

Dado que ni el bario ni el antimonio aparecen solamente como residuos de deflagración de detonantes de cartuchos, es necesario hallar ambos elementos en cantidades acordes con los rangos encontrados en personas de quienes se sabe han disparado recientemente un arma.

En otro método, los técnicos emplean discos adhesivos para levantar partículas microscópicas de los residuos mencionados. Luego de ello se opera un microscopio electrónico por reflexión —energía dispersiva de rayos X— para detectar partículas que contengan bario o antimonio. El mismo produce una imagen visual de las partículas, proveyendo al analista una información útil sobre medida y forma. Esta técnica ha ganado sustento en los años recientes, debido al desarrollo de sistemas automatizados que simplifican y eliminan gran parte de la lentitud y el tedio existentes en los procesos de búsqueda.

Hay variaciones y combinaciones de estos exámenes; sin embargo, todos dependen, al menos en parte, de la detección de bario y antimonio como evidencia presuntiva de residuos de detonantes (carga fulminante).

Estos residuos son parecidos a la tiza que posee en las manos un profesor o maestro que se desempeña en el pizarrón. En el momento que se aleja de aquél, comienza la pérdida de tiza a través de acciones mecánicas tales como: frotarse las manos; colocarlas en los bolsillos; sacudirse las ropas o manipular objetos. Es importante entonces recoger la evidencia no bien se detiene a una persona.

Generalmente hay pocas esperanzas de encontrar cantidades adecuadas de ambos elementos (bario y antimonio), para asociar a un individuo con un arma, después de 3 horas de actividades normales con las manos. El lavado remueve esencialmente todos los depósitos de residuos.

a) *Detalles importantes.*— El auténtico valor de los exámenes de residuos de detonantes es el de que pueden asociar a un individuo con un arma de fuego. Es importante, sin embargo, señalar que no identifican a dicha persona como el tirador, ya que los residuos pueden depositarse en cualquier mano cercana al arma en el momento del disparo. También pueden aparecer en las manos del que haya manipulado un arma disparada o en los componentes de un cartucho ya utilizado. También es posible, aunque inverosímil, que los residuos se depositen en las manos por otros medios.

Al mismo tiempo, el fracaso en la detección de residuos en manos no implica que la persona examinada no haya manipulado o disparado un arma, ya que a veces no se depositan suficientes cantidades de material que permitan la identificación. Un arma puede producir depósitos en cinco disparos consecutivos, pero no en el sexto; puede, simplemente, no estar lo suficientemente sucia de residuos o bien no haber sido manipulada bastante como para efectuar una transferencia.

Como se mencionara anteriormente, los depósitos pueden haber estado y luego ser removidos por lavado o uso normal de las manos. Un encuentro de cantidades inconcluyentes de bario y antimonio simplemente significa que el analista no puede verter opinión de valor que asocie al individuo examinado con un arma de fuego.

Los análisis por activación neutrónica o la espectrofotometría de absorción atómica para determinar cantidades de bario y antimonio en muestras, no constituyen una identificación de residuos inequívoca. Cuando se encuentran niveles altos de ambos elementos en una muestra, los resultados se reportan como consecuentes con aquéllos obtenidos de personas que se sabe han disparado un arma. Es inverosímil, pero probable, que haya contaminación ambiental independiente de ambos elementos en una o más de las muestras recogidas de cada persona examinada.

b) *Conclusiones.*— La detección de residuos de cargas fulminantes en las manos de una persona confirmaría que la misma estuvo presente en un ambiente con este material, unas pocas horas antes de la toma de muestras. Ello indicaría como resultado el haber disparado un arma, bien haberla manipulado, a ella o a componentes de los cartuchos utilizados, o haber estado próxima una persona a un arma cuando fue disparada por un tercero.

El fracaso de la detección de residuos en manos indica que la prueba no ofrece información de valor en la determinación de la presencia de una persona ante el material.

Con excepción de muy pocas y bien definidas situaciones, nada más debería inferirse de los resultados de estos exámenes.

3. *DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS RESIDUOS DE PÓLVORA DEPOSITADOS EN UNA SUPERFICIE. DETERMINACIÓN DE LA DISTANCIA DE DISPARO*

La distancia entre la boca del cañón del arma y el blanco es a menudo un factor de crítica importancia en incidentes que involucran heridas por disparos. El grado de interés en el tema depende de la severidad de la herida y de los pormenores del hecho; crece cuando surgen homicidios y/o suicidios, sin testigos, y disminuye en situaciones de disparos accidentales, no fatales, con testigos.

El testimonio de un experto procurará, a través de su experimentación, establecer la distancia mínima entre la boca del cañón y el punto de impacto, basándose en la presencia o ausencia de huellas de residuos de pólvora en la víctima o su vestimenta.

En general, los residuos examinados rara vez responden a las huellas originales dejadas en la piel o la ropa de la víctima, debido a causales tales como la administración de primeros auxilios, el examen médico, la investigación y el embalaje de prendas. En algunas ocasiones, pueden reconstruirse porciones de los elementos latentes mediante técnicas químicas o infrarrojas.

Para evitar errores de interpretación el investigador debe estar enterado de las variaciones que acusan tales manchas o depósitos, los factores causativos y su significación en relación con la distancia.

Es un hecho repetido observar que un individuo detenido y acusado de dar muerte con disparo de arma, justifique el acto como defensa propia. Afirmará, entre otras cosas, que el muerto lo atacó o forzó a efectuar el disparo cuando quiso apoderarse del arma. Tales incidentes son terreno fértil para estudios sobre residuos de pólvora, dado que la proximidad física de los combatientes los transforma en un requisito obligatorio para el esclarecimiento de la verdad.

Los suicidios con armas casi siempre incluyen residuos dentro o alrededor del orificio de entrada, junto con otras características en heridas por disparo a muy corta distancia. La ausencia en conjunto de ello es una luz de advertencia, dado que pocas circunstancias permitirán una distancia de disparo superior a los 70 centímetros en heridas autoinfligidas.

Las pruebas y las experimentaciones deben incluir condiciones ideales y controladas, tomando en cuenta las variables antes descritas.

Es esencial averiguar con certeza la densidad máxima de la imagen del residuo y su distribución en puntos graduados y medidos que se extienden desde 0 cm (punto de contacto del arma) hasta por lo menos 80 cm. El material que se va a utilizar como blanco debe reproducir lo más acertadamente posible, el género (tela) u otro material que vestía la víctima. De la misma manera el arma y la munición a emplear deberán ser similares a los utilizados por el sospechoso, si no fueron secuestrados. Sintetizando, se deberán tratar de minimizar las variables y reducir la posibilidad de objeciones futuras.

a) *Factores que afectan los residuos de pólvora.*— De acuerdo con los textos más autorizados, las imágenes de residuos de pólvora varían significativamente como resultado de cambios en la sustancia fulminante, peso de la carga propulsora, lote y tipo de pólvora, forma y composición del blanco. Hay por lo menos diez factores principales que, individual o colectivamente, influyen en la impresión del tatuaje sobre la superficie del blanco.

En orden decreciente de importancia son los siguientes:

- 1) distancia;
- 2) longitud del cañón;
- 3) rango de quemado de la carga propulsora;
- 4) tipo de carga propulsora (disco, escama, esfera, etcétera);
- 5) calibre;
- 6) ángulo formado por la boca del cañón y el blanco;
- 7) material del blanco;
- 8) iniciador o carga fulminante (tipo, medida, antigüedad, etcétera);
- 9) peso de la carga propulsora, y
- 10) tipo de arma (revólver, pistola semiautomática, etcétera).

La efectividad de estos parámetros es variable, dependiendo de las circunstancias, combinación de variables, etcétera. La distancia es indudablemente el factor más importante y, en el análisis final, permite al investigador mediante un sistema comparativo, arribar a una estimación del valor de la distancia original de disparo. Sin embargo, la precisión de esta estimación depende de la considera-

ción de todas las variables existentes. El simple cambio de marca de munición podría alterar significativamente la imagen de residuos, a cualquier distancia dada, debido a que no todos los fabricantes emplean el mismo tipo de pólvora en munición de igual calibre y peso de la bala.

El efecto más importante del calibre sobre los residuos de pólvora es el de determinar la medida o el diámetro de su imagen, a una distancia dada. Hay un parentesco entre el calibre del arma y la expansión de la huella producida. De igual manera, también debe citarse que un cambio en el tipo o rango de combustión de la pólvora propulsora produce variaciones en la medida y densidad de la huella, dentro de cualquier calibre dado.

Probablemente, la más significativa y útil observación relacionada con el tema precedente, es que existen cinco fenómenos separados y diferentes asociados con residuos de pólvora, en disparos a corta distancia. Aparecen y desaparecen en función de la distancia, en forma completamente independiente del calibre; la diferencia es sólo una cuestión de medida. El hecho es que la mayoría de estos elementos son diagnóstico de la distancia (boca del cañón-blanco) dentro de límites estrechos.

Los componentes de estos patrones han sido descriptos y clasificados sobre la base de la apariencia física, de la siguiente manera:

- 1) explosión en estrella;
- 2) impresión en forma de capullo o pétalos;
- 3) impresión carbonosa;
- 4) impresión de partículas, y
- 5) anillo del orificio de entrada.

Estos elementos pueden encontrarse individual o colectivamente, dependiendo de la distancia y otras circunstancias.

La explosión en estrella es una rasgadura en forma de cruz, que aparece tanto en la piel como en las ropas de la víctima, así como también en las superficies de prueba o experimentación. Es indicativa de disparos por contacto o próximos al contacto (usualmente producidos a una distancia menor de 2,5 cm) y surge siempre sin importar el calibre, la diferencia es sólo una cuestión de medida y extensión.

En la distancia de contacto las partículas son lanzadas hacia el interior de la herida, pero si se produce un pequeño claro en el momento de la descarga puede aparecer un anillo cerrado, pequeño, denso y particular, dentro o bordeando la rasgadura. La ropa volu-

minosa o muy suelta puede eliminar la explosión en estrella, pero en tales casos la presencia de partículas de pólvora en la herida es también indicativa de una distancia muy corta.

La impresión en forma de capullo o pétalos es distintiva, frágil y grisácea, con forma floral o petaloidea. Está compuesta, entre otros, por material carbonoso, y se asemeja a la sobreposición de pétalos de una flor, tal como una camelia. Esto ocurre independientemente del calibre a distancias comprendidas entre algo menos de 2,5 cm y 25 cm. Su presencia es una indicación casi positiva de que la distancia de tiro no excede de los 25 a 28 centímetros.

Infortunadamente, si la superficie afectada es frotada o friccio-nada, el ornamento se oscurece fácilmente, dejando sólo un círculo gris irregular.

La aparición de esta característica está influenciada de alguna manera por la longitud del cañón *versus* la distancia, particularmente donde la primera excede de las seis pulgadas. Este fenómeno es producido probablemente por una turbulencia de gas que se atenúa con la distancia y se convierte en débil y dispersa como para imprimirse en distancias superiores a los 25-28 cm. En materiales oscuros o de fibra muy gruesa no es visible con facilidad, excepto bajo examen infrarrojo.

La impresión de película carbonosa ya mencionada, es una mancha de color gris homogéneo similar a la impresión en forma de capullo o pétalos, pero carente de diseño floral o petaloideo y, generalmente, de menor tamaño. Comúnmente aparece dentro de la impresión indicada en último término como un círculo de diámetro más pequeño, que rodea el orificio de entrada del proyectil. Puede, algunas veces, desaparecer a la misma distancia que el diseño petaloideo, o persistir después de que aquél ya no es visible, hasta una distancia de 53 cm. Donde esta película aparece sola indica una distancia comprendida entre 25 y 53 centímetros.

La impresión de partículas incluye el efecto de *tatuaje*, tal como lo llaman otros autores. Consiste en granos de pólvora parcialmente quemados, o no, partículas carbonosas, material del encamisado del proyectil, esquirlas de plomo, suciedad y otros elementos provenientes del ánima del cañón. No producen impresiones de disparos de contacto porque los materiales sólidos son arrojados hacia el interior de la herida o a través de las prendas, por la columna de gas a elevada presión.

Ocasionan impresiones a distancia de décimas de centímetros,

hasta aproximadamente los 65 cm. Ocasionalmente, pueden detectarse partículas dispersas a 90 cm de distancia y aun más, especialmente donde se ha utilizado pólvora con granos del tipo esférico.

El diámetro y la densidad del dibujo es indicativo de la distancia, pero también está influenciado por la longitud del cañón, el tipo de carga propulsora y, en menor grado, por el calibre. A cortas distancias la impresión será de 2,5 a 7,5 cm de diámetro y completamente densa; en las distancias mayores podrá exceder los 25 cm de diámetro, pero el número de partículas será menor y se presentarán más dispersas. Cuanto más largo sea el cañón, más pequeña y ajustada será la impresión, en cualquier rango dado. Un cambio en la carga propulsora puede producir una modificación dramática en el patrón de densidad de las partículas.

Resulta notoriamente importante el cuidado que se le dispense a las prendas y otros materiales cuando sean manipulados para su traslado al lugar de examen.

Cuando exista una excesiva cantidad de partículas puede deberse a circunstancias que no sean pasibles de ser duplicadas o reconstruidas en la fase experimental. Por ejemplo, un revólver que no ha recibido mantenimiento o limpieza y que no ha sido extraído de un *placard* durante 40 años, si es utilizado para matar a una persona transmitirá a la herida fatal, polvo, corrosión, suciedad, etc., que no podrán repetirse experimentalmente para comparación, ni aun luego de 50 disparos de experiencia.

En lo atinente al anillo del orificio de entrada podemos decir que es de color gris oscuro y está originado por carbono, suciedad, lubricante del proyectil, residuos del iniciador, plomo y otros materiales que deposita el proyectil en el momento de penetrar en el blanco. El distintivo anillo oscuro de entrada está presente en todas las distancias excepto la de contacto, donde puede estar oscurecido por otros factores. Cuando aparece solamente este elemento se está en presencia de distancias superiores a los 65-75 cm, con la mayoría de las cargas propulsoras.

b) *Algunas consideraciones sobre la longitud del cañón.*— La longitud del cañón de un arma de fuego influye sobre la combustión total de la pólvora y también sobre la forma del cono que forman los gases que escapan a presión. Estos dos componentes son importantes en la determinación de la impresión de residuos a cualquier dis-

tancia dada. Este tema, como factor que afecta la delineación y densidad de la impresión, o imagen, ha sido ignorado en la literatura.

Las diferencias de longitud poseen un efecto significativo, es por ello que se enfatiza la necesidad de conocer la dimensión del cañón original cuando se intenta reproducir la distribución de los residuos hallados en el hecho. Un cañón largo producirá residuos o imágenes que parecerán haber sido realizadas a distancias más pequeñas que las de un cañón más corto disparado a igual rango. Allí está la posibilidad de error.

Debe tenerse siempre presente que los resultados de tatuaje e impresión que se obtengan con cartuchos de bala de un mismo calibre, diseñados para ser utilizados tanto en armas cortas como largas, van a ser diferentes, aunque sean de la misma marca y fecha de fabricación.

Varios autores se han referido a la importancia de la pólvora propulsora como factor determinante en el desarrollo de las huellas de residuos; sin embargo, nunca ha quedado claramente definida. El problema es más complejo que el de una simple diferencia en el tipo de pólvora o peso de la carga.

c) *Influencia de la pólvora propulsora en los residuos.*— Hay por lo menos cinco características variables de la pólvora que influyen en las huellas que la misma deja luego del disparo. Ellas son:

- 1) tipo de pólvora (negra, sin humo, etcétera);
- 2) forma geométrica del grano (escama, disco, esfera, etcétera);
- 3) química (presencia de inhibidores, detenedores, etcétera);
- 4) peso de la carga, y
- 5) rango de combustión (factor de velocidad relativo).

Cada uno de estos factores puede individualmente causar variaciones en los residuos, pero rara vez actúan solos, ya que son elementos de contribución en el efecto total. Probablemente los dos más importantes sean el químico y el rango de combustión.

Debe comprenderse que la munición comercial está cargada con un determinado nivel de *performance* o norma, y que el peso de la carga de cada lote de pólvora se ajusta para mantener ese nivel. Las diferencias en el peso entre lotes diferentes de la misma pólvora son, probablemente, un factor insignificante con respecto a su efecto sobre las imágenes de residuos.

Por otro lado, la introducción de un tipo diferente de pólvora u

otra con distinta estructura del grano, puede provocar una alteración profunda en el residuo. Cualquier factor o variable que afecte el rango de combustión y las características de presión de la pólvora, puede originar variantes en la impresión.

Éste es un tema importante dado que los fabricantes pueden hacer cambios en el tipo de pólvora utilizada para carga de munición del mismo calibre y peso de bala. La munición comercial puede cambiar considerablemente con el transcurso de los años, sin que se modifique el rótulo. El cambio, no muy lejano, de pólvora con grano en forma de disco y tubular al de forma esférica, es un ejemplo.

La munición recargada en forma casera puede variar ampliamente respecto de la comercial, en lo que hace al tipo de pólvora y peso de la carga, creando una situación que no puede ser reproducida sin muestras o conocimiento específico previo.

Las cargas de pólvora utilizadas por los fabricantes de munición militar y comercial, indican el empleo de varios diferentes tipos de propulsores para munición del mismo calibre. La mayoría de la munición para armas de puño americanas contiene pólvora con grano esférico o en forma de disco. La inglesa o europea, por su parte, acusa el grano en escamas o muy pequeños bastones (varillas). Estas diferencias indican variaciones cuando se emplean diferentes marcas de una misma munición para ser examinadas bajo condiciones idénticas.

La tarea de diferenciación del tipo de elemento puede llevarse a cabo mediante el examen microscópico, sin embargo no es siempre fácil diferenciar las formas geométricas cuando se transforman en residuos.

d) *Conclusiones.*— Los disparos a corta distancia producen huellas con residuos de pólvora que contienen elementos indicativos de la verdadera distancia (boca del cañón-blanco), en el momento de la descarga. La importancia de obtener este parámetro de un modo confiable, en hechos donde aparecen heridas ocasionadas por arma de fuego, ha sido establecida. Los experimentos conducidos bajo condiciones controladas, utilizando el arma y la munición sospechadas, proveerán la máxima información obtenible.

1) Con excepción de una herida por contacto del arma con la piel, no puede darse una distancia aproximada de disparo sin antes

concretar disparos controlados, utilizando el arma y la munición sospechada, o munición de la misma marca y lote.

2) La distancia entre el punto de contacto del proyectil y la boca del cañón, afecta la configuración de la impresión de los residuos de pólvora, su medida y densidad.

3) Una variación en la carga, carácter y cantidad de la carga de pólvora propulsora, en el mismo calibre y cuando se dispara a través del mismo cañón, alterará las huellas del residuo, aun disparando a una distancia medida y constante.

4) Indistintamente de cuál sea el peso de la carga de pólvora en un cartucho para arma de puño de un calibre dado, que impulsa a un proyectil de peso conocido, entre el 5% y el 15% de la carga de pólvora no se consume completamente en el disparo. Los gránulos de pólvora no combustionada y parcialmente combustionada dejarán su huella hasta una distancia comprendida entre los 75 y 90 cm, en la mayoría de los tipos de pólvora sin humo. Sin embargo, con pólvora de gránulos esféricos esta distancia puede incrementarse hasta 2,50 metros.

5) El calibre del arma afectará la medida y el carácter de la huella de residuos, a cualquier distancia dada.

6) La longitud del cañón del arma afectará la medida y densidad de los residuos a cualquier distancia dada.

7) Los disparos experimentales bajo condiciones controladas producirán los mejores resultados y permitirán establecer parámetros de evaluación acertados.

8) Cualquier aproximación de distancia basada únicamente en el diámetro del orificio de entrada y la huella de pólvora, sin primero concretar disparos de comparación, no merece confianza, dadas las variables que pueden surgir en función del tipo de pólvora y la longitud del cañón, en un mismo calibre.

El grado de exactitud requerido para un caso particular de disparo de arma de fuego, variará de acuerdo con las circunstancias. Muchas veces será suficiente con que el investigador sea capaz de establecer que un disparo pudo, o no, haber sido realizado dentro de algún intervalo, antes que a una distancia específica. Sin embargo, es necesario que conozca las variables involucradas con el propósito de reproducir con más precisión las condiciones en la escena del crimen.

e) *Examen microscópico de la evidencia.*— Cuando de prendas de vestir se trate, es de hacer notar muy especialmente que la primera tarea será la de examinar microscópicamente las características físicas de los residuos que puedan estar presentes. Esta prioridad tiene por fundamento el hecho de que los subsecuentes exámenes químicos perturbarán en cierto grado los residuos observables.

Esta labor física es extremadamente importante, ya que será indicativa de la descarga de un arma y/o el pasaje de un proyectil, o proyectiles.

Usualmente es mucho más conveniente y apropiado desarrollar estos exámenes microscópicos en un área no contaminada, utilizando un microscopio estereoscópico con aumento variable (3x-30x), con adecuada iluminación. El examinador buscará diversos tipos de efectos físicos y residuos relevantes, a saber:

Indicativos de/consistentes con el disparo de un arma

- 1) plomo vaporoso (humo o ahumamiento);
- 2) partículas de plomo (virutas, pequeñas gotas solidificadas);
- 3) pólvora no combustionada;
- 4) adherencias fundidas de pólvora.

Indicativos de/consistentes con el pasaje de un proyectil

- 1) un orificio en una prenda de vestir;
- 2) anillo visible alrededor del perímetro del orificio, posible enjugamiento del proyectil.

Indicativos de/consistentes con un disparo por contacto

- 1) rasgaduras, desgarros;
- 2) quemaduras, chamuscamientos;
- 3) fibras artificiales derretidas;
- 4) ahumamiento denso.

Luego de la culminación de los exámenes microscópicos, corresponde llevar a cabo las tareas de orden químico necesarias.

La prueba inicial, vale decir el ensayo de Griess Modificado, está dirigida hacia la detección de depósitos de componentes de nitratos de la pólvora quemada o parcialmente quemada, ubicada al-

rededor de un orificio que se sospecha sea de bala o de perdigones. De encontrarse huellas de residuos de tamaño y densidad particular, podrán ser posteriormente reproducidas mediante el empleo del arma y la munición sospechados. Si sólo se encuentran depósitos de nitritos esparcidos, serán útiles en determinados casos para indicar por lo menos la distancia máxima desde la que fueron realizados, utilizando también el arma y la munición secuestrados.

El otro ensayo químico, nos referimos al rodizonato de sodio, está dirigido a la detección de cualquier tipo de residuo de plomo que pudiera ser habido, incluyendo el humo o ahumamiento, usualmente asociado con los disparos a corta distancia, partículas de plomo y enjugamiento del proyectil (depósito de plomo en forma de anillo encontrado a menudo alrededor del perímetro del orificio de entrada).

El enjugamiento es ciertamente consistente con el pasaje de un proyectil y las partículas de plomo indicativas del disparo de un arma, pero ninguno puede ser empleado para establecer la distancia entre la boca del cañón y la prenda. El segundo de los mencionados es un fenómeno fortuito y no reproducible, que depende de muchas variables desconocidas y no controlables, tales como el notorio emplomamiento del cañón al momento del disparo. El ahumamiento, por su parte, es muy significativo y se encuentra normalmente en disparos a corta distancia; aunque no puede utilizarse para determinar con precisión la distancia de disparo, sí es posible establecer la distancia máxima a la que habrá de depositarse utilizando el arma y la munición sospechosos.

4. *RESTOS DE DEFLAGRACIÓN DE PÓLVORA EN EL CAÑÓN O ÁNIMA DEL ARMA, Y TIEMPO DE DISPARO*

Sabemos que al atravesar un proyectil el ánima del cañón del arma utilizada para disparar, se origina un depósito parcial en el interior de este último, de componentes resultantes de la deflagración y de la misma pólvora, de cuyo análisis pueden obtenerse referencias de interés pericial.

La correcta interpretación de restos de lubricante, restos incompletamente transformados en la pólvora, óxido de hierro y partículas extrañas, puede constituir un especial elemento de prueba.

Tales residuos no son totalmente inertes, puesto que con el transcurso del tiempo sufren transformaciones que permiten, en conjunto y según el criterio de algunos autores, emitir un juicio aproximado respecto del denominado *tiempo de disparo*. En relación con ello se indica que, hasta el presente, no existe ningún método de análisis que permita establecer en forma fehaciente la fecha exacta en que un arma ha sido accionada por última vez.

En tal sentido, el examinador o perito deberá limitarse a informar que ha sido o no accionada, conforme a los resultados de la investigación de restos de pólvora en el interior del cañón, dejando aclarado que una cuidadosa limpieza después de su uso pudo haber eliminado dichos restos, originando la correspondiente duda en caso de una conclusión negativa respecto de la investigación aludida.

Para detectar la presencia de estos restos tanto en el cañón como en los alvéolos (en el caso de un revólver), la técnica a utilizar consiste en la colocación de un hisopo de algodón en el interior de tales elementos, con auxilio de una varilla de vidrio de diámetro apropiado. En su desplazamiento el algodón arrastra los restos de depósitos asentados que, en primer término, se someten a reconocimiento físico. Como resultado de ello pueden surgir las siguientes posibilidades:

— *Que el algodón aparezca cubierto de herrumbre*: Se impone entonces aceptar o descartar la presencia de compuestos oxidantes en general y nitritos en particular, por medio de técnicas analíticas de reconocida sensibilidad y especialidad. Si tales ensayos dan resultado negativo, puede afirmarse que el arma no ha sido accionada e, incluso, opinar que no lo ha sido desde hace tiempo.

— *Que el algodón aparezca impregnado con aceite lubricante*: En tal caso, a menos que se tengan referencias ciertas sobre el caso, no puede emitirse juicio alguno. Si se sabe con certeza que el arma no ha sido sometida a manipulación alguna después del hecho, se podrá informar que la misma no ha sido accionada.

— *Que el algodón posea adheridas partículas negruzcas, de tamaño y forma irregular, sin presencia de herrumbre o lubricante*: Es muy probable que se trate de restos de deflagración, propios o indicativos de que el arma ha sido accionada. En tal caso se impone identificar compuestos oxidantes y nitritos.

a) *Investigación de sustancias oxidantes.*— Se incluyen, de preferencia, nitratos y nitritos.

Una fracción del trozo de algodón utilizado se trata convenientemente con unas gotas de reactivo difenilamina-sulfúrica. Los oxidantes en general producen color azul.

b) *Investigación de nitritos.*— El ion nitrito se identifica mediante el clásico ensayo de Peter Griess-Illoswa o con cualquiera de sus variantes. Este ensayo se considera sensible y específico.

c) *Investigación de óxido de hierro.*— Otra fracción del hisopo, se trata con solución acuosa de ácido clorhídrico al 5% en volumen, con lo cual se disuelve todo óxido metálico. A continuación se agregan 3-4 gotas de solución acuosa reciente de ferrocianuro de potasio al 5%, o bien solución acuosa de igual título de tiocianato de potasio, con lo que aparece precipitado o color azul intenso, en el primer caso, o color rojo con el segundo reactivo.

5. **ANÁLISIS DE LAS HUELLAS DEJADAS POR CARTUCHOS DE MUNICIÓN MÚLTIPLE, DISPARADOS CON ESCOPETAS**

Aunque las huellas dejadas por tales elementos en las prendas de la víctima u otros objetos sean, por lo general, examinadas con el microscopio y procesadas químicamente a fin de detectar residuos (componentes de nitrito y plomo debido al enjugamiento de los perdigones o postas, según el caso), la base para la determinación de cualquier distancia es simplemente la dimensión de la impronta y su reproducción.

Al analizar la huella de disparo es importante evitar el estar sujeto a una descripción dimensional particular de su tamaño, tal como el diámetro, y comprender que debería compararse visualmente con patrones de distancias conocidas, que serán realizados para ese cometido. De esta manera es posible eliminar, para su consideración, orificios debidos a perdigones o postas que se han desviado toscamente de un modelo circular normal.

Es útil observar que, en algunas ocasiones, el conjunto de huellas dejado por la munición múltiple adquiere forma elongada debido a la existencia de cierta angulación en el momento del disparo. En esta situación la dimensión significativa es la más estrecha, siendo la base para la comparación con el diámetro de otros modelos.

Eventualmente, en imágenes de impactos de este tipo de cartucho de munición múltiple, puede ocurrir que aparezcan menos orificios de los que debería haber, sobre todo cuando se trata de esferas de tamaño mayor al del perdigón. Esta circunstancia generalmente obedece a dos posibilidades:

a) resulta obvio que dos esferas pueden llegar a pasar por el mismo orificio;

b) un cartucho puede no contener el número de unidades que indica su fabricante.

Es importante recordar que no siempre este tipo de huellas proceden del empleo de escopetas o pistolones, debiendo considerarse en consecuencia la posibilidad de utilización de algún cartucho para arma corta (pistola o revólver) recargado con perdigones, o bien el empleo de munición de supervivencia.

El aspecto esencial en las reproducciones o disparos de experiencia aludidos, es el empleo de la misma arma y munición que la utilizada en el hecho, con el propósito de obtener ensayos de impactos a diferentes distancias bajo condiciones controladas.

Una misma caja de cartuchos producirá muestras con variaciones perceptibles.

Cuando establecer la distancia de disparo con escopeta (o pistolón) resulte un factor crítico, tanto para la defensa como para la fiscalía, el perito deberá encontrarse en condiciones de mostrar o de sentirse más cómodo en su testimonio, mediante la demostración de los límites o tolerancias sobre las cuales ha basado sus estimaciones de distancia. Dado que ningún arma de este tipo ni ningún cartucho destinado a la misma, producirá exactamente los mismos efectos dimensionales en forma repetida y a igual distancia, es conveniente poseer un método que ilustre convenientemente estas variaciones.

Dicho método consiste en un gráfico, como el que más adelante se muestra. Ejemplificativamente estos disparos fueron concretados en cartón (para minimizar el desgarrado a corta distancia), en la cantidad de tres por cada parámetro de distancia. Por supuesto, cuanto más disparos se realicen en cada caso, más precisas serán

las desviaciones halladas. Como regla práctica tres disparos serán suficientes, y el gráfico, dibujado correctamente, los promediará, dando origen a una distancia media para cada patrón. La información debe ser previamente tabulada y luego graficada, conforme se señala seguidamente:

Distancia (metros)	1,83	2,75	3,66	4,60	5,50	6,40	7,32
Diámetro de la huella (cm)	4,06	4,82	6,35	8,12	10,16	12,45	14,70
	4,06	6,09	7,36	10,66	12,20	16,00	16,51
	4,57	6,60	9,39	11,17	14,50	17,00	20,00

Este ejemplo va a reflejar que una huella de 12,7 cm de diámetro indica una distancia (boca del cañón-blanco) de 5 m a 6,67 m, para un arma y munición dados.

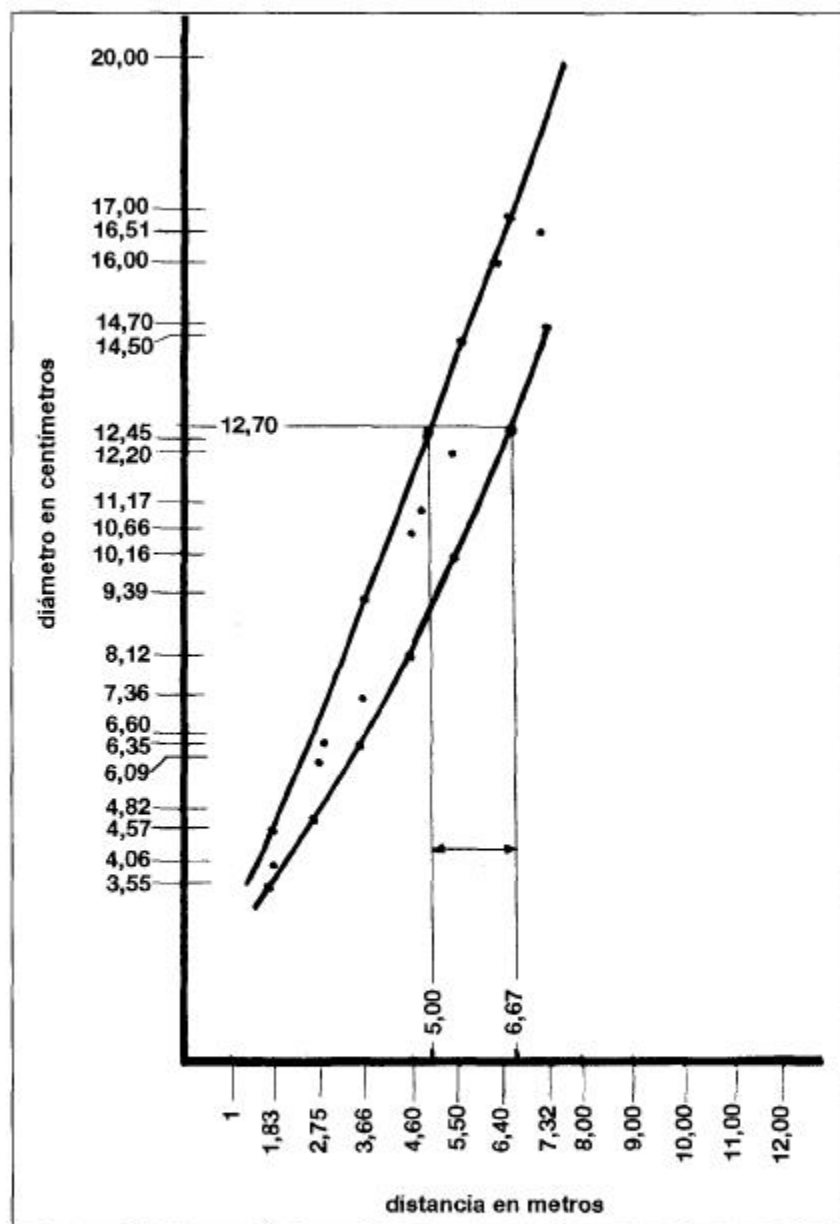


Figura 175

CAPÍTULO XV

IDENTIFICACIONES BALÍSTICAS

1. *PERSONALIDAD DEL ARMA DE FUEGO*

En investigaciones vinculadas con armas de fuego siempre surgen preguntas cuya respuesta tiene como fundamento los principios relativos a la personalidad de cada una de ellas. Esos principios permitirán responder qué tipo de arma se utilizó y si se trata de alguna en particular.

En efecto, estudios y experimentaciones concretados a nivel mundial a lo largo de varias décadas, con implementación de la más moderna tecnología, permiten afirmar una vez más que cada arma de fuego posee una *personalidad* bien definida, que la distingue y diferencia de todas y cada una de las armas de la misma marca y calibre, aunque sean de serie y numeración sucesiva. Esa personalidad radica —como se verá más adelante— en el estriado que presenta el ánima del cañón y en las características que imprimen el percutor y el espaldón en revólveres y demás armas de tiro a tiro, repetición, semiautomáticas y automáticas; sumándose las del extractor, botador y recámara en aquellas que poseen tales elementos (pistolas, pistolas ametralladoras, etcétera).

Lo expresado implica que cada arma de fuego puede ser identificada a través de sus representaciones, las que se imprimen en la superficie cilíndrica del proyectil disparado (en su zona de forzamiento) y en el culote y cuerpo de la vaina servida o disparada, en la forma y condiciones que veremos a continuación.

a) *Importancia del estriado para la identificación de proyectiles.*— En cada proyectil habrá dos tipos de marcas a tener en cuenta: las reiteradas y las accidentales. Las segundas pueden en ocasiones tener injerencia en la investigación técnica, pero no son de valor para identificar en particular un arma, ya que no se producen regularmente en el momento del disparo.

Las marcas reiteradas, en cambio, son muy útiles porque demuestran identidad de ejecución. Las palabras identidad e idéntica, tal como se las utiliza en las investigaciones de armas de fuego, no significan que las marcas o huellas dejadas en dos objetos tales como proyectiles o vainas sean idénticas en el sentido absoluto.

Puede ocurrir que entre dos cosas, o entre dos seres, haya extrema semejanza. Así ocurre que habiendo gemelos tan parecidos, no es sin gran esfuerzo que se les puede distinguir. Ese parecido tan sorprendente se traduce en el lenguaje ordinario con la expresión: "son idénticos". Para no incurrir en ese vicio lingüístico —que si bien es admisible en el diario conversar, no lo es cuando se trata de expresar la idea con precisión científica— es que vamos a presentar ejemplos para que pueda apreciarse en su verdadero alcance, el valor de cada uno de estos términos: identidad y semejanza.

Dos gotas de agua ofrecen tal parecido que, sin estar prevenidos científicamente, se afirmaría rotundamente que son idénticas. Sin embargo, pueden diferenciarse en el peso, en el volumen, en los microorganismos que contengan, etcétera. Aun coincidiendo en ello tampoco serían idénticas porque, siendo dos, fatalmente han de ser distintas espacial o temporalmente.

La experiencia ha señalado que no hay dos armas, aun aquellas de la misma marca y modelo que fueran producidas consecutivamente por las mismas herramientas, que produzcan las mismas características en un proyectil o cápsula servida. Por supuesto habrá una semejanza de familia en cuanto al diámetro, número, ancho, paso e inclinación de campos y macizos, lo cual, técnicamente expresado se resume diciendo: "tienen las mismas características de rayado", pero si bien las improntas pueden ser suficientemente parecidas como para caracterizar una marca (aun el modelo), no lo son como para atribuirles a una misma arma.

Las armas modernas, incluyendo las de acción neumática y las de gas comprimido, tienen cañones estriados (excepto las escopetas),

es decir, rayas que conforman helicoides en su superficie interna cuyo objeto es hacer que el proyectil adquiera un giro rápido sobre su eje longitudinal, produciendo simultáneamente un efecto giroscópico que evita que el proyectil se desvíe o se voltee durante su recorrido. Este método para mejorar la precisión tiene ya muchísimas décadas.

b) *Evolución de las técnicas de confección del rayado del cañón.*— Mientras el método por medio del cual se produjeron en un principio las estrías parece no ser definitivamente conocido, se puede decir que hasta no hace mucho había dos sistemas de uso general para producirlo: el método de la fresa que actúa por raspado, y el método de la fresa en forma de gancho. La mayoría de las armas de determinada antigüedad de fabricación que el perito encuentra han sido rayadas por uno de estos dos métodos, siendo mayoría las atribuidas al segundo. Sin embargo, esta situación ha cambiado con las armas actuales, ya que han aparecido sistemas nuevos y más rápidos.

La fresa que actúa por raspado, consiste en una barra ligeramente más pequeña que el ánima del cañón, sobre la cual hay una o dos secciones de raspado curvadas, de acero endurecido, cuyas alturas pueden ser reguladas en los sucesivos pasajes a través del cañón. Si se debe cortar un número impar de rayas se utiliza una sola sección de corte; si es un número par, se pueden utilizar dos situadas una enfrente de otra. Esta operación es muy lenta, especialmente si se deben formar cinco o seis estrías con una sola herramienta de corte.

En el sistema de la fresa en forma de gancho se emplea una herramienta de corte similar a una aguja de croché, que se inserta en una muesca o ranura de la barra (algo más pequeña que el ánima del cañón). La altura del borde de corte del gancho puede ser regulado mediante un tornillo de ajuste alojado en el extremo de la barra.

Nuevamente, el proceso es exigente y consumidor de tiempo, razón por la cual nuevos métodos de rayado están resultando de uso general.

Se emplea una herramienta de raspado o una de gancho, mediante el examen microscópico, con suficiente aumento, de la hoja de corte, es posible observar que la misma no es realmente pareja.

Tendrá muescas como las que posee la hoja de un cuchillo romo, con la única diferencia de que son más pequeñas; no importa cuánto cuidado se ponga en la operación de afilado, las muescas siempre estarán presentes y resultan en complejos endentados o estrías que se forman en la base de la raya hecha por la herramienta.

Debe recordarse además que el acero usado en los cañones no es absolutamente homogéneo y habrá algunas áreas de la superficie que serán más duras que otras. La herramienta de corte no actuará de la misma manera en estas áreas de diferentes durezas, resultando de ello diferencias en las superficies. También la viruta minúscula de metal que resulta de la operación de tallado puede producir desigualdades en la acción del tallador. No importa cómo se produzcan estas desigualdades, a menos que sean quitadas tenderán a hacer marcas reiteradas en los proyectiles puesto que éstos son de material más blando. Algunos fabricantes llevan a cabo una operación de *lapidado* después de haber confeccionado todas las estrías. Se funde un tapón de plomo en el extremo de una barra colocada en el cañón, asegurando ello un buen ajuste. Luego, con una mezcla de aceite y polvo de esmeril fino como lubricante y agente de pulido, el tapón es empujado hacia atrás y hacia adelante a través del cañón, originando una superficie semejante a un espejo y desapareciendo la mayoría de las desigualdades producidas en los procesos de barrenado, escariado y estriado.

Un cañón nuevo, *lapidado*, imprimirá menos características a un proyectil disparado a través de él que si lo hubiera sido por un cañón no sometido al procedimiento mencionado. Aun así, pese a presentar pocas características, normalmente la identificación será posible.

El próximo a mencionar es el proceso de *brocado* o *escariado*. Una broca es una barra sobre la cual hay entre 25 y 30 anillos de acero endurecido, siendo cada uno de ellos ligeramente mayor en diámetro que el precedente, ostentando ranuras de la medida adecuada intercaladas a intervalos iguales, formando de esta manera una serie de *talladores múltiples*, con la misma cantidad de campos y macizos cada uno. Este sistema permite la producción del rayado de cada cañón en una sola pasada, debiéndose tener en cuenta que cada tallador se encuentre perfectamente alineado con el anterior.

Las brocas requieren mucha especialización en su preparación, pero cada una de ellas es capaz de rayar un gran número de cañones, por lo que el tiempo operativo se reduce en tal medida que una

máquina puede estriar varios centenares de cañones en un día laboral. Además, pueden rayarse muchos más elementos con una broca de este tipo que con una de raspadura o de gancho, ya que aquélla tiene muchos más bordes cortantes y el uso de cada borde es consecuentemente menor que en un tallador simple.

Se podría pensar que puesto que muchos cañones se rayan con la misma broca, todos tendrían estrías exactamente iguales y que sería imposible para el perito distinguir entre los proyectiles disparados por ellos. Sin embargo, éste no es el caso. Cada cañón rayado posee aun una identidad que se expresa en las marcas hechas en los proyectiles disparados a través de él. Esto se debe considerablemente al hecho de que hay algo en común entre los tres métodos de rayado hasta ahora comentados. En todos los casos la preparación del ánima del cañón a ser rayado es esencialmente la misma. Se produce una perforación de diámetro adecuado, de punta a punta, a través del trozo de metal que va a llegar a ser un cañón. Puesto que la superficie así producida es demasiado áspera, debe ser escariada para pulirla suficientemente. Este movimiento de escariado es transversal al eje del cañón, y si se examina microscópicamente se observará una multitud de pequeñas líneas (incisiones) trazadas transversalmente al ánima.

En la sucesiva operación de rayado sólo una porción de estas líneas transversales será quitada, correspondiendo a la superficie donde se cortan las estrías; hallándose siempre presentes en los macizos. Si se examina una sección transversal de un cañón rayado se verá que hay dos grupos de líneas o minúsculos rasguños: uno en los macizos que corren transversalmente, y otro en el fondo del rayado que corre longitudinalmente. Frecuentemente habrá defectos en la superficie de los macizos del cañón debido a las incisiones por virutas producidas en la operación de brocado. Cualquier desigualdad en la superficie con la cual el proyectil pueda entrar en contacto, imprime un rasguño o endentadura en el mismo, dado que la mayor presión sobre las balas la producen los macizos del cañón, siendo posible detectar las marcas más prominentes en el fondo de los campos del proyectil. Por otra parte, si las balas penetran muy ajustadamente se encontrarán estriaciones longitudinales en los macizos de los proyectiles, causadas por la raspadura de aquél a lo largo de la base de las rayas del ánima.

Otro proceso conocido, utilizado por primera vez en Alemania, consiste en *trefilar internamente* el cañón. Cuando una varilla de

extrema dureza se introduce forzosamente a través de un cañón cuya ánima es ligeramente menor en diámetro que aquélla, el metal del cañón se comprime ligeramente bajo esta presión elevada y el ánima aumenta ligeramente. Debido a la elasticidad del metal del cañón, el ánima no será tan grande en diámetro como la misma varilla, pero sí será más grande de lo que era antes de la operación. Si la varilla tiene una superficie muy uniforme y es muy dura, el ánima aparecerá pulida, con diámetro uniforme.

Las rayas se conforman mediante una operación similar, pero con una varilla en forma de torpedo hecha de carburo de tungsteno, u otro material similar de extrema dureza, provisto de campos y macizos que son el negativo de aquellas que se van a producir en el cañón. Mientras pasa a través del cañón provoca una mayor compresión del acero así como produce campos. Esta varilla puede dar origen a miles de cañones.

Con la aplicación de este sistema el perito debe recurrir a exámenes más exhaustivos, a menudo con mayores aumentos a los que antes eran necesarios. Afortunadamente para el perito los cañones así estriados todavía tienen identidad y cada vez que se usan la misma se incrementa.

Existe otro método de producir estrías para armas de buena calidad. Al igual que el anterior, éste se basa en un trefilado interno pero en forma algo diferente. En este sistema, un mandril de acero muy duro, que encaja ajustadamente, con una forma negativa del estriado deseado, es empujado dentro del ánima del cañón después de la operación de escariación, comprimiendo el ánima bajo presión muy alta, de manera tal que el acero penetre en las rayas del mandril rellenándolas por completo. Este método fue utilizado hasta cierto punto en la Segunda Guerra Mundial en la producción de la pistola ametralladora M-3. El acero duro, tal como el que se emplea en fusiles de alto poder y buena calidad, y en varias armas de puño, no se presta para este proceso.

La operación de quitar el mandril del cañón resulta ser un trabajo difícil, durante el cual es probable que se dañe de alguna manera el rayado. Aquí nuevamente la experiencia ha indicado, en los Estados Unidos, que cada cañón producido tiene una identidad y los proyectiles disparados con diferentes cañones pueden ser fácilmente reconocidos.

Para incrementar el promedio de producción de los cañones rayados, fue desarrollado un proceso de formación en frío conocido co-

mo el proceso *hammer* (martillo). Fue desarrollado en Europa por el doctor Appel e introducido en los Estados Unidos de América durante la Segunda Guerra Mundial (Appel Process, Inc., Detroit, Michigan).

En este método un tubo de acero es pasado por un mandril corto, compuesto por acero muy duro, que contiene la impresión negativa del estriado deseado. A medida que el tubo avanza sobre el mandril, múltiples martillos golpean el metal del tubo para introducirlo en los campos del mandril. El grado de giro del rayado producido de esta manera, se determina por el paso de campos y macizos en el mandril. La perfección del estriado dependerá de la perfección del mandril utilizado y de cuán perfectamente se hayan llenado las estrías del mismo.

Éste es un proceso de trefilado pero difiere del descrito con anterioridad en que se hace salir al metal bajo la presión producida por martillos en una máquina automática, antes que por el presionado de un tubo sobre un mandril por la aplicación de una presión muy alta aplicada uniformemente. El proceso tiene algunas de las desventajas experimentadas en los precedentes, en particular la necesidad de usar un acero blando, maleable, que podría ser adecuado para armas más económicas de pequeño calibre. Sin duda tiene una decidida ventaja sobre los procedimientos ya indicados, ya que el mandril utilizado es relativamente corto, por lo que la dificultad para extraer uno más largo del interior del tubo estriado, queda eliminada. (*Firearms identification*, vol. I, The University of Wisconsin Press, Madison, 1962.)

En nuestro país, al menos en lo que atañe a la Fábrica Militar de Armas Portátiles "Domingo Matheu", ubicada en Rosario, provincia de Santa Fe, a la que hemos tenido el gusto de visitar, el sistema de brocado o escariado para la conformación de estrías en armas automáticas y semiautomáticas, está fuera de servicio desde el año 1972. En su reemplazo, el estriado de cañones tanto para armas largas como cortas, se lleva a cabo mediante el procedimiento de *martelado* (*hammer process* en Estados Unidos y *martelage à froid* en Francia), que se concreta en frío.

Al ejemplificar este procedimiento nos referiremos a la pistola calibre 9 x 19 mm, sistema *Browning*. Para la obtención de su respectivo cañón estriado, se parte de un barrote o tubo macizo de 50 cm de largo, el que previamente se frentea mecánicamente para asegurar su asentamiento en la herramienta que producirá su perfora-

do posterior. El frentado aludido le da forma de un cono que facilita el centrado de la máquina de perforado profundo. Esta última operación la realiza una broca ubicada en una caña lubricada con aceite, que va avanzando 35 mm por minuto hasta la perforación total del barrote.

Posteriormente, y ya en otro sector de la fábrica, se funde plomo en cada barrote perforado, se le agrega polvo de esmeril y con un baquetón que se integra a una máquina, se procede al pulido interno con grano 80 para desbastar y grano 120 para el acabado. El plomo hace la función de sostén del esmeril. Esta tarea abrasiva puede producir rayas profundas en el interior del tubo, que el posterior martelado no elimina; ello hace que se asegure el correcto pulido interno en la forma antes expuesta.

A las tareas descritas le sigue el *martelado en frío*; para ello existen dos maquinarias, una que opera verticalmente y la otra horizontalmente. Estas maquinarias contienen martillos (que actualmente se desarrollan en el país) cuya función es dar el diámetro interior del cañón. En tal sentido, mediante la actuación de un peregrino de carburo de tungsteno (no se realiza en el país, ya que sólo existen dos o tres fabricantes en el mundo) pulido al espejo, y de forma cónica, la maquinaria procede al estriado del cañón por la acción conjunta de los martillos que golpean sobre la superficie cilíndrica externa y el peregrino (que contiene el tatuaje estrial a transmitir) ubicado en su interior; sobre este último se desplaza el ánima o cara interna del barrote perforado.

Estriado este último, pasa a una máquina cortadora que contiene tres sierras circulares, con el propósito de obtener cinco unidades o cañones, del mismo.

Cada cañón así obtenido y con sus extremos sin acabar, luego de algunos procedimientos intermedios, se traslada al sector donde se fabrica la recámara correspondiente. Éstas se llevan a cabo con mechas que desbastan el material hasta la profundidad y diámetro deseados, luego de lo cual se pulen internamente a mano con baqueta y tela esmeril de grano 150, a medida que el cilindro o cañón gira mecánicamente.

La operación siguiente consiste en la concreción de otro corte mecánico del extremo opuesto a la recámara, para culminar con la terminación o el acabado, también mecánico, del brocal (boca de fuego).

Con posterioridad al armado completo de la pistola, la misma

es sometida a un disparo de tormento con un cartucho sobrecargado en un 25% de lo normal; catorce disparos para verificación de su funcionamiento y otros cinco para centrado de los aparatos de puntería, todo lo cual suma un total de veinte.

Teniendo en cuenta la descripción sintética de todas las tareas que guardan íntima relación con el cañón del arma y vinculándolas con la posibilidad o no de identificar un proyectil disparado por el mismo, surgen las siguientes consideraciones:

1) No puede negarse que en la actualidad, el sistema de fabricación de estriado por martelado posee la cualidad de ser ideal, dado que el peregrino es de extrema dureza y con él pueden llevarse a cabo numerosísimas unidades sin deformación del mismo.

2) Este sistema es conocido internacionalmente y se aplica desde hace ya varias décadas.

3) La operación de perforado y posterior pulido con polvo de esmeril, de cada barrote, como paso previo a la concreción del martelado, es obvio que en su interior deja características *microscópicas* individuales en cada caso.

4) Tales características pueden ser observadas en fábrica mediante el empleo de un endoscopio.

5) Las diminutas y microscópicas virutas de arrastre que en las diferentes tareas de corte y terminación se le ejecutan al cañón, a partir del momento en que cada barrote martelado es fraccionado en cinco unidades, deben necesariamente, transmitir características identificatorias.

6) El mismo criterio puede aplicarse con los veinte disparos que se concretan con el arma ya armada, oportunamente referidos.

7) Las etapas mencionadas necesariamente deben ir contribuyendo a la conformación de la personalidad de cada cañón y, consecuentemente, del arma a la que va a pertenecer.

Nuestros muchos años de experiencia en el tema de identificación de este tipo de armas con proyectiles secuestrados, ofrecidos para cotejo, más las opiniones de diferentes especialistas internacionales que se dedican a la misma tarea y que hemos podido recoger con el transcurso del tiempo, nos obligan a concluir que sí es posible diferenciar microscópicamente el empleo de una u otra arma de igual marca, modelo y calibre, cuyos cañones fueron estriados mediante el sistema aludido. En última instancia, la labor será más dificultosa.

Recordemos aquí lo expresado anteriormente, haciendo nuestras las palabras de Edmund Locard: "Aun cuando dos gotas de

agua coincidieran en peso, volumen, microorganismos que contengan, etc., tampoco serían idénticas porque siendo dos, fatalmente han de ser distintas en el espacio o en el tiempo”, a lo que cabría agregar que el secreto está en saber observar y tener profunda experiencia en tareas de comparación y valoración cualicuantitativa.

2. IDENTIFICACIÓN DE PROYECTILES

a) *Huellas en sus superficies.*— Cuando una bala de plomo macizo o encamisada, pasa a través de un cañón estriado bajo alta presión, tiende a expandirse y ocupar completamente la sección transversal de aquél. El proyectil debería poseer una medida tal que le permitiera seguir el estriado y prevenir la pérdida de presión y la erosión de las superficies internas del ánima por escape de gases. Cuanto más completa sea la ocupación o llenado de la sección del cañón, más distintivas serán las marcas o huellas que registre el proyectil y mejor la posibilidad de cotejo entre características estriales.

Las desigualdades en las superficies aceradas de campos y macizos marcarán el proyectil a su paso por el interior del ánima bajo presión, y mostrará marcas útiles, no sólo en los macizos, sino también en los campos. El caso ideal es aquel en el cual todos los campos y macizos de la bala disparada tienen marcas que muestran características que se repiten, es decir, que serán encontradas en todos los proyectiles disparados con un mismo cañón, posibilitando las coincidencias en el enfrentamiento comparativo microscópico con cada campo y macizo.

No es necesario decir que tal perfección raramente es encontrada. En algunos casos de proyectiles mutilados, el examinador puede tener la fortuna de hallar una característica suficientemente convincente como para permitirle expresar una opinión positiva. En el caso de proyectiles encamisados o blindados, es muy raro que se produzca la situación donde todos los campos y macizos posean características que coincidan perfectamente, dada la gran dureza del material, la cual, a su vez, impide que pase lo suficientemente forzado como para llenar la sección transversal antes referida.

En realidad, ocurre frecuentemente que los macizos de proyectil evidencian algunas marcas de características repetidas, con va-

lor suficiente como para permitir un ensamble confrontativo convincente.

De lo expresado no debe inferirse que las características coincidentes en el cotejo con proyectiles de plomo sean superiores en calidad que las que puedan encontrarse en encamisados. Debido a la mayor dureza del blindado, es menos probable que se borren o desaparezcan los finos complejos lineales producidos en el momento del pasaje del elemento por el interior del cañón. Pero si la bala es demasiado pequeña, puede que no continúe el estriado lo suficiente como para producir marcas que se repitan. Obviamente, si la bala resbala o patina habrá una confusión de marcas, ya que dos proyectiles nunca lo hacen de la misma manera.

Si un mismo proyectil es sólo ligeramente más pequeño de lo que debería ser, puede patinar cuando ingresa al sector estriado del cañón de un arma semiautomática o automática y luego asentarse y continuar el estriado. En tal caso, las marcas pueden ser del mismo carácter que las de patinaje encontradas en proyectiles disparados con revólveres.

Más asiduamente, un proyectil —particularmente un encamisado— que muestra buenas marcas en los campos, evidenciará pocas o nulas en los macizos, dado que no se expandió lo suficiente o no era de la medida apropiada.

Además de las marcas hechas por el estriado, pueden aparecer otras que se producen cuando la bala golpea el cono de forzamiento (si lo hubiere) y por irregularidades que existan en la boca del cañón. Algunas armas no poseen cono de forzamiento y el estriado comienza abruptamente, en tanto el diámetro interno del cañón en la parte estriada es menor que el que le precede inmediatamente y los bordes aguzados de los macizos cavan al proyectil cuando éste los golpea. En algunas armas el cañón está constreñido en la boca, probablemente por la operación de coronado. Esta constricción tiene una importante relación en las marcas que el cañón le transmite previamente a lo largo de todo su recorrido, pudiendo superponerse las nuevas marcas a las anteriores, previa remoción de éstas.

Es frecuente encontrar cañones con rebabas en su boca debido a accidentes o mal trato del arma, las que pueden cavar el proyectil produciéndole marcas distintivas en forma de ranuras longitudinales. Cuando aparecen debería examinarse la boca en procura de rebabas.

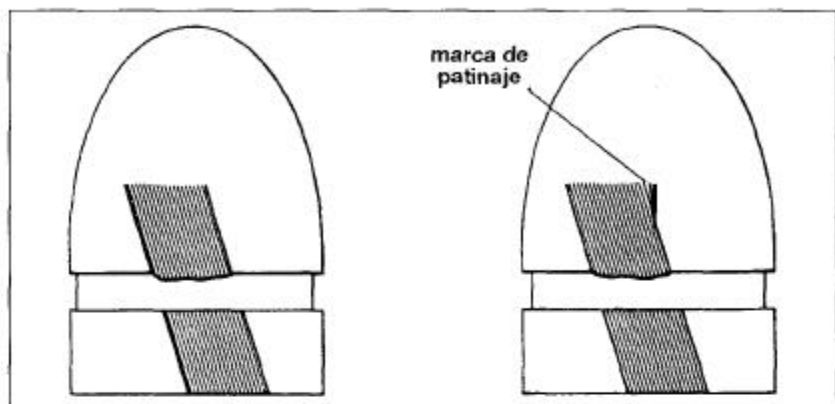


Figura 176

Graficación de una huella de patinaje del proyectil en un revólver.

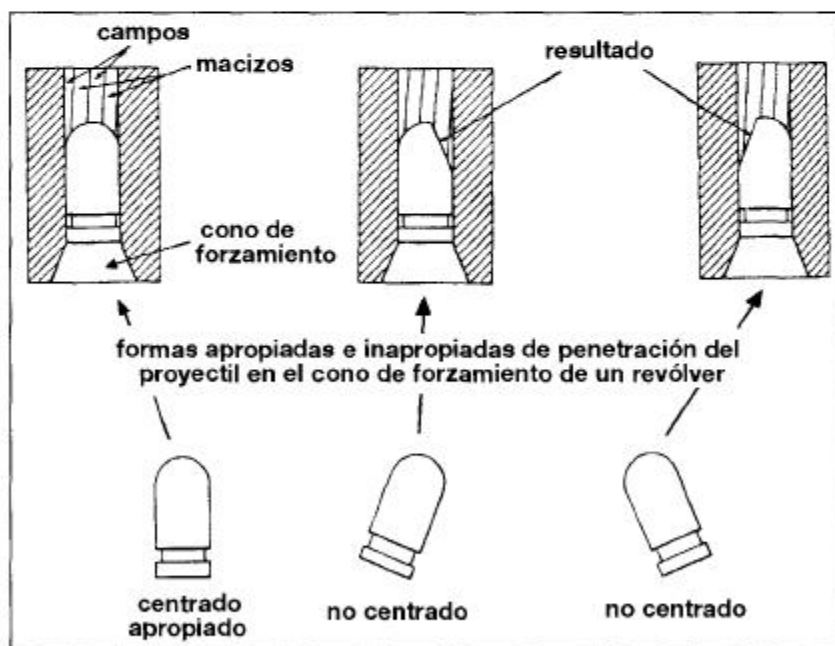


Figura 177

Puede que también el perito encuentre armas con una comba en el cañón, la que proviene de disparar un proyectil a través de un cañón con una obstrucción —generalmente una bala atascada. Cuando se produce un disparo en tal situación el proyectil tendrá dos grupos de características superpuestas que pueden causar considerable confusión.

Cuando una bala es disparada por un revólver frecuentemente mostrará marcas de resbalamiento o patinaje y los campos serán más anchos hacia la ojiva que en la base. El patinaje ocurre cuando el proyectil golpea los macizos del cañón luego de adquirir alta velocidad en su paso del cartucho al sector estriado; dada la alta inercia que así ha adquirido, resiste el intento de los macizos de provocarle un movimiento rotacional y, por lo tanto, patina.

No es común apreciar esta última circunstancia en pistolas semiautomáticas, dado que comparativamente, el proyectil comienza el rayado con poca inercia y sigue los macizos prácticamente desde el inicio del recorrido.

Los revólveres de baja calidad o aquéllos con mucho desgaste, pueden exhibir alvéolos que no se alinean convenientemente con el ánima del cañón; en tales casos, habrá *trefilado de plomo*. Esta situación podría causar dificultad en la identificación de un arma, dependiendo ello de si se trata de un hecho repetido o no. En el último caso sí la habrá.

Si el cilindro está muy flojo (desajustado), la alineación alvéolo-cañón será caprichosa y provocará problemas. Usualmente la dificultad sobreviene por disparar muchos cartuchos en procura de proyectiles testigos, en lugar de los dos o tres acostumbrados.

Es probable que puedan encontrarse otro tipo de marcas no repetidas, por lo que debe tenerse sumo cuidado para evitar confusiones con su presencia. Nos referimos a una suerte de finos rasguños paralelos al eje longitudinal de la bala, producidos cuando ésta es forzada hacia afuera de la vaina en la que se aloja y a la cual estaba sujeta mediante el enganche de la boca de aquélla y la acanaladura que posee la bala cerca de la base. También pueden producirlos algunos puntos de anclaje presentes en la parte superior de la cápsula o bien un simple encastre demasiado ajustado entre ambos elementos.

Tales rasguños pueden existir en gran número y ocasionalmente no se remueven por el pasaje del proyectil a través del cañón. Dado que son muy cortos, es difícil determinar que son paralelos al

eje longitudinal de la bala y resulta más fácil confundirlos con tatuaje estrial del cañón. Una bala que ha sido manual o mecánicamente extraída de un cartucho mediante la aplicación de fuerza, obviamente mostrará estas marcas.

Algunas armas baratas de origen extranjero, especialmente las realizadas en España y Bélgica antes de la Guerra Civil española y la Segunda Guerra Mundial, poseían un rayado de muy baja calidad. No sólo había raspaduras transversales en la parte superior de los macizos, sino también profundos arañazos o ranuras en los campos, producidos por herramientas de corte que tenían muescas en sus filos.

Si tales ranuras están presentes en el interior de un cañón, producirán marcas en los proyectiles que dispare. Si las marcas en las herramientas de corte son prominentes, pueden producirse ranuras casi idénticas en cada campo del cañón, por lo que una bala disparada a través de tal elemento podrá tener algunas características similares en cada macizo. Cuando ello ocurre, podrán producirse coincidencias de confronte ilusorias de un proyectil con otro, es decir, un macizo se identificará con algunos otros del mismo proyectil siempre y cuando estuviesen ausentes otras características que los diferencien.

Afortunadamente, cada macizo y campo de un cañón estriado posee, por lo general, suficiente identidad como para evitar que un experto se equivoque.

(ver figura 178 en p. 519)

b) *Proyectiles testigos*.— Para su obtención es de buena práctica utilizar el mismo tipo de munición (marca y año de fabricación) que ha sido secuestrada como evidencia, preferentemente la del arma incautada o en poder del sospechoso. Ello ayudará a asegurar la similitud, lo cual es importante dadas las variaciones tanto en la misma marca como en marcas diferentes.

Si no se obtuviesen buenas confrontaciones con el uso de munición similar es, por supuesto, viable experimentar con otras de diferente marca o año de fabricación, para ver si se pueden obtener mejores resultados comparativos. De ser así, son buena evidencia, ya que no podrían ser producidas por ninguna otra arma, sin importar qué munición fue utilizada.

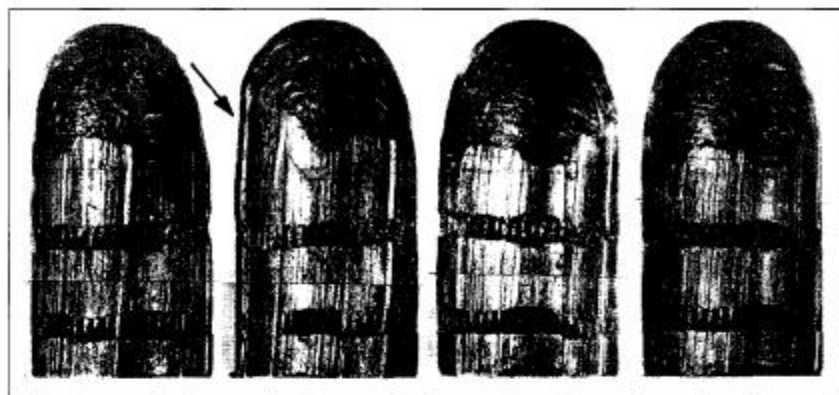


Figura 178

Cuatro yuxtaposiciones sucesivas obtenidas microscópicamente entre un proyectil incriminado y otro testigo, ambos de plomo, donde puede apreciarse el "refilado" del proyectil por falta de alineación alvéolo-cañón.

Las marcas o características que aparecen en los proyectiles no sólo están influenciadas por la presencia de polvo, partículas de arenisca u otras sustancias ajenas, partículas metálicas de proyectiles anteriormente disparados, etc., sino también por el material de los proyectiles en estudio y/o camisas metálicas cuando fueren blindados o semiblandos.

Las balas construidas con plomo altamente endurecido mostrarán marcas algo diferentes que aquéllas realizadas con plomo blando.

Algunos investigadores recomiendan reducir la carga de proyección cuando se trata de cartuchos de alto poder, indicando que la marcación de huellas no se ve afectada por la fuerza de la carga. En oportunidades hasta han recurrido a pasar el proyectil testigo en forma manual por el ánima del cañón, con ayuda de una baqueta. Otros ven el tema de manera muy diferente.

Sea como fuere, lo aconsejable es no reducir la carga y disparar el cartucho tal como es, pues la carga reducida sólo debería utilizarse en los casos que resultare imposible recuperarlo u obtenerlo satisfactoriamente de otra manera, y nunca recurrir a la obtención manual del mismo, tal como se expresara.

c) *Procedimientos para la obtención de proyectiles testigos.*— Lógicamente es importante coleccionar u obtener proyectiles testigos útiles para cotejo con similares incriminados, de tal manera que no posean características o huellas adicionales a las que le pueda imprimir el ánima del cañón utilizado, con posterioridad a su salida de la boca de aquél. El procedimiento más común es el de disparar sobre algodón limpio. Para las armas de alto poder, como los fusiles o carabinas, un mejor procedimiento consiste en utilizar aserrín aceitado. También ha dado muy buenos resultados el empleo de estopa, la cual, al igual que el algodón y la lana, envuelve al proyectil en forma de capullo y disminuye la longitud del desplazamiento.

La recuperación de proyectiles en medio líquido brinda excelentes resultados, específicamente en agua. Para ello pueden emplearse dispositivos verticales u horizontales, siendo preferible en el primer caso que su base sea de forma cónica y la extracción del proyectil se lleve a cabo mediante una canasta de algún material que no se oxide. La opción dependerá de los espacios físicos con que se cuente, especialmente en el de forma horizontal, que necesita una longitud considerable. En ambos casos el crecimiento de organismos en el agua puede prevenirse con el agregado de dicloruro de mercurio o tolueno.

Otra forma de reducir el espacio a emplear para los dispositivos de mención es aumentando el peso específico del agua mediante el agregado de alguna sustancia apropiada. Es de hacer notar además que cuando se trata de balas de punta perforada, según sean sus características, la recuperación del elemento intacto no resulta factible, dado que se expanden y fragmentan a escasos centímetros de penetración en el medio.

Un procedimiento inusual que también se ha empleado para la recuperación es el del empleo de un bloque de hielo. Experiencias concretadas en Estados Unidos hace ya bastante tiempo, demostraron que los proyectiles de plomo calibre .22 conservan luego de la penetración todas las características estriales y no exhiben deformaciones perceptibles. El calor y la presión del elemento derriten el hielo, produciéndose una desaceleración sin daños en la forma o en el tatuaje. No es un método práctico para el trabajo de rutina, pero podría ser útil en situaciones especiales.

d) *Métodos de comparación.*— Antes del advenimiento del microscopio de comparación en la década del 20, destinado a las identificaciones balísticas, y durante algún tiempo después, la confrontación entre proyectiles y vainas se concretaba por otros métodos rara vez empleados en la actualidad. De tal manera se podía a veces llevar a cabo una identificación convincente midiendo en secuencia los anchos de los macizos de proyectiles incriminados y testigos, para luego compararlos.

Las mediciones se concretaban con un micrómetro filiforme. Se trata de un dispositivo especial ubicado en la parte superior de un microscopio compuesto, que cuenta con una escala y un hilo o cabello cruzado que se mueve a lo largo de la escala (o, como en el microscopio Spencer, una escala que se mueve) a medida que se gira un tambor o cilindro calibrado. El proyectil se observa a través de la escala, haciendo rotar el tambor hasta que el hilo o cabello se alinea con un borde del macizo, dándose lectura a la posición tomada. Igual procedimiento se concreta con el lado opuesto de dicho campo. La diferencia equivale al ancho del campo, y cualquier cambio en la distancia existente entre el objetivo y el ocular destruirá la calibración, dado que cambia el aumento. Cuando se lo utiliza apropiadamente es muy preciso. Sin embargo, sabemos que en la actualidad existen técnicas mejores de medición, tal como veremos más adelante.

Por supuesto que hoy en día este método no tiene mayor sentido, dado que la forma en que se fabrican los estriados de los cañones no permiten diferenciar unos de otros sólo por el ancho y distribución de macizos, cuando se trata de armas de igual marca, modelo y calibre. Asimismo, cualquier deformación del proyectil secuestrado puede desvirtuar los resultados o las mediciones.

Otro sistema de identificación empleado en los días anteriores al del microscopio de comparación fue conocido como el método de la correspondencia alternada, aparentemente originado en Francia, el cual requería mucha habilidad, paciencia y tiempo.

Se colocaba el proyectil secuestrado frente a una cámara de distancia focal larga, provista de una lente de distancia focal corta, con el propósito de obtener un buen aumento. La iluminación se ajustaba de manera tal de obtener la mejor ventaja de las huellas que exhibía el proyectil. Si el mismo poseía seis macizos se tomaba

igual cantidad de fotografías, en forma consecutiva, mediante la rotación del elemento, cuidando que se posicionara siempre de la misma manera en el plano focal. De igual modo se procedía con el proyectil testigo. Obtenidas las copias fotográficas respectivas se buscaban las yuxtaposiciones que permitirían expedirse técnicamente sobre la identificación o no del elemento ofrecido con el arma secuestrada, sobre la base de la existencia de una cantidad suficiente de concordancias.

Este sistema es mucho más fácil de aplicar en la identificación de vainas servidas, dado que no se necesita una cantidad tan grande de fotografías.

En el año 1913 un distinguido médico legista de origen francés, el doctor Víctor Balthazard, ideó un sistema para la identificación del proyectil incriminado con el arma que lo disparó mediante el cotejo de aquél con el elemento testigo o de experiencia. El procedimiento consistía en hacer rodar ambos proyectiles sobre una hoja o lámina delgada de estaño colocada sobre un tablero, apoyando cada uno sobre una guía constituida por una regla plana. De tal manera se los impulsaba con el apoyo de una madera de cara plana, hasta dar una vuelta completa. Los resultados se fotografiaban y ampliaban para la confrontación respectiva.

El sistema *Balthazard* fue muy bueno en su época y en nuestro país comenzó a aplicárselo por los años 1922/23, pero presentaba los siguientes inconvenientes:

—no podía aplicarse cuando el proyectil secuestrado estaba deformado o aplastado, por la imposibilidad de rodarlo;

—el rodado del elemento debía concretarse con especial cuidado para evitar su arrastre, porque de lo contrario podían malograrse sus características;

—al intervenir la mano del hombre en la confección del rodado, el mismo podía desnaturalizarse voluntariamente bajo el imperio de la mala fe, o bien involuntariamente las presiones desparejas del movimiento no arrojaban resultados satisfactorios;

—porque este sistema limitaba su cotejo a las características que presentaban las rayas o campos del cañón impresos en los proyectiles, dejando de lado las que presentan los macizos que, por su especial relieve, se graban más fielmente en su superficie cilíndrica, especialmente en aquéllos blindados.

Resultaría sumamente tedioso continuar describiendo los diferentes sistemas que fueron creándose con el transcurso del tiempo

para facilitar la identificación de proyectiles; es por ello que, refiriéndonos a la época actual, sintetizaremos a continuación los métodos en uso en el orden mundial, incluyendo obviamente a nuestro país.

El fotomacrocomparador sistema argentino *Belaúnde*, que como es bien sabido lleva el nombre de su inventor, el ya fallecido comisario Ernesto M. Belaúnde, perteneciente a la entonces policía de la Capital, continúa brindando en versiones más modernas con película de 35 mm óptimos resultados, ya que mediante su empleo el perito tiene frente a sí en un solo plano las vistas fotográficas completas de los tatuajes estriales existentes en ambos proyectiles: *incriminado* y *testigo*, situación ésta que le permite, con una buena capacitación, demostrar acabada y comprensivamente los resultados que obtenga. Cada documentación fotográfica, denominada *rodado*, se obtiene mediante el giro simultáneo de la película y el proyectil en forma sincronizada.

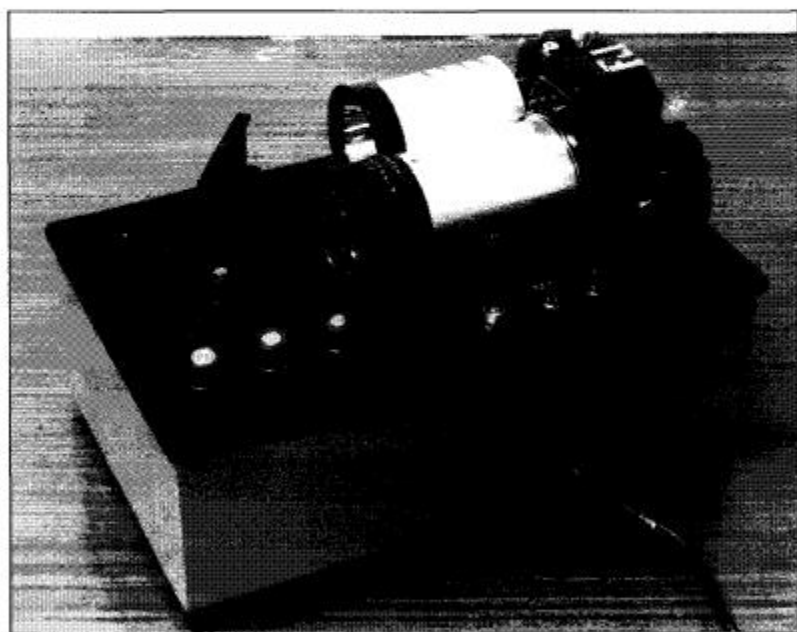


Figura 179

Detalle fotográfico de un instrumento moderno basado en el sistema *Belaúnde*.

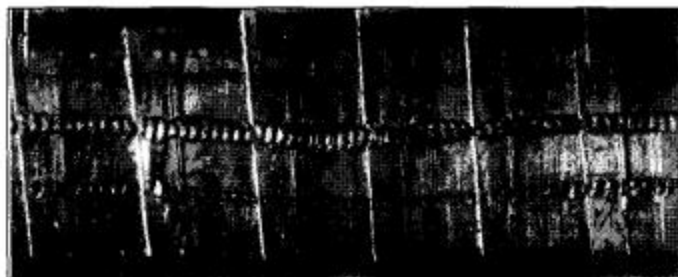
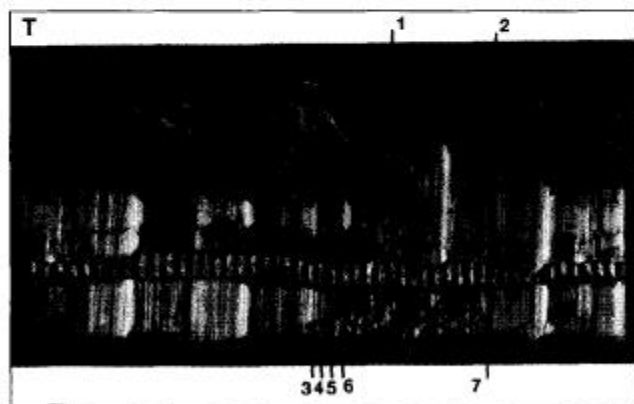
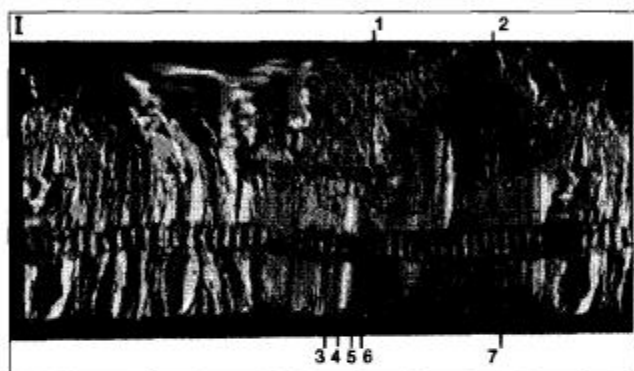


Figura 180

Vista de un rodado de proyectil de plomo.



Figuras 181 y 182

Forma en que se llevan a cabo los cotejos entre proyectiles: "incriminado" (deformado) y "testigo", ambos de plomo, con marcación de las coincidencias detectadas.

El microscopio de comparación: Sin lugar a dudas es la herramienta actual por excelencia para el perito balístico cuya tarea, entre otras, es la identificación de proyectiles y vainas servidas. Muchos fueron los que colaboraron con sus ideas en la creación y el desarrollo actualizado del instrumento. Desde la fundamentación de la exacta identificación criminalística de proyectiles por el norteamericano Charles E. Waite, en el año 1920, fue evidente que rastros iguales en proyectiles disparados sólo eran comparables científicamente cuando las imágenes de los objetos eran aumentadas en forma simultánea.

En el año 1925 el doctor Otto Mezger, director del Instituto de Investigación Química de Stuttgart, se dirigió a la empresa Ernst Leitz Wetzlar con el pedido de que se le suministrara un instrumento óptico con el cual fuera posible observar simultáneamente dos proyectiles bajo idénticas condiciones de aumento e iluminación. Mediante dos microscopios biológicos, munidos de un puente de comparación ya existente en el mercado, se efectuaron por primera vez en Alemania observaciones de comparación en proyectiles en el laboratorio de aplicación técnica de Leitz, juntamente con el doctor Mezger y su colaborador, el doctor ingeniero Walter Hess, posterior director del Instituto Criminológico de la policía estatal de Berlín.

Las experiencias ganadas se vieron reflejadas en el instrumento especial creado por Leitz, el *gran microscopio de comparación para fines forenses*. Este instrumento, aparecido en el año 1931 en Wetzlar a raíz de las sugerencias del doctor Mezger, fue aceptado mundialmente por los expertos para la comprobación exacta en todas las gamas de la técnica criminalística de comparación. Pese a que la técnica de aplicación del instrumento especial Leitz sugerido por Mezger y Hess fue ampliada y sensiblemente simplificada con el correr de los años, las ideas básicas de estos dos prácticos permanecieron fijando el rumbo de todas las evoluciones.

Así también, entre otros, son dignas de mención las apreciaciones del problema que efectuara Alexander von Inostranzeff, profesor de geología en la Universidad Imperial de San Petersburgo.

Como se expresa, este tipo de microscopio está indicado en aquellos casos en los que deben cotejarse con luz incidente y fotografiarse, dos objetos. Su principal campo de aplicación es la criminalística (examen de proyectiles, vainas, huellas de herramientas, documentos, etcétera).

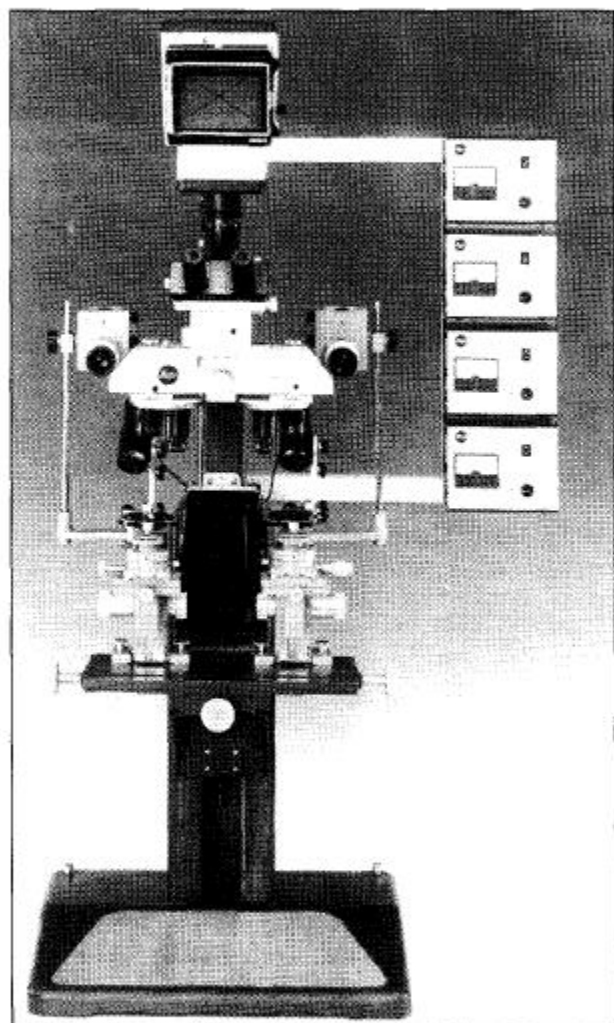
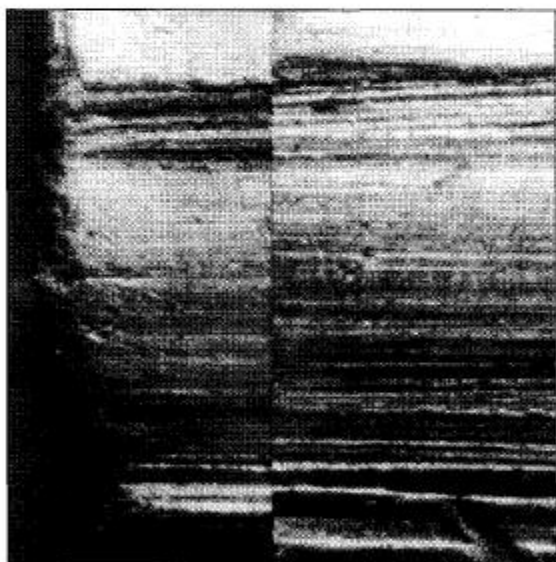
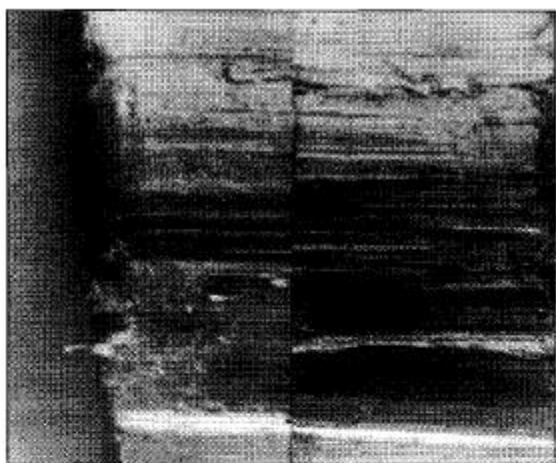


Figura 183

Microscopio moderno de comparación.



Figuras 184 y 185

Reproducciones fotográficas de correspondencias estriales obtenidas entre proyectiles "incriminados" y "testigos", mediante el empleo del microscopio de comparación.

Con los mismos pueden ser observadas porciones de dos elementos en forma simultánea y luego yuxtaponerse a los fines demostrativos que se persigan. Los microscopios modernos vienen equipados con sistemas automáticos (computados) de documentación fotográfica y adaptadores para la aplicación de videocámaras que posibilitan el estudio indirecto a través de monitores en color. También existen procesadores de imágenes para la videomicroscopía digital. En todos estos casos resulta factible asimismo el archivo en memoria de imágenes, de todas las identificaciones que se concreten. Esta última circunstancia es sumamente útil para integrar una base de datos con características identificativas de proyectiles y/o vainas, disparados y percutidas, respectivamente, por armas que aun no han sido secuestradas en un hecho delictuoso, por no haber sido habidas.

En los comienzos y a nivel mundial, el examen de las armas de fuego y de todo lo concerniente a las mismas en hechos delictuosos, estaba en manos de policías, armeros o entusiastas por las armas, pero muy pocos de ellos tenían preparación académica. En algunos casos, los juzgados parecían tomar por válida la posición de experto que asumía cualquiera que aparecía proponiéndose para alguna de las partes. Hoy en día, sin embargo, debe haber pocos que no hayan sido interrogados en juicio respecto de su experiencia, título/s académicos y la validez de los métodos y técnicas que han utilizado.

En este último sentido, mucho trabajo se ha realizado durante el transcurso de los años para colocar la labor comparativa en un pie abiertamente objetivo. En 1985 la Asociación de examinadores de huellas de armas de fuego y herramientas (AFTE), con asiento en los Estados Unidos de América, formó el comité de criterio para la identificación. Su objetivo era alcanzar un consenso sobre la teoría y práctica del examen, identificación y comparación de huellas de herramientas. Lo lograron en 1989 y lo reportaron en 1990 a través de la revista de la "AFTE", n° 22, ps. 275-279, en un artículo titulado *Theory of identification, range of striae comparison reports and modified glossary definitions*. Una de las conclusiones del comité fue que, generalmente, la interpretación de una comparación permanece subjetiva en naturaleza y recae en el entrenamiento y experiencia del perito. Aunque así parezca ser el caso, hay continua investigación de la aplicación de tecnologías que ayuden a mejorar el grado de objetividad.

Quizás el proyecto más ambicioso y lejano de alcanzar sea el que ha encarado el Departamento Federal de Investigación (FBI) en Estados Unidos. El mismo utilizará computadoras, imágenes digitales y tecnologías relacionadas para mejorar y acrecentar las posibilidades de los expertos, especialmente en el mantenimiento y la búsqueda de grandes archivos de vainas y proyectiles secuestrados en hechos delictuosos no resueltos.

El proyecto tiende a alivianar las hasta ahora limitadas posibilidades manuales de capturar y analizar la muy detallada información científica y la de investigaciones asociadas, como para interrelacionar sucesos o descubrirlos. Esta información también contendrá datos sobre proyectiles y vainas testigos de armas secuestradas. El sistema proveerá la forma de capturar, almacenar y diseminar imágenes digitalizadas de características identificativas existentes en cápsulas y proyectiles, pudiéndoselas intercambiar entre laboratorios ubicados en diferentes sitios.

En general, puede aseverarse que en distintas partes del mundo, especialmente en los Estados Unidos de América, se realizan y continúan realizando experiencias y estudios para adaptar los diferentes avances de la técnica a la labor específica del perito balístico. De tal manera podemos encontrar información referida a la incorporación de ficheros computados que contienen características estriales y otros datos de interés vinculados con armas de fuego y su munición; sistemas de videomicroscopia, videoimpresoras, etcétera.

e) *Marcas adicionales y objetos adheridos o pegados a proyectiles.*— Otras cosas que ocurren a los proyectiles pueden resultar de utilidad en circunstancias especiales. Con frecuencia, cuando un proyectil atraviesa alguna prenda queda en su punta u ojiva el tatuaje de la trama de la tela, lo cual hace que pueda compararse con otros obtenidos experimentalmente mediante el empleo del arma sospechada y las prendas secuestradas, en condiciones simuladas.

Ello puede indicar cuál de dos o más proyectiles fue el que atravesó completamente el cuerpo de la víctima o damnificado, según el caso —punto éste muy importante cuando dos o más armas se encuentran involucradas en un tiroteo. Las balas también suelen ser disparadas a través de protectores de alambre ubicados en ventanas o puertas, lo cual indica que pueden llevarse a cabo estudios similares al antes referido.

Los objetos, generalmente diminutos, adheridos o incrustados en la superficie de un proyectil pueden agregar información útil. Éstos pueden ser restos de yeso, madera, partículas de vidrio, cabello, fibras de distinto tipo y muchos otros. Los encargados del secuestro de proyectiles disparados en el lugar del hecho, deben estar alertas respecto del adecuado manipuleo de tan importante evidencia.

f) *Características de clase.*— Son todas aquellas características distintivas que, dadas las diferencias formuladas en las especificaciones de los diferentes fabricantes, darán a menudo una clave prometedora de la marca y modelo de arma con la cual se disparó el proyectil.

Estas características son:

- 1) los diámetros del ánima y de los campos o estrías del cañón;
- 2) la inclinación o dirección del estriado;
- 3) el número de campos y macizos;
- 4) el ancho de campos y macizos;
- 5) el ángulo de inclinación del rayado;
- 6) la profundidad de las estrías.

g) *Observaciones generales relativas a los proyectiles (balas disparadas).*— Antes del advenimiento de la pólvora sin humo, se empleaba para la fabricación de balas el plomo endurecido por el aditamento de pequeñas cantidades de antimonio o estaño (o ambos). Pero con las velocidades superiores o más altas alcanzables con esta nueva pólvora, la fusión de metales con tal propósito se convirtió en un serio problema, lo que condujo a la cobertura de balas de plomo con algún metal más duro. Las balas para armas largas calibre .22 de baja potencia, todavía se fabrican con aleaciones de plomo o pueden tener una muy delgada capa protectora de cobre (o aleación del mismo), que no sólo endurece sino que también lubrica la bala y reduce el *ensuciamiento* del metal. Esta capa delgada (o cobreado) no debe ser confundida con el encamisado.

Las balas encamisadas son ahora de uso estándar en fusiles o carabinas de alto poder y en pistolas y pistolas ametralladoras, siendo también ampliamente utilizadas en revólveres. Se han desarrollado muchas variedades y una colección de todos los tipos se hace

necesaria como parte del equipo de un laboratorio. A diferencia de las balas cobreadas, cuyo espesor no supera los 0,000508 cm (nos referimos a la pequeña película que recubre), las encamisadas oscilan entre 0,0508 y 0,0762 cm de espesor.

Para su uso en armas automáticas el encamisado cubre toda la superficie de la bala, excepto el centro de la base. Con fines de caza el encamisado puede ser total, a excepción de la punta; esta *punta blanda* se expande al hacer impacto en la carne y provoca mayor destrucción de los tejidos, incrementando su efectividad. Las balas de punta perforada (*hollow point*) son completamente encamisadas, con excepción de un pequeño orificio en la ojiva. Se abren al chocar contra la carne y son muy destructivas de los tejidos. Todas las balas para fines militares están completamente cubiertas en la ojiva, la que puede ser redondeada o muy puntiaguda; deben llevar una punta de acero (o cualquier otro metal duro) para incrementar la penetración.

En los casos de balas con punta perforada o blanda, nos encontraremos frecuentemente con la circunstancia de que sólo una porción del proyectil recibido por el perito estará encamisada o que, por el contrario, carece totalmente de camisa metálica por haber sido completamente expulsada. Dado que el tatuaje estrial sólo se asienta en el encamisado, la pérdida del núcleo de plomo carece de importancia a los fines identificativos.

Para algunos fusiles o carabinas de alto poder, la velocidad del proyectil puede ser tan grande que prácticamente explota cuando choca contra un animal (u otro objeto), resultando difícil encontrar fragmentos grandes. En tales casos, los pequeños fragmentos de encamisado deben ser microscópicamente observados en busca de marcas que permitan conducir a una identificación.

Finalmente, diremos que la identificación de proyectiles cobreados suele ser dificultosa, dado que su pasaje por el ánima del arma no sólo la ensucia, dificultando la obtención de proyectiles testigos apropiados a los fines identificativos, sino que también se forman *escamas* en su superficie, las cuales desvirtúan microscópicamente la posibilidad de detectar complejos estriales técnicamente apropiados para estudio (no en todos los casos); ello es debido a que al presentar una superficie de forzamiento más dura, no llenan con su diámetro toda la sección transversal del cañón (al menos con la presión adecuada), resultando consecuentemente un tatuaje menos marcado y definido.

3. IDENTIFICACIÓN DE VAINAS SERVIDAS Y CARTUCHOS PERCUTIDOS SIN ESTALLAR

Las vainas, cápsulas o casquillos servidos (según quiera llamárselos), especialmente los que proceden del disparo de armas automáticas, semiautomáticas y de repetición, a menudo evidencian huellas que se repiten y son útiles para la identificación del tipo (y a veces del fabricante) del arma empleada así como del arma en particular, cuando se concretan disparos experimentales (*testigos*) para ser comparadas tales cápsulas con las *incriminadas*.

Las impresiones o marcas realizadas por limas, herramientas o cualquier otro tipo de desigualdad, rugosidad o aspereza en la superficie del espaldón, cuando la vaina retrocede contra ésta bajo la presión, son probablemente más reproducibles que las huellas que se originan por el deslizamiento de un proyectil sobre una superficie ligeramente áspera, tal como un ánima rayada. El primero se asemeja al proceso de impresión por cuño, mientras que en los proyectiles las huellas se transmiten por un proceso más parecido al que dejan las herramientas cuando se deslizan mientras están en contacto con la superficie.

El tamaño, la forma y la ubicación de las huellas de extractor y botador (eyector), la marca del espaldón, la presencia de rasguños producidos por el cargador, etc., son todos elementos importantes para determinar el tipo y la marca (y posiblemente el modelo) de un arma utilizada. En el caso de la munición de fuego anular, el tamaño, la forma y la localización de la huella de percusión, reúnen valor para determinar la marca del arma empleada.

La identificación de una determinada arma con una vaina servida puede realizarse a menudo por comparación de las marcas existentes en la cápsula incriminada con las producidas por el arma sospechada en elementos testigos. Aquí otra vez es importante que se utilice la misma marca de munición a la que pertenece el material ofrecido para estudio. En realidad, es más importante aquí que en el caso de los proyectiles, dado que la existencia de disimilitudes en el espesor o composición de la cápsula fulminante, o en el metal del culote del casquillo, producirá marcadas diferencias en la distinción de las huellas producidas.

En muchos casos, la munición de la misma marca que la o las vainas secuestradas, puede encontrarse en posesión del sospechoso; ésa es la que preferiblemente debe ser empleada para la obtención de material testigo, ya que es más probable que posea las características físicas de aquéllas. No obstante, no toda la munición de una misma marca estará hecha con el mismo grado de dureza de material y no se puede afirmar definitivamente que los cartuchos secuestrados estén hechos con metales del mismo lote o partida, aunque la probabilidad siempre es mayor.

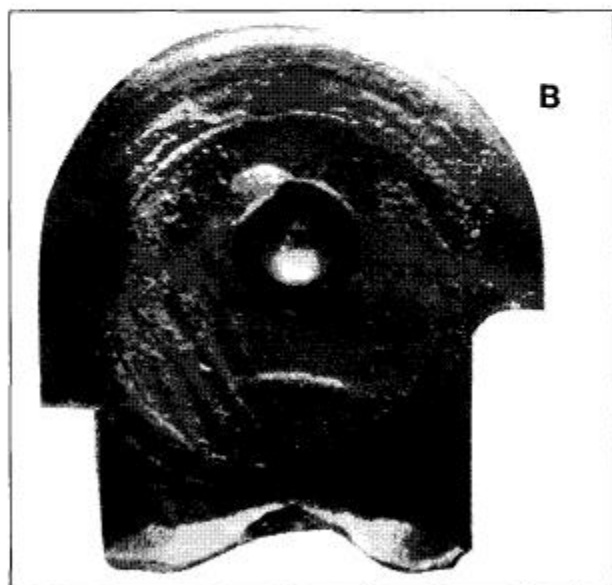
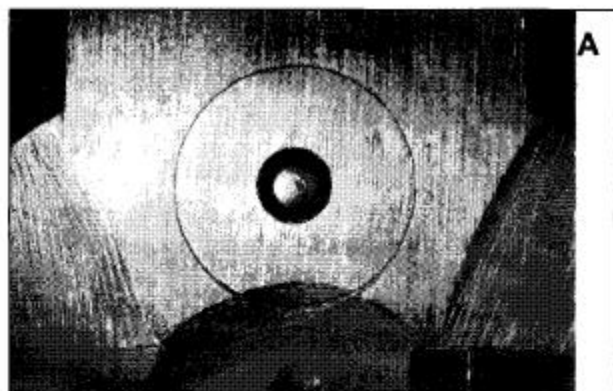
Si las características identificativas que se buscan en las cápsulas indubitadas no aparecieren adecuadamente con la munición secuestrada, es completamente apropiado recurrir a otros cartuchos de la misma marca o de marcas diferentes.

A veces, las cápsulas fulminantes vienen recubiertas con capas protectoras para evitar la penetración de humedad. Si las vainas servidas que servirán de evidencia la poseen, deberían utilizarse cartuchos de prueba con coberturas similares.

(ver figuras 186 y 187 en p. 534)

Frecuentemente, las marcas o huellas buenas y bien definidas, presentes en una vaina ofrecida, no estarán en las testigos o, si lo están, pueden ser pobremente definidas cuando se emplea una munición de marca diferente. Ello puede deberse a diferencias en la cápsula fulminante, o también a variantes en las presiones de la pólvora. Cuanto más alta sea la presión más distintivas parecerán ser las marcas. Dado que muchos de los cartuchos empleados en hechos de sangre reúnen considerable antigüedad, es imperativo que el perito posea una colección adecuada, tanto de munición antigua como de producción actualizada.

a) *Huellas de percusión en cartuchos de fuego anular.*— La huella más notable que se va a encontrar en una cápsula de fuego anular es la dejada por el percutor. Las huellas de espaldón por lo general no están presentes, excepto en algunos tipos de armas y en cartuchos con carga *magnum*. Las huellas de extractor pueden estar presentes en cápsulas que han sido eyectadas en el proceso de disparo; como son las que más seguramente se van a encontrar en la escena del hecho, naturalmente en ellas estamos más interesados.



Figuras 186 y 187

A - Espaldón terminado a mano de un revólver.

B - Espaldón de una pistola semiautomática, terminado a máquina.

Ocasionalmente las huellas de extractor son suficientemente repartidas y distintivas como para permitir su identificación bajo la comparación microscópica; consecuentemente, siempre habrá de buscárselas.

Las marcas de botador aparecen con mayor dificultad y cuando existieran no siempre ofrecen posibilidades de cotejo que permitan detectar complejos lineales de yuxtaposición convincente, no obstante poder guardar similitud morfológica.

Frecuentemente los detalles de la impresión del percutor sobre la cápsula ofrecen rasgos característicos y repetitivos que posibilitan su identificación. Obviamente cuando hablamos de percutor nos referimos o incluimos los diferentes dispositivos que producen el estallido de la cápsula fulminante.

Afortunadamente para el experto, los fabricantes poseen diferentes ideas referidas a la forma y el tamaño del extremo anterior del percutor. Cuanto más tiempo cada fabricante mantenga tales características en sus distintos modelos, mayor será la importancia que tendrán aquéllas. En la medida que no se produzcan cambios el perito podrá dar alguna referencia sobre los tipos de armas (marcas y modelos) que han intervenido en el hecho. En los casos donde se remitan armas para examen, puede ayudar a eliminar algunas de ellas.

(ver figuras 188 y 189 en ps. 536 y 537)

Sabemos que las huellas de percusión pueden clasificarse y archivar de acuerdo con su forma; ahora bien, si todas las marcas dejadas por el percutor fuesen siempre similares en forma y dimensiones, la situación sería de lo más simple; desafortunadamente esta situación ideal no existe. Si se emplea un arma nueva y limpia, con la misma munición, y si la vaina está adecuadamente asentada dentro de la recámara, las huellas deberían ser totalmente reiteradas o repetidas en forma, ubicación y dimensiones. En un arma con mucho uso o en una de pobre calidad, el percutor puede que no golpee exactamente en el mismo lugar. La longitud de una huella rectangular se verá así afectada y un percutor cuyo extremo fuese redondeado podría producir impresiones redondas o semicirculares de distintas medidas.

La medida y, en alguna manera considerable, la forma de una huella de percusión, dependerá de la profundidad de penetración del percutor. Frecuentemente, en el momento del disparo el cartucho no

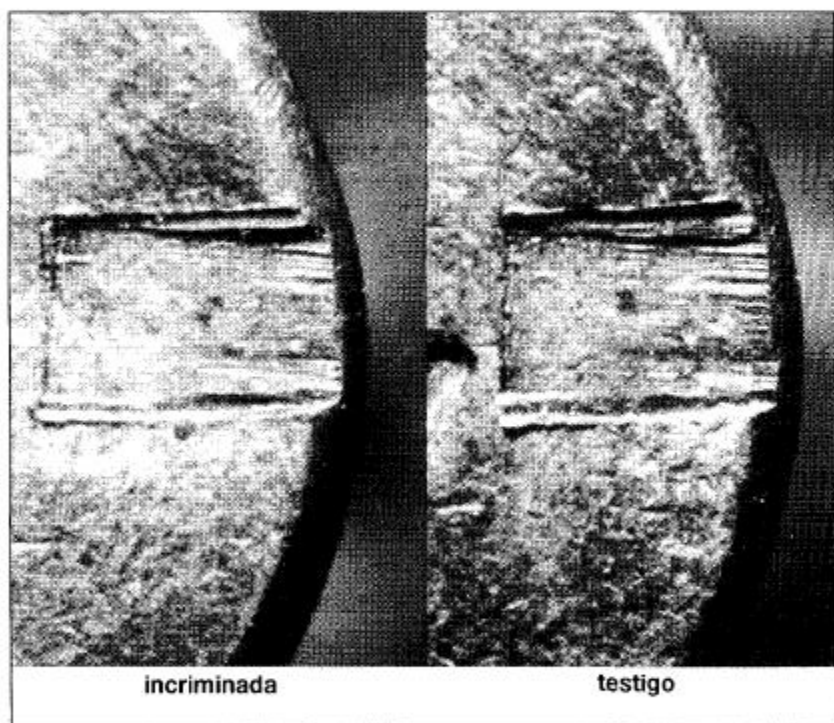


Figura 188

Microfotografías comparativas de una percusión incriminada y otra testigo, en vainas calibre .22.

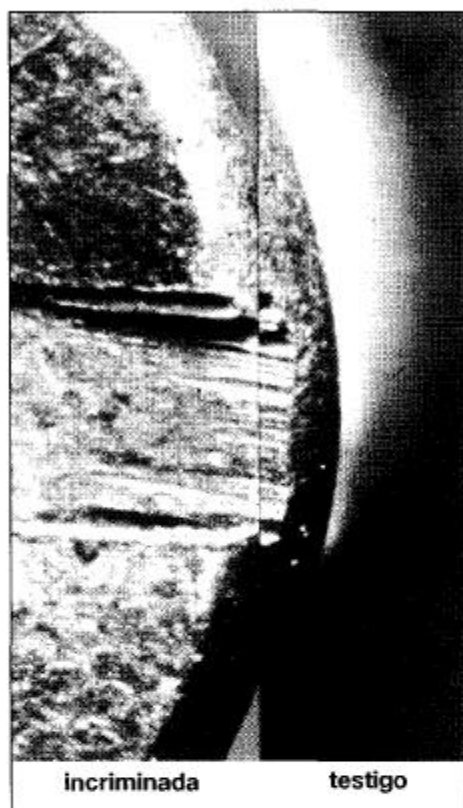


Figura 189

Yuxtaposición de características lineales encontradas en las mismas.

se encuentra firmemente asentado contra el extremo posterior de la recámara, impidiendo la profundidad *normal* de penetración; ello afectará las dimensiones de la impresión, sea el extremo del percutor redondo o rectangular. Estos últimos usualmente son de forma prismática o en cuña (para agregar fuerza o poder), consecuentemente, una impresión más profunda será más ancha y más larga.

Los percutores con extremos redondos o circulares planos, son frecuentemente ahusados y aquí otra vez la medida de la huella de-

pendará de la profundidad de penetración. Si el cartucho no se aloja ajustada y apropiadamente en la recámara, el punto de impacto del percutor en sucesivos disparos, no necesariamente será el mismo, y la medida (particularmente la dimensión vertical) de la huella no será uniforme.

Un extremo de percutor con forma redondeada (circular) puede producir huellas circulares o semicirculares, lo cual dependerá de cuán cerca golpee el borde de la cápsula. La mayoría de las huellas semicirculares son hechas por percutores con extremos redondeados o circulares planos.

Otro factor de importancia es la munición utilizada; percusiones en cápsulas de distintos fabricantes pueden mostrar diferencias distintivas. Es bien sabido que aun el cobre puro no tiene siempre el mismo grado de dureza, debido a los diferentes tratamientos a los que pudo haber sido sometido. La profundidad de penetración dependerá del espesor del metal en el culote de la vaina, pudiendo variar de fabricante en fabricante.

Se recomienda pues, para la obtención de vainas testigos en las que haya que estudiar las huellas de percusión, que se utilice la misma munición que la incriminada (de ser posible) y, si es factible, del mismo lote. Es recomendable disparar por lo menos tres cartuchos de experiencia y comparar las percusiones obtenidas entre sí. Si las huellas son todas similares, puede asumirse que la incriminada mostrará las mismas características si es que se identifica con el arma en cuestión. Si aparecieran variantes significativas en las tres cápsulas de mención, debería entonces obtener más material testigo. Si después de comparar un número considerable de cápsulas ninguna posee huellas o características que concuerden adecuadamente con las de la vaina servida incriminada, se puede concluir con certeza que no estamos frente al arma correcta.

Como se ha dicho anteriormente, las ubicaciones de las huellas de extractor y botador pueden ser de considerable importancia. Para dar un ejemplo, supongamos que tuviésemos que distinguir entre dos armas, una carabina *Winchester* modelo 74 de carga automática y un *Winchester* modelo 75 de acción a palanca. La información dada por las huellas de percusión únicamente no es concluyente, pero hay diferencias respecto de las marcas del extractor y del botador (eyector). Si la vaina testigo del modelo 74 se orienta de manera tal que la huella de percusión se localice a las 12 horas (considerando las agujas del reloj como referencia), la huella de extractor se encon-

trará a las 3 y la del botador a las 9. Si la cápsula testigo del modelo 75 está similarmente orientada, con la huella de percusión a las 12 horas, aparecerán dos marcas de extractor, una a las 3 y otra a las 9, y la del botador aproximadamente a las 6. La comparación apropiada con la vaina incriminada, nos permitirá determinar cuál de las dos armas pudo haberla percutido para provocar el disparo. Si esta última vaina exhibiera dos huellas de extractor y una de botador a las 6 horas, con seguridad podremos eliminar el modelo 74, si ninguno de los disparos de experiencia muestra estas marcas. Por supuesto, ello no prueba que esta arma en particular, modelo 75, fue la utilizada.

De más está decir que todo el tema referido a la identificación de vainas servidas, tiene igual aplicación en la identificación de cartuchos percutidos y sin estallar (cuando el disparo no se produjo), con la aclaración lógica de que todas las huellas susceptibles de estudio aparecerán mucho menos marcadas o, dicho de otra manera, serán menos evidentes.

b) *Huellas de percusión en cartuchos de fuego central.*— Los percutores para armas de fuego central tienen también frecuentemente un grado considerable de identidad. El extremo anterior a menudo posee anillos concéntricos hechos por la herramienta de corte que les dio origen y se imprimen en la cápsula fulminante, en el fondo de percusión. Puesto que estos anillos son diferentes para todos los percutores, desde el momento en que pueden ser a menudo confrontados en la búsqueda comparativa microscópica, siempre son buscados.

Algunos percutores poseen extremos planos, otros romos y redondeados, otros extremadamente ahusados y algunos hasta puntiagudos. Por lo tanto, estos percutores desarrollan identidad debido al uso, el desgaste y las roturas. Las marcas ocurridas por estas causas son identificables y se encuentran frecuentemente. La posibilidad de que dos percutores se rompan, fragmenten o astillen en la misma forma, es muy remota por cierto.

El ángulo bajo el cual un percutor golpea a la cápