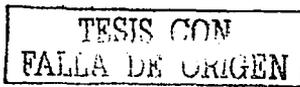
Las vainas de los cartuchos se clasifican en cinco tipos de acuerdo con la configuración de sus bases:

- a) Con reborde o pestaña.
- b) Con semireborde o semipestaña
- c) Sin reborde
- d) Rebatida o rebajada.
- e) Cinturonada o cinchada.

## 2.5 CARGAS PROPULSORAS

La carga propulsora o de proyección, es la cantidad de pólvora necesaria para lanzar un proyectil dado hasta una distancia determinada, con una velocidad conocida y sin llegar al límite de resistencia del cañón. Para medir la cantidad de pólvora que requerimos en determinados efectos durante una combustión, se utilizan medidas que están dadas en unidades llamadas granos (1 grano es igual a 1/16 de gramo).

Hasta fines del siglo XIX, todos los cartuchos eran cargados con pólvora negra. Ésta es una mezcla de carbón, azufre y nitrato de potasio. Esos materiales eran molidos individualmente hasta conformar un polvo, mecánicamente mezclados, molidos juntos, incorporados con la ayuda de un humedecedor, exprimidos en duros compartimentos, secados y luego descompuestos en la granulación deseada. En tal mezcla, el carbón es el combustible; el nitrato de potasio, el proveedor de oxígeno u oxidante, mientras el azufre provee a la mezcla de mayor densidad y maleabilidad y



la convierte en fácilmente combusta. Cuando la pólvora negra se quema apropiadamente, produce un 44% de su peso original en gases y un 56% en residuos sólidos. Estos residuos se perciben a través de humo denso y blanco.

En 1884, Vieille, un químico francés, por primera vez sintetizó una forma efectiva y práctica de lo que se conoce en la actualidad como pólvora sin humo. Usando alcohol y éter, redujo la nitrocelulosa a un coloide gelatinoso, que enrolló en láminas y cortó en pedazos. En 1887, Alfred Nobel desarrolló una forma apenas distinta de pólvora sin humo. Empleando nitrocelulosa que no estaba tan altamente compuesta por nitrato como la usada por Vieille, la mezcló con nitroglicerina y luego la dejó secar, la enrolló en láminas y la cortó en trozos. Estos dos tipos de pólvora sin humo son conocidos como pólvoras de una sola y de doble base, respectivamente. La configuración física de los granos individuales de pólvora puede ser en disco, en lámina o cilindro, según la pólvora sea de simple o de doble base.

El siguiente paso en el desarrollo de la pólvora sin humo fue la introducción de pólvora esférica por Winchester, en 1933. En la pólvora esférica la nitrocelulosa se disuelve completamente y el barniz resultante se agita bajo condiciones apropiadas, para formar pequeñas bolas que constituyen los granos de pólvora.

La pólvora de triple base usa un disolvente procesado de manera similar al de doble base. La nitrocelulosa y la nitroglicerina son premezclados con aditivos antes de sumar el disolvente de nitroguanidina a la mezcla; la nitroguanidina es incorporada dentro de la masa redonda sin disolverse en otros materiales; la mezcla final es entonces extraída, cortada y secada.

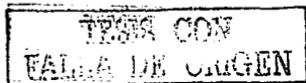
La pólvora sin humo, en teoría, se reduce enteramente a productos gaseosos, contrario a la pólvora negra, no deje residuos significantes en el ánima. Las pólvoras sin humo se queman sólo en la superficie; en consecuencia, la superficie quemada desciende constantemente, al mismo tiempo que los granos de pólvora se consumen. En esta combustión decreciente, una característica desfavorable, puede ser

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

superada, en cierto grado, haciendo un agujero en el grano individual de pólvora, resultando así un incremento en el área superficial, mientras se quema el grano. Más comúnmente, se aplica sobre los granos de pólvora una capa de disolvente químico para disminuir el encendido inicial y permitir una combustión progresiva. Estos granos se queman lentamente al principio y luego rápidamente; también pueden ser cubiertos con grafito para eliminar la electricidad estática y facilitar el flujo de la pólvora mientras se cargan los cartuchos. En lugar de presentar una apariencia negra brillante, los granos de pólvora no cubiertos tienen un color sobre todo verde pálido. Los granos de pólvora recuperados de la piel o de la ropa, luego de ser disparados por el arma, pueden no ser negros, sino de color verde pálido o beige, debido a la pérdida de la capa protectora.

El pyrodex o pólvora piroxilada es una pólvora negra sintética, se le conoce como algodón pólvora o nitrocelulosa, se obtiene de hacer reaccionar celulosa con ácido nítrico para obtener nitrato de celulosa que es muy explosivo, fue desarrollada para remplazar la pólvora negra en las armas en las cuales sólo se podía emplear esta última. Fue desarrollada debido a: primero, existía una escasez de pólvora negra, y segundo, existen una serie de restricciones sobre la venta y almacenamiento de pólvora negra, debido a sus propiedades explosivas. Como el pyrodex es una pólvora a base de nitrocelulosa, resulta considerablemente más segura que la pólvora negra y evita estas restricciones. El problema en el desarrollo de un sustituto de la pólvora negra reside en que ésta se quema sustancialmente al mismo valor, ya se trate de pólvora suelta o disparada dentro de un arma. De cualquier manera, la pólvora sin humo se quema más lentamente cuando está suelta, requiriendo alrededor de 70.3081 kg/cm<sup>2</sup> de presión para quemarse consistentemente. Mientras la presión asciende, se quema a un nivel mayor, produciendo presiones que exceden aquellas que podrían ser toleradas por las armas de fuego con pólvora negra.

El aspecto más importante que diferencia una pólvora de otra es la velocidad de ignición rápida, las de ignición rápida son más adecuadas



para armas de cañón corto y las lentas para las de cañón largo. Estas son las principales pólvoras balísticas y las demás se derivan de ellas.

De acuerdo con su velocidad de deflagración las pólvoras pueden ser, progresivas o regresivas dependiendo si aumentan o disminuyen su velocidad.

La reacción de la pólvora al quemarse es un fenómeno químico muy activo con liberación de calor al que se le llama deflagración, es un tipo de explosión de baja intensidad que se diferencia de la detonación en que su velocidad de combustión va de menos de 1 milímetro a varios centímetros por segundo, mientras que en la detonación la combustión alcanza velocidades del orden de 1 a 8 km por segundo con liberación de ondas de choque que generan presiones de aproximadamente 200 kg/cm<sup>2</sup> condiciones que harían irrealizable el fenómeno balístico. La deflagración se realiza en tres fases:

- a) Ignición. Es el encendido de la carga de fuego directo o a través del detonante. Puede comenzar con la aplicación de poco calor que va desde los 300°C, como el generado por la chispa del choque de un pedernal.
- b) Inflamación. Consiste en la comunicación del fuego a todos los granos.
- c) Combustión. Es la fase en la que la pólvora se libera en forma de gases aumentando la presión y la temperatura, que a su vez por reacción en cadena acelera la combustión con más presión y calor. Por este hecho la pólvora se inflama casi sin producir llamas y se dice que es inflamable.

## 2.6 FULMINANTE

Los cartuchos de las armas cortas están clasificados como de fuego central o de fuego anular, según sea la ubicación del fulminante. En los cartuchos de fuego central, el fulminante está localizado en el centro de la base de la vaina. Existen dos tipos de fulminantes para cartuchos metálicos: Boxer y Berdan. El fulminante Boxer consiste en una copa

metálica de bronce, un perdigón que contiene un explosivo sensible, un disco de papel y un yunque de latón. Estos componentes están reunidos para formar un fulminante completo. El fulminante Boxer tiene un solo y largo oído en el fondo de la vaina.

Los cartuchos metálicos europeos tradicionalmente están cargados con fulminante Berdan. Éste difiere del fulminante americano Boxer, en que no tiene un yunque de una pieza. En vez de ello, el yunque está construido dentro de la vaina y forma una proyección dentro de la cavidad del fulminante. Los Berdan tienen dos oídos en su cavidad.

Los fulminantes para cartuchos de escopeta son una variante de los Boxer empleados en cartuchos metálicos. Los fulminantes fabricados para fusiles y para pistolas difieren en su construcción, en que las copas de los utilizados en estas últimas son hechas de un metal más fino. El del fusil también tiene una mezcla que se quema con una llama mas prolongada e intensa. Los fulminantes vienen en cinco medidas: largo rifle, corto, largo pistola, corto pistola y escopeta.

Cuando se dispara un arma, la aguja o púa de percusión golpea el centro de la copa del fulminante, comprimiendo su compuesto entre la copa y el yunque, haciendo que este compuesto explote. Las aberturas en el yunque permiten que la llama pase a través del oído(s) a la vaina y, encienda la carga propulsora.

Los componentes originales del fulminante estaban hechos de fulminato de mercurio, sin embargo, al disparar se desprende el mercurio y éste se amalgama con el latón de la vaina haciendo que ésta se quiebre y se inutilice para la recarga. A esto se agrega que el almacenamiento de munición que contiene fulminantes de mercurio por un periodo largo lleva al deterioro del latón, por el mercurio. Esto motivó a que se reemplazaran los componentes de mercurio por componentes con clorato; desafortunadamente, al disparar con este tipo de carga, se descomponía en sales cloradas, que causaban la corrosión de los cañones.

En la actualidad, todos los fulminantes fabricados usan ingredientes químicos que no son de mercurio ni corrosivos. Los componentes que se

emplean varían, los que generalmente más se utilizan son nitrato de plomo, nitrato de bario y sulfuro de antimonio. La mayoría de los fulminantes de fuego central contienen los tres componentes. El descubrimiento de ellos constituye la base de los análisis para determinar si un individuo ha disparado un arma. Las industrias actualmente fabrican algunas municiones de pistolas de fuego central que no contienen plomo en el fulminante.

## 2.7 IMPRESIONES DEL CULOTE

Virtualmente, todas las vainas de los cartuchos presentan impresiones en el culote de sus bases. Estas impresiones son una serie de letras, números, símbolos y nombres de marcas (Fig. 5). Se imprimen en los culotes de las vainas con fines de identificación.

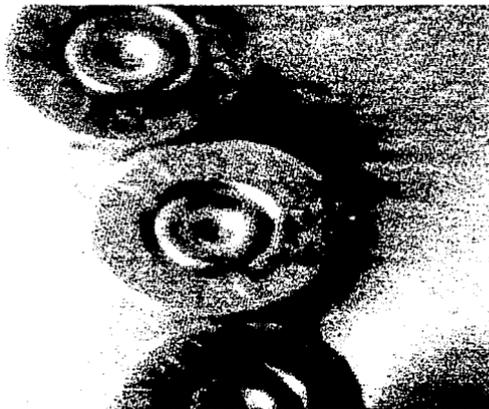


Fig. 5 Impresiones del culote marca Luger calibre .9 mm.

## 2.8 DISPARO DE UN ARMA

El accionar el disparador produce que la aguja de percusión se libere, golpeando el fulminante, comprimiéndolo, encendiendo su composición y produciendo una llama intensa. La llama penetra en la recámara principal de la vaina a través de uno o más oídos, encendiendo la pólvora y produciendo una gran cantidad de gas y calor. Este gas puede estar calentado a 287.11 °C, ejerce presión sobre la base del proyectil y a los costados de la vaina que varía desde unos 69.7066 kg/cm<sup>2</sup> a 3.515.33/4.218.4 kg/cm<sup>2</sup>. La presión de los gases en la base del proyectil lo propulsa a través del cañón. Mientras el proyectil viaja a través del cañón, un poco de pérdida de gas lo supera, emergiendo de la boca de fuego antes que él. De cualquier manera, el resto del gas y pólvora sin quemar emergen después del proyectil.

Cuando el proyectil emerge del cañón de un arma, está acompañado por un chorro de llama, gas, pólvora, hollín, residuos del fulminante, partículas metálicas arrancadas del proyectil, y metal vaporizado de él y de la vaina (Fig. 6). La pólvora se desprende de la combustión incompleta de la carga propulsora, ya que la pólvora sin humo realmente nunca se quema por completo. En consecuencia, estará parcialmente quemada. Los granos de pólvora quemados y sin quemar invariablemente emergen con el proyectil, a través del cañón. La cantidad de pólvora parcialmente quemada o sin quemar que se desprende depende de las propiedades de combustión de la pólvora y de la longitud del cañón. La pólvora sin humo no explota; en realidad, se quema.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**Fig. 6 Efecto producido por un arma al ser disparada.**

Cuando un proyectil abandona el cañón, está acompañado por una llama que consiste en gases incandescentes a temperatura muy elevada, en una bola de fuego-fogonazo. En las armas de puño la llama usualmente mide entre 2.54 cm y 5.08 cm de largo, la cual tiene poca importancia, excepto en heridas de contacto o casi de contacto, donde puede quemar la piel alrededor de la herida de entrada.

La bola de fuego que emerge de la boca del arma consiste en gases desprovistos de oxígeno producidos por la ignición de la pólvora, cuando emergen del cañón a temperaturas extremadamente altas, reaccionan con el oxígeno de la atmósfera, produciendo lo que comúnmente se conoce como fogonazo.

En los revólveres, sumado al gas, al hollín, a metales vaporizados y a partículas de pólvora emergiendo de la boca de fuego, se desprende material similar de la abertura entre el tambor y el cañón. Si el tambor del arma no está en perfecta alineación con el cañón, serán expulsados fragmentos de plomo del proyectil, mientras penetra en el cañón. En revólveres de buena fabricación, la cantidad de material que escapa de

**esta abertura del tambor es relativamente pequeña y no se encontrarán fragmentos de plomo. En aquellas de mala fabricación o deteriorados, surgirán considerables desechos. En los dos casos, el hollín y la pólvora que surgen de esta abertura pueden provocar ahumamiento y tatuaje de la piel si el arma está sostenida cerca del cuerpo. Los fragmentos de plomo limpiados del proyectil, como resultado de un tambor mal alineado pueden impactar la piel, provocando graneos e inclusive encastrarse en la piel.**

**Es indispensable analizar algunos aspectos importantes, respecto de los factores que intervienen en la determinación de la distancia a la cual se realizó un disparo con arma de fuego, sobre todo, cuando éste ha causado la muerte de alguna persona. Las distancias de disparos para efectos de estudio se dividen en las siguientes:**

- a) Distancias negativas. Son las de los disparos efectuados sobre blancos comprimibles (zonas blandas del cuerpo, almohadones) cuando el cañón del arma se apoya sobre la superficie del blanco comprimiéndola negativamente en relación con su rasante natural.**
- b) Distancia corta o corta distancia. Son las de los disparos efectuados a distancias entre los cero centímetros y hasta aproximadamente noventa y nueve centímetros.**
- c) Distancias medias. Son las de los disparos efectuados desde un metro y hasta los cien metros aproximadamente.**
- d) Distancias largas. Son las de los disparos efectuados a más de cien metros.**

**Aparte se debe de realizar una observación macroscópica del lugar de los hechos, la cual va a comprender entre otros: localización de manchas de sangre, posición, orientación y observación del tipo de heridas que presente el cadáver, residuos que hayan quedado en las manos de la víctima, búsqueda de proyectiles y casquillos.**

## 2. 9 EFECTOS EN EL BLANCO

Los efectos dependen de su naturaleza, para los cuerpos vivos (seres humanos y animales) se les denominan "heridas", y para los cuerpos inertes "daños". Los cuerpos vivos que pueden sufrir los efectos de los proyectiles son: el hombre y los animales. Salvo los efectos derivados del tamaño, encontramos muy poca diferencia entre los efectos causados en el hombre y en los animales que se hace intervenir en la guerra: palomas, perros, caballos y mulas.

Los cuerpos inertes que pueden constituir el elemento pasivo del fenómeno balístico son:

- ❖ El suelo, en sus diferentes formas de : tierra suelta o firme, arena seca o humada, conglomerada, roca.
- ❖ Masas de agua que se encuentran sobre el terreno.
- ❖ Construcciones de mampostería, de diversos tipos.
- ❖ Construcciones de madera seca.
- ❖ Árboles vivos.
- ❖ Partes u objetos metálicos.

Tocante a los fenómenos que se producen después y a consecuencia del choque brusco entre el proyectil y cualquiera de los medios pasivos:

- ❖ Penetraciones en cuerpos vivos y cuerpos inertes.
- ❖ Efectos vulnerables en cuerpos vivos.
- ❖ Destrucción de cuerpos inertes.
- ❖ Efectos de detención, en cuerpos vivos y en cuerpos inertes.
- ❖ Rebotes en los cuerpos que no ha logrado penetrar el proyectil.
- ❖ Huellas dejadas por los proyectiles, en cuerpos vivos y en cuerpos inertes, después de causar sus efectos.

Aparte de la influencia que en los efectos de los proyectiles tienen las características del propio proyectil, hay que considerar las que tiene el

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**cuerpo que interviene en forma pasiva. Principalmente la resistencia que le opone al proyectil.**

**El proyectil lleva en si, por los atributos que antes se mencionaron, capacidad de destruir al medio pasivo, y se caracteriza por su:**

**Potencia de penetración. Es la capacidad de los proyectiles, de romper la superficie de los cuerpos, desplazar o romper las capas internas y penetrar en el, en ocasiones hasta atravesarlo. Es función de la forma del proyectil, su masa, su velocidad restante, el ángulo de llegada y la resistencia del medio pasivo.**

**La forma del proyectil influye en la penetración, haciéndola mas fácil, cuanto mas aguda sea y menor la proporción de su longitud y el perfil que presenta.**

**El peso combinado con la velocidad restante dará mayor energía, cuanto mayores sean esos factores en el momento del choque será una mayor facilidad a la penetración.**

**El ángulo de llegada hará también que esa penetración se realice con mayor facilidad, cuanto mayor sea el ángulo.**

**La resistencia que opone el medio pasivo, a la penetración del proyectil, en cambio, determinara mayor dificultad para penetrar.**

**La potencia vulnerante. Es la capacidad que tienen los proyectiles, para causar daños en los cuerpos que penetran, actuando ya en su interior. En los cuerpos vivos, son determinados por la forma y calibre del proyectil, su tipo, la velocidad restante, el lugar que penetran y los órganos que lleguen a tocar en la trayectoria seguida en el interior del cuerpo.**

**La potencia de detención. Es el efecto mecánico del choque recibido por el cuerpo que es tocado por un proyectil. Equivale al producto de la masa del proyectil, por el cuadrado de la velocidad restante, en el momento del choque.**

**Para la balística de efectos, los cuerpos vivos se consideran compuestos de: partes blandas, huesos y órganos vitales.**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

a) Efectos de penetración. Por si solos, los cuerpos vivos no presentan resistencia a la penetración de los proyectiles. El vestuario y el equipo normales, no constituyen tampoco suficiente protección. Solamente chalecos y corazas especiales pueden evitar las penetraciones; pero su uso esta restringido a quienes combaten ocupando un asiento a bordo de algunos vehículos y operando determinadas armas en naves aéreas y marítimas, dada la gran limitación que imponen a los movimientos.

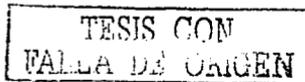
Los proyectiles de pequeño calibre, siempre macizos, tienden a penetrar en los cuerpos vivos. Lo logran cuando la velocidad restante es suficiente. Esta velocidad restante está condicionada por la velocidad inicial y estará siempre en relación inversa a la distancia a la que se efectuó el disparo.

Hasta los 300 metros, los proyectiles de las armas reglamentarias penetran en los cuerpos vivos produciendo un efecto explosivo, con destrucción de la piel y tejidos adyacentes, produciendo roturas radiales a la perforación. La principal causa de esta circunstancia esta en la rotación de que viene animado el proyectil. Desde luego, esas rupturas radiales serán mayores, a medida que mayor sea la velocidad de rotación.

b) Efectos vulnerantes. El efecto explosivo de los proyectiles que fueron disparados a menos de 300 metros, causa estallamiento de vísceras cuyo tejido no es fibroso. A estas distancias, los proyectiles que carecen, o que han perdido la camisa, tienden a deformarse y fragmentarse, aumentando los destrozos causados.

En la cavidad craneana, en los canales medulares y en las apófisis porosas de los huesos largos, los proyectiles macizos que hacen impacto con suficiente velocidad, suelen causar efectos semejantes a los expansivos, destruyendo grandemente los huesos.

Cuando los proyectiles expansivos llegan a impactar algún órgano importante, pueden causar la muerte rápida e inevitable, por los graves destrozos causados; determinando, casi siempre, mutilación de los miembros tocados.



**c) Efectos de detención.** Cuando el choque que representa el poder de detención de los proyectiles es suficientemente fuerte, es capaz de parar en seco los impulsos musculares, haciendo que el sujeto caiga por tierra. Los proyectiles de mayor calibre y las velocidades restantes más altas, se conjugan para producir los mayores efectos de detención.

Los efectos de penetración, destrucción y detención que los proyectiles causan en los cuerpos inertes, dependerán, en mucho, de la resistencia que estos cuerpos opongan. La resistencia que los cuerpos inertes oponen a los proyectiles puede ser material o virtual.

Presentan los cuerpos resistencia material, cuando se oponen firmemente al choque, sufriendo plenamente sus consecuencias. Ocurre esto cuando los objetos están fijos al suelo o a estructuras que los apoyan, o cuando su propio peso y tamaño les dan la suficiente estabilidad.

Se considera resistencia virtual, cuando el objeto al recibir el impacto, salta al espacio con más o menos violencia, mitigando al ceder, los efectos de choque.

Cuando los objetos se encuentran en movimiento, al sufrir el choque, modifican la trayectoria y la velocidad, de conformidad con la resultante de la combinación de los factores representados por, la masa del proyectil y la del elemento pasivo; la resistencia presentada por este; la dirección y velocidad del proyectil y la posición relativa del centro de gravedad de ambos elementos, en el momento del choque.

## 2.10 EXAMEN DEL BLANCO

En función a la cual se realizan los disparos con un arma de fuego, se presentan diversos efectos en el blanco, el estudio de estos nos permite hacer la siguiente clasificación:

a) Disparo a bocajarro: este tipo de disparo se produce cuando la boca de fuego del arma se halla en contacto con la superficie, comprimiéndola (distancia negativa), en disparos efectuados sobre partes blandas; y a

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

distancias desde cero hasta dos centímetros, aproximadamente si el disparo se realiza sobre superficie que apoya en un plano duro.

Se produce una herida en boca de mina (o herida de Hoffman) en la piel, caracterizada por presentar su entrada con bordes desgarrados, irregulares, alargados, estrellados o cruciformes, con excavación subcutánea y explosión de tejidos periféricos, en cuyo trayecto interno se depositan los residuos del disparo (humo, nitritos, nitratos). En hueso produce el signo de Benassi consistente en un anillo de ahumamiento alrededor del orificio de entrada del plano óseo.

En las ropas, se aprecian: deshilachamiento; bordes irregulares, estrellados o cruciformes, generalmente dirigidos hacia fuera; algo del tejido superficial sobre el inferior, depósito de humo y otros residuos en la cara interna de la prenda superficial.

b) Disparo a quemarropa. Es el disparo realizado desde una distancia no superior al alcance de la llama, un máximo aproximado de tres a cuatro centímetros.

El orificio de entrada está rodeado por un tatuaje denso y ennegrecido, formado por residuos procedentes del disparo; partículas de pólvora quemada, sin quemar (nitratos y nitritos) y humo. En los disparos sobre piel, se aprecian, además, en el tatuaje pequeñas quemaduras y heridas causadas por partículas de pólvora en ignición y por partículas de pólvora sin quemar que se incrustan en ella (Fig.7).

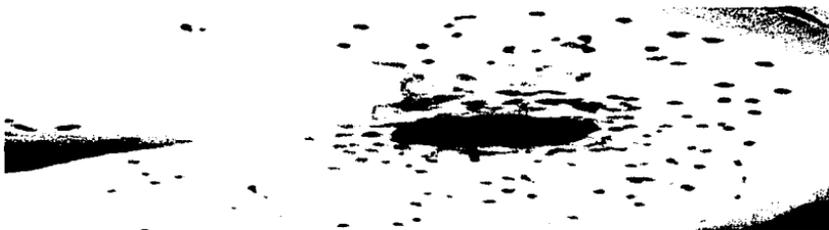


Fig. 7. Tatuaje en piel de un orificio de entrada

**Cuando este tipo de disparos se realice de tal manera que la boca del cañón del arma quede en contacto sobre las ropas, se observan también características muy importantes como son:**

**En el caso de fibras naturales, el orificio de entrada presenta zonas de chamuscamiento; y cuando se trata de tejidos fabricados a base de materiales sintéticos, el orificio de entrada presenta una zona clara de carbonización, debido a que este tipo de material es inflamable.**

**Sobre superficies pilosas o afelpadas, se produce un chamuscamiento lento de puntas de pelos o fibras por efecto de la llama, si son sintéticas las puntas afectadas presentan retraimientos en forma de pequeñas bolas.**

**Es conveniente señalar que algunos tipos de heridas sobre todo aquellas que se localizan en tórax y región abdominal, las cuales presentan un orificio de entrada con una zona de ahumamiento y tatuaje menos perceptible que las anteriormente descritas, pueden ser causadas por el hecho de apoyar el arma fuertemente contra los tejidos. La verificación de este tipo de heridas se realiza en el curso de la autopsia, la cual permite observar los destrozos de los tejidos o de los órganos que a la vez presentan ennegrecimiento y chamuscamiento.**

**c) Disparo a corta distancia: se incluyen en esta denominación los disparos efectuados desde distancias no superiores al alcance del tatuaje, alcance que depende del tipo de arma y de cartucho utilizados, aproximadamente unos sesenta centímetros para armas cortas y un metro para armas largas. Alrededor del orificio de entrada se aprecia la presencia de elementos integrantes del tatuaje.**

**A medida que aumenta la distancia del disparo, aumenta la dispersión del tatuaje, a la vez que se van perdiendo paulatinamente los elementos, el primero en perderse es el humo, por ser menos pesado; seguidamente las partículas de pólvora quemada y finalmente, las partículas de pólvora sin quemar. La distancia del disparo se determina según las características del tatuaje. La distancia a la que en los disparos de prueba se haya**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

obtenido un tatuaje mas parecido al dubitado, indicara la distancia aproximada al mismo.

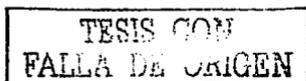
d) Disparos a medias y largas distancias. Estos disparos se caracterizan por la ausencia de tatuaje.

**Espectro de dispersión:** consiste en una aureola, invisible a simple vista (salvo coincida plenamente con el tatuaje), que se produce en la periferia del orificio de entrada por el depósito de nitritos derivados de la combustión de la pólvora y de partículas microscópicas de metales pesados y volátiles procedentes de la cápsula iniciadora (plomo, bario, mercurio, potasio). Se produce desde los dos centímetros hasta los 150 centímetros aproximadamente. Se visualiza mediante radiografía, infrarrojo, prueba de Walker o de Hoffman.

Los primeros estudios que debe efectuar el perito químico es el de observar microscópicamente la vestimenta de la víctima, con el fin de buscar residuos (manchas de sangre, tierra, cal, productos químicos, etc.), que puedan encontrarse alrededor o en las zonas adyacentes al orificio de entrada del proyectil, y que en un momento dado puedan interferir en forma positiva o negativa sobre los reactivos que se utilizan en la prueba que se está realizando.

El estudio microscópico debe efectuarse, especialmente alrededor del orificio de entrada causado por el proyectil, con el fin de indagar la presencia o ausencia de residuos de pólvora sin quemar o parcialmente combusta, así como partículas de metal que puedan provenir del proyectil o cartucho, o bien partículas de otros materiales; todo esto proporciona datos al químico para normar su criterio acerca de la distancia a la cual pudo realizarse el disparo homicida.

Dentro de los estudios anteriores puede existir la presencia de otros indicios que ayuden a dar una idea mas precisa de cómo se efectuaron los hechos, a saber: si los zapatos o ropas presentan huellas de arrastramiento, en este caso se encontrarán impregnados de ciertas sustancias: polvo, grasa, u otros materiales (pelos, fibras, fragmentos de piel en uñas, etc.) que puedan indicar la profesión, oficio u ocupación, lo



que pueda indicar el sitio donde había estado la víctima, por ejemplo: cal, arena, cemento en personas que trabajan en la construcción; polvos metálicos en caso de torneros y fresadores, manchas de aceite y grasa en el caso de mecánicos.

Para poder llegar a determinar, con la mayor exactitud posible la distancia a la cual se realizó un disparo con arma de fuego, es necesario llevar a cabo diversas observaciones, estudios y apreciaciones de las heridas que presenta la víctima así como de las ropas que vestía las cuales consisten principalmente de un orificio de entrada y uno de salida.

El perito químico deberá observar las zonas adyacentes al orificio de entrada del proyectil con el fin de determinar la zona de ahumamiento y tatuaje tanto en la ropa como en la piel

a) Ahumamiento. Cuando se efectúa un disparo a una distancia que varía entre 0-20 cm, el humo y el hollín producto de la deflagración de la pólvora se depositará en la ropa o en la piel. Se recomienda imprimir una placa de esta zona colocando una regla graduada fuera de ella, para tener una idea del diámetro del área de ahumamiento, la cual estará en relación directa a la distancia a la que se realizó el disparo, así como el calibre del arma empleada.

b) Tatuaje. Enseguida la observación se dirigirá hacia la zona de tatuaje, la cual estará determinada por los granos de pólvora y fragmentos de metal procedentes de la bala, que al chocar contra la ropa o piel se incrustarán a mayor o menor profundidad, dependiendo de la dureza del material que encuentra en su trayectoria. El área de la zona de tatuaje variará según sea el calibre del arma y de la distancia a la cual se disparó. Es indispensable mencionar que la zona de tatuaje es permanente y no desaparece como la de ahumamiento. Esta permanencia se debe a los granos de pólvora sin quemar o semicombustos, y a los fragmentos de metal que se desprenden del proyectil o bala que se introducen a una determinada profundidad, por lo cual no son fácilmente removidos o extraídos cuando se encuentran en la piel.

Otro parámetro que influye para obtener una mejor apreciación en la determinación de la distancia, a la cual se realizó un disparo, es tomar en cuenta las características de las heridas causadas por proyectiles de arma de fuego.

Se debe de tener en consideración que un proyectil cuando es disparado lleva un movimiento de rotación asociado al movimiento de translación del que va animado, por lo que al hacer contacto con las ropas o con la piel, tanto el orificio de entrada como el de salida ofrecen características muy especiales, a saber:

a) Orificio de entrada. Cuando una bala choca contra la piel produce inicialmente una contusión; el proyectil que viene animado de un doble movimiento de rotación y de translación deprime los tejidos, y aun cuando momentáneamente disminuye su velocidad, acaba por perforarlos atravesando los tejidos del cuerpo. El proyectil entra forzado y arrastra la piel circundante del orificio de entrada, dejando un depósito de humo y hollín que venían adheridos a sus paredes. Este depósito aparece después como un anillo de color gris.

Cuando la bala hace contacto con la piel, ésta sufre una distensión mientras es atravesada; esto trae como consecuencia que los tejidos al volver a su posición normal aparecen con dimensiones inferiores al del proyectil.

b) Orificio de salida. Cuando el proyectil hace su recorrido a través del cuerpo, lo recorre con una velocidad progresivamente disminuida por los tejidos entre los que se va abriendo paso hasta salir; consecuentemente, las heridas que señalan el orificio de salida son de mayores dimensiones que las de la bala, encontrándose los tejidos desgarrados, lacerados y con extravasación de sangre en mayores proporciones que el orificio de entrada.

## 2. 11 MANEJO DE ROPAS.

Entre los factores que afectan a los residuos provenientes de la combustión de la pólvora, presentes en la ropa de la víctima, es necesario tener en consideración aquellos que pueden llegar a alterar los resultados, referente a la distancia a la cual se realizó un disparo con arma de fuego. Entre los principales se pueden mencionar:

a) Al retirar de la víctima la ropa que presenta el orificio de entrada se debe de realizar con sumo cuidado evitando jalamientos bruscos, procurando que el operador maneje la ropa en zonas alejadas al orificio de entrada, si el quitar la ropa del cadáver comprende un manipuleo muy complicado, se deberá optar por cortar la prenda donde se localiza el orificio de entrada, procurando que el corte se realice a unos 30 cm de radio del orificio.

b) Se deberá tener especial cuidado al doblar la prenda de vestir, de tal manera que el orificio quede hacia arriba, evitando rozar dicha zona con cualquier otro objeto para evitar desprendimiento del material proveniente de la deflagración de la pólvora. En este mismo paso se deberá tener en cuenta la introducción de la prenda de vestir en el espacio apropiado que puede ser dentro de una caja de cartón o en un portafolio, procurando que quede la parte del orificio de entrada libre, evitando roces, talladuras y fricciones con la tapa de cierre.

c) El transporte deberá efectuarse sin movimientos bruscos, con el fin de que, en un momento dado haya desprendimientos del material que se va a estudiar en el laboratorio químico.

d) Observación de las prendas de vestir. Los orificios de entrada deberán ser observados meticulosamente, para conocer la presencia de alguna otra sustancia de tipo químico, que pudiera darnos en un momento dado resultados falsos positivos o negativos, o bien enmascararlos, por ejemplo: la sangre que en determinado momento pueda llegar a ocultar los residuos que se tratan de identificar, así también puede llegar a suceder que el cadáver haya sido arrastrado estando en contacto el orificio de entrada con la superficie sobre la que se efectúa el arrastre,

ésta puede ser una alfombra, mosaico o tierra; en todos los casos habrá desprendimiento y contaminación de los residuos que se tratan de localizar en el laboratorio.

## **2.12 PROCEDIMIENTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS QUE SE UTILIZAN EN LA DETERMINACIÓN DE LA DISTANCIA A LA CUAL SE REALIZÓ UN DISPARO**

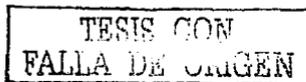
De una manera concreta se dan a conocer los procedimientos físicos y químicos que actualmente se aplican en la determinación de la distancia a la cual se realizó un disparo con arma de fuego. Entre los principales se encuentran la fotografía infrarroja y los rayos X.

En el primero de ellos se utiliza una película infrarroja y un filtro Wratten 87, revelándose los residuos con bastante resolución y contraste.

Un método menos común utilizado para el examen de la vestimenta, con la finalidad de realizar determinaciones de la distancia, implica el empleo de energía dispersa de rayos X; los bordes del orificio son analizados en busca de la presencia de antimonio, bario, plomo y cobre; la distribución del residuo metálico alrededor del orificio de entrada puede trazarse de una manera semicuantitativa. Este patrón puede ser duplicado en ropa idéntica, con la misma arma y tipo de munición. El procedimiento otorga una aproximación de la distancia a la cual fue infligida la herida. El uso de energía dispersa de rayos X presenta la ventaja de que el método no es destructivo y es extremadamente rápido, sin ninguna necesidad de preparación previa de los elementos.

## **2.13 PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS**

En 1928, Goroncy, un químico alemán, propuso el uso del alfa-naftilamina y ácido sulfanílico en una solución de ácido acético, para la detección de compuestos nitrados como los normalmente encontrados en los residuos del humo de la pólvora. Esta prueba involucra el corte de una porción de la ropa de la víctima y la extracción en una solución de los residuos de la misma; si un color rojo era producido al adicionar ácido acético bajo condiciones controladas a la solución, la intensidad del color podía ser

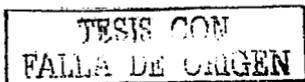


utilizada como una indicación de la distancia aproximada a la que un arma sospechosa y la ropa se encontraban al momento de la descarga. Esta técnica fue interesante, pero no daba indicación de la distribución del estampado alrededor de un agujero sospechoso y era de naturaleza destructiva.

A principios de 1937, Joseph Walker sugiere la adaptación de la prueba química de Goroncy para un mejor aprovechamiento mecánico y químico. Él propuso el uso de los mismos reactivos, pero en lugar de adicionarlos a un extracto de residuos de la ropa de la víctima, propuso el empleo de los reactivos para tratar una pieza de papel fotográfico cubierto con la emulsión, el cual tenía que ser previamente desensibilizado por exposición a una solución de hiposulfito de sodio al 15% durante 5 min, para disolver las sales de plata; posteriormente se lava el papel fotográfico con agua corriente durante 1 hr y se deja secar. Así queda la hechura de este papel tratado ligeramente, sin sensibilidad, y sólo sensitivo a los compuestos nitrados bajo las condiciones correctas. La técnica de Walker dicta la formación de una capa "sándwich", el cual consiste del papel tratado con la emulsión de reactivos arriba de la ropa de la víctima frente a los residuos de pólvora, con el agujero de la bala al centro del papel tratado, y la capa de una toalla humedecida con una solución de ácido acético por encima de todo. El paquete entero es expuesto a un planchado simple por 5 ó 10 min. Cualquier pigmento en tono rojo, encontrado embebido en la emulsión del papel fotográfico, es producido por la tinción de los pigmentos por la reacción química debido exclusivamente a la presencia de los compuestos nitrados.

Los beneficios adicionales de la técnica fueron:

- a) Una permanente representación grafica de los residuos nitrados presentes fue preservada en la emulsión.
- b) El modelo generado por esta vía provee las bases, para más tarde comparar con modelos de distancia conocida por un disparo en el laboratorio.
- c) La técnica no es destructiva de la evidencia.



La prueba de Walker fue usada por muchos años con gran éxito y con cambios menores en el procedimiento específico y en los medios de prueba, como fue el uso de una sencilla capa de estampilla en lugar de múltiples capas de toallas. Sin embargo, por los años 70 se conoció que el reactivo químico alfa-naftilamina era extremadamente peligroso (un probable carcinógeno); esto fue suficiente para buscar otro reactivo químico o una técnica alternativa. La Unidad de Marcas de Herramientas y Armas de Fuego (Firearms-Toolmarks) y el personal de investigación del Buró Federal de Investigaciones (FBI) cooperaron en un proyecto para encontrar una alternativa. Esto determinó que el reactivo químico de una prueba a la gota contenida en "pruebas a la gota en análisis orgánico" de Fritz Fiegl, podía ser adaptada a los procedimientos existentes a los medios de prueba de la prueba de Walker y aun dar resultados específicos químicamente. La prueba a la gota de Griess involucra el uso del reactivo de Marshall, una combinación de partes iguales de una solución de ácido sulfanílico en agua y una solución de dihidrocloruro de N-(1-naftil) etilendiamina en alcohol metílico. Tal técnica fue utilizada hasta finales de 1970, cuando se conoció que el reactivo de Marshall era carcinógeno, tal como fue el caso del alfa-naftilamina en la prueba de Walker.

Un segundo proyecto conjunto fue entonces llevado a cabo por la Firearms-Toolmarks Examiners (AFTE) y el FBI para encontrar un sustituto del reactivo de Marshall, el cual debería: a) dar resultados específicos químicamente, b) no ser tóxico, carcinógeno o dañino de manera diferente y, c) podría ser integrado a las técnicas existentes. Contactos con la Real Policía Montada de Canadá (RCMP), indican que en sus laboratorios empleaban una serie de reactivos aplicados directamente a la ropa de la víctima para detectar depósitos de partículas nitradas. El método de la RCMP fue publicado en la revista de la AFTE. Los reactivos son similares a los usados en la prueba de Griess, excepto que el alfa naftol o el naftoresorcinol fueron usados en lugar del reactivo de Marshall. Además, ninguno de los reactivos era carcinógeno, ambos son antisépticos suaves.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Investigaciones independientes confirmaron que las pruebas de la RCMP eran efectivamente específicas para compuestos nitrados, y que un resultado positivo era indicado por la producción de un tinte azo naranja, cuando se emplea alfa naftol, o un tinte azo amarillo si el naftoresorcinol era usado. El color anaranjado brillante y el alfa naftol mucho más económico, determinaron que se integrara este reactivo dentro de los procedimientos de rutina en lugar del reactivo de Marshall. Esto hizo creer que el uso del papel fotográfico fuera preferible a la aplicación directa a la ropa de la víctima, ya que el papel fotográfico podrá proveer un significado en la captura del tamaño y densidad del estampado de los nitritos para comparaciones futuras.

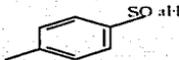
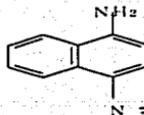
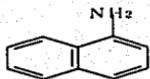
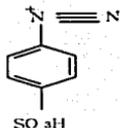
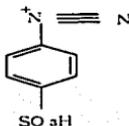
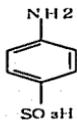
Es de notar que la prueba modificada de Walker, así como la prueba de nitratos, no interfiere con la prueba del rodizonato de sodio para residuos frontales. Sin embargo, la prueba modificada de Walker se debe realizar primero, porque la prueba de rodizonato de sodio sí interfiere con la prueba de nitritos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2.14 FUNDAMENTO QUÍMICO DE LA PRUEBA DE WALKER



### REACCION DE DIAZOACION

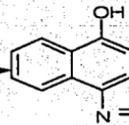
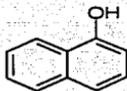
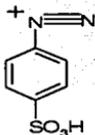


Sal de diazonio

alfa-naftilamina

Azo compuesto de color anaranjado

Modificación a la prueba de Walker.



sal de diazonio

alfa-naftol

azo compuesto de color anaranjado

brillante

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El propósito de esta investigación es proveer al examinador de armas de fuego, al químico forense y al criminalista en general, de una referencia práctica para usarla en el desarrollo de la Prueba de Walker Modificada. Esta es una prueba cromófora específica químicamente (producción de color), para la presencia de compuestos nitrados como producto del calentamiento de los gases de la pólvora que nos permitirá localizarlos en las prendas o lugares que se depositen. Esta prueba ha superado la prueba estándar de Walker en los laboratorios del FBI porque no involucra el uso del reactivo de Marshall, un conocido carcinógeno, y sin pérdida de especificidad química. Además, el resultado de la prueba modificada es específica, los reactivos son menos costosos y el entrenamiento del personal es mínimo, ya que el procedimiento y el medio de prueba es similar a la vieja prueba de Walker empleada tradicionalmente.

### 4 HIPÓTESIS

En el Laboratorio de Química Forense de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal se espera contar con una técnica alterna a la prueba de Walker, cuyos resultados sean reproducibles, repetibles y confiables, a un menor costo, evitando que el personal este en contacto con reactivos peligrosos al cambiar el soporte de la base de reacción.

### 5 OBJETIVOS

Realizar una prueba que no implique el uso de reactivos peligrosos para el personal del laboratorio.

Obtener de un papel fotográfico o no, (alternativo) al ocupado actualmente como soporte de la base

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 6 MATERIAL Y REACTIVOS

**Bandeja**

**Pipetas**

**Matraces Erlenmeyer**

**Papel filtro Whatman**

**Papel fotográfico**

**Prendas de vestir**

**Plancha eléctrica**

**Campana extractora**

**Tela de toalla o gasa**

**Pistola calibre .9 mm.**

**Pistola calibre .22**

**Pistola calibre .25**

**Pistola calibre .38**

**Cámara fotográfica**

**Hiposulfito de sodio al 5%**

**Alfa-naftil amina**

**Alfa-naftol**

**Ácido sulfanílico**

**Ácido acético al 15%**

**Agua destilada**

**Alcohol metílico**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **7 METODOLOGIA**

**Para llevar a efecto la determinación de la distancia a la cual se realizó un disparo y se aplicó la prueba de Walker a la ropa, se preparan una serie de patrones realizando disparos a diferentes distancias y con pistolas de diferente calibre; estas distancias deberán ser medidas con relativa exactitud, y con los patrones obtenidos tendrán que ser revelados por medio del método que utilizó J.T. Walker.**

**El problema una vez revelado se compara directamente con los patrones que se encuentran en el laboratorio, teniendo en consideración:**

- Densidad en cuanto al número y coloración de los residuos revelados.**
- Distribución de los puntos revelados con relación al orificio de entrada.**
- Tamaño de las partículas reveladas.**

**Desensibilización del papel fotográfico.**

**El fotográfico Azo o Kodabromide grado 2 ó 3 se desensibiliza en una solución de hiposulfito de sodio al 5% durante 15 min para disolver las sales de plata; posteriormente se lava el papel fotográfico con agua corriente de la llave durante 1 hr y se deja secar.**

**Preparación de las soluciones.**

**Preparar una solución de 0.5 gramos de ácido sulfanílico en 100 mL de agua.**

**Preparar una solución de 0.28 gramos de alfa-naftol en 100 mL de metanol.**

**Combinar volúmenes iguales de ambas soluciones.**

**Preparar una solución de ácido acético al 15%.**

**Combinar 150 mL de ácido acético glacial al 15% con 850 mL de agua destilada.**

**Guardar en un contenedor sin contaminar apropiadamente sellado.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### **Procedimiento.**

**Colocar la solución combinada dentro de una bandeja procesadora de fotos no reactiva, y brevemente bañar las hojas precortadas del papel fotográfico desensibilizado dentro de la bandeja (Fig. 7).**



**Fig.7 Preparación del papel fotográfico o papel filtro**

**Sumergir las hojas de papel fotográfico desensibilizadas en la mezcla de ácido sulfanílico y alfa-naftol, removerlas.**

**Colocar las hojas a un lado para secarlas sobre una superficie no contaminada.**

**Colocar la solución remanente en un contenedor de almacén y guardar.**

**Nota: en vez del papel fotográfico desensibilizado, se puede utilizar un papel filtro ordinario, el cual puede ser procesado de la misma manera para el uso de la prueba; la economía puede dictar que esta alternativa pueda ser usada.**

**Colocar la evidencia o la prueba en duda a una distancia conocida, a un lado, debajo de la cubierta emulsionada del papel fotográfico tratado (Fig. 8).**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Indicar las costuras, botones, hoyos de los botones, rasgaduras, bolsillos, agujeros sospechosos de bala, roturas, cortes, etc., para posibles futuras referencias en los juzgados penales; marcar con la cabeza de un lápiz.

No usar tinta en este punto porque puede transferir la tinta dentro del artículo de prueba.



Fig.8 Preparación de la tela

Remojar una pieza estampilla (toalla) libre de nitratos en una solución de ácido acético al 15% (en un vaso grande) y escurrir afuera del vaso.

Colocar la estampilla sobre el artículo en duda o una prueba de distancia conocida como la tercera capa del sándwich.

Presionar el sándwich con una plancha caliente.

Descargar la estampilla y separar el artículo en duda o el testigo de disparos de distancia conocida del papel fotográfico.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cualquier indicio naranja sobre el papel es el resultado de una reacción cromofórica químicamente específica para la presencia de residuos nitrados.

#### 8 RESULTADOS

Se realizaron 50 disparos a diferentes distancias (20, 30, 40, 60, 80, 100 cm) y se utilizaron los papeles fotográficos Kodabromide, Azo N, y Azo F y papel filtro Whatman del número 4; así mismo, los disparos se efectuaron en condiciones ideales en un área adecuada como la cámara de disparo de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (Fig. 9) y también se realizaron en espacio abierto en condiciones de aire y temperatura no controladas.

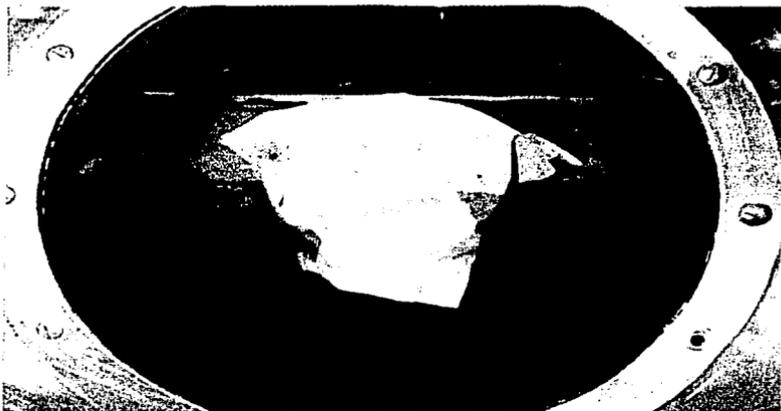


Fig. 9 preparación de la tela para realizar un disparo en lugar cerrado con condiciones controladas.

Los resultados obtenidos se observan en la serie de fotografías que se muestran a continuación:

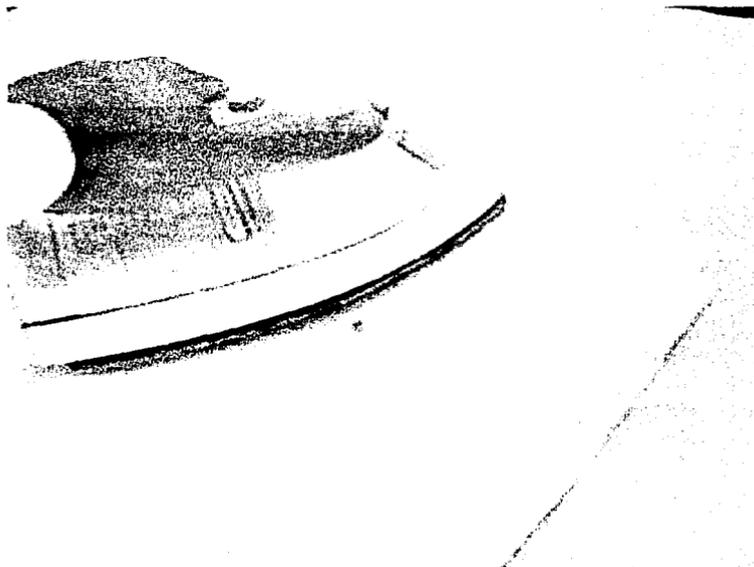
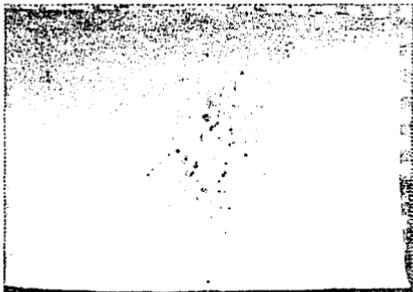


Fig. 10 Aumentando la velocidad de reacción por medio de calentamiento

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



a. concentración al 0.5 %



b. concentración al 1.0 %

fig. 11 resultados obtenidos con los reactivos alfa-naftilamina y ácido sulfanílico.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**Fig. 12 separación de la tela y del papel fotográfico.**

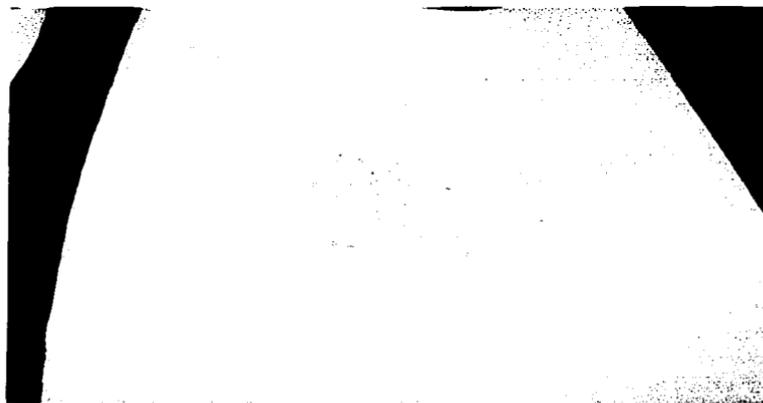


**Fig. 13 resultado obtenido con alfa-naftilamina y un calibre 38".**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



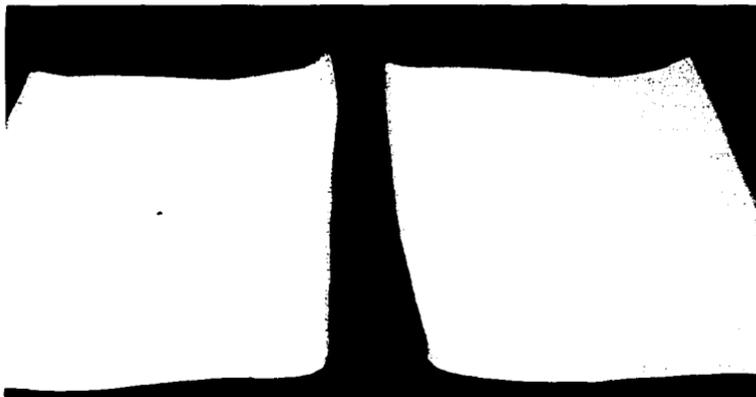
**Fig. 14 Resultados con calibre 25" y alfa naftol.**



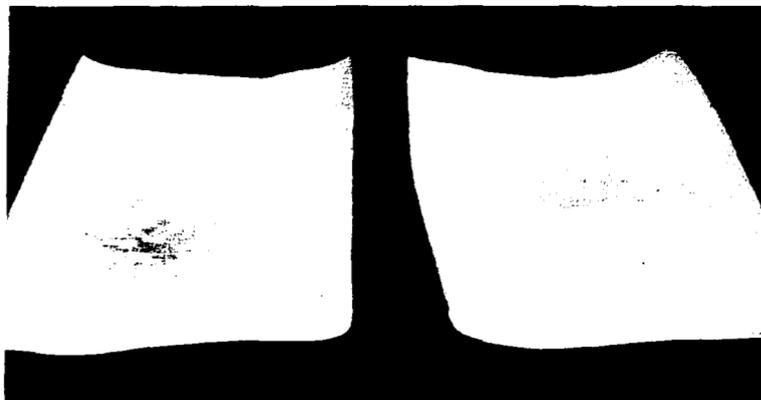
**Fig. 15 Resultados con calibre 9 mm a 90 cm.**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

INSTITUTO GALEO  
DE INVESTIGACION

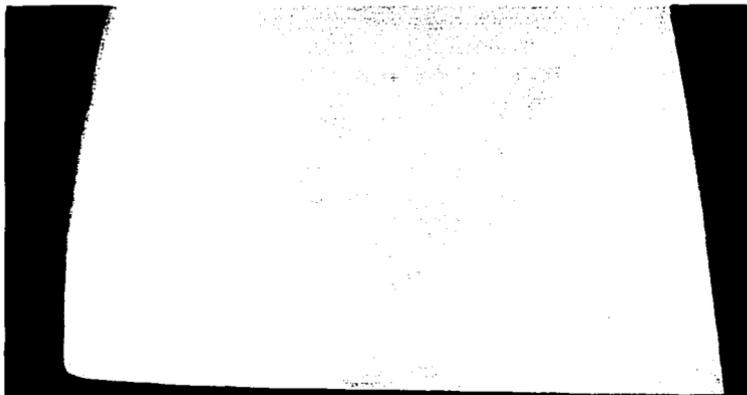


**Fig. 16 Resultados con calibre .22" y alfa naftol.**



**Fig. 17 Con alfa naftol y pistola calibre .38".**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**Fig. 18 Resultados obtenidos a una distancia de 1 m con el reactivo del alfa-naftol y una pistola calibre .38", en papel fotográfico Azo N.**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

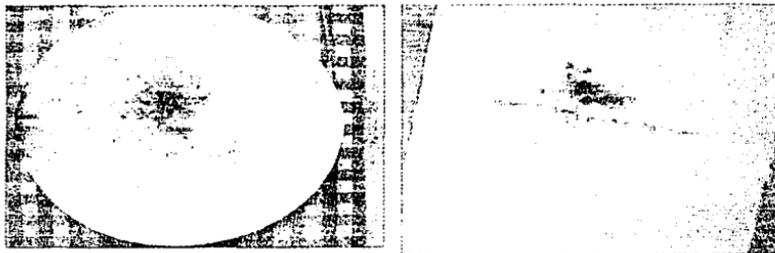


Fig.19 Resultado obtenido de la modificación utilizando papel filtro Whatman del número 4.

Se puede observar que el papel fotográfico Azo N, tratado con alfa-naftol (Fig. 18) no tuvo un buen funcionamiento, mientras que si se observan resultados positivos con el alfa-naftilamina (Fig. 13). Todos los demás papeles utilizados funcionaron de manera correcta al utilizar ambos tipos de reactivos y al comparar estos resultados con un testigo conocido (Fig. 14, 15, 16, 17 y 19).

#### 9 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al realizar el estudio comparativo entre los diferentes resultados obtenidos, podemos decir que ambos reactivos actúan de manera similar en la técnica y que se obtienen resultados muy semejantes al utilizar alfa-naftilamina y alfa-naftol, así como al emplear otro tipo de papel fotográfico y aun al utilizar el papel filtro, además de que tales resultados

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

también se siguen conservando con el tiempo para futuras comparaciones.

Se recomienda utilizar los diferentes reactivos en concentraciones 1:1 puesto que en estas concentraciones se observan más favorablemente los resultados. Esto ocurrió tanto en las prendas muestreadas en espacio cerrado como en las utilizadas en espacio abierto, aunque en ambas iba disminuyendo conforme se aumentaba la distancia de disparo, hallándose los resultados más óptimos en la distancia de 10 a 60 cm.

## 10 CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, el alfa-naftol funciona como un reactivo alterno para la determinación de la distancia del disparo de un arma de fuego al igual que el reactivo alfa-naftilamina.

Existe un buen funcionamiento de los papeles fotográficos alternos (Azo N y Azo F) con resultados equivalentes al ocupado actualmente (Kodabromide), con resultados gráficos semejantes en ambos casos.

Así mismo, el papel filtro puede funcionar como una base alterna al papel fotográfico, ya que se obtuvieron resultados muy semejantes.

De esta manera, se reducen los costos del material utilizado, pues se utiliza papel filtro y papel fotográfico, que son más comunes, económicos y fáciles de adquirir a la vez que se disminuyen los peligros de la técnica respecto de los reactivos utilizados, debido a que el alfa-naftol es menos dañino.

## 11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dillon J. H. **The modified Griess test: A chemical specific chromophoric test for nitrite compounds in gunshot residues.** *AFTE Journal* 1990; 22(3): 251-256.
2. Dillon J. H. **A protocol for gunshot residue examinations in muzzle-to-target distance determinations.** *AFTE Journal* 1990; 22(3): 257-274.
3. Walker J. T. **Bullet holes and chemical residues in shooting cases.** *Journal of American Institute of Criminal Law and Criminology* 1940; 31:497-521.
4. Watson D. J. **Nitrites examination in propellant powder residence.** *AFTE Journal* 1979; 11:1-32.
5. Doyle J. S. **Griess test modification.** *AFTE Journal* 1988; 19(2): 165.
6. Butler D. F. **United States Firearms: The first century 1776-1875.** New York: Winchester Press; 1971.
7. Hogg I. V, Weeks J. **Pistols of the world.** San Rafael Cal: Presidio Press; 1978.
8. **Gun digest (annual)** Northfield, IL: DBI Books, Inc.
9. Stone I. C, Petty C. S. **Examination of gunshot residues.** *J. Forensic Sci.* 1974, 19(4): 784-788.

**10. Wolten G. M, Nesbitt C. A. R, Loper G. L, Jones P. F. Particles analysis for the detection for the gunshot residue (I-III). J. Forensic Sci. 1979; 24(2): 409-430.**

**11. Wolten G. M, Nesbitt C. A. R. Loper G. L, Jones P. F. Particles analysis for the detection for the gunshot residue (I-III). J. Forensic Sci. 1979; 24(4): 964-869.**

**12. Di Maio V. J. M. Heridas por arma de fuego. Ediciones La Roca, Buenos Aires; 1990.**

**13. Heramb R. The manufacture of smokeless powders and their forensic analysis: A brief Review. 2002; 4(2. Disponible en.file: //A: /FBI. htm**

**14. Scout D. J. An introduction to forensic firearms identification. August 23, 2001. Disponible en [www.firearms ID. com](http://www.firearms ID. com).**

**15. Barquera TL. Manual de balística básica. Ediciones Ateneo, México, D.F., 1968, 12-13.**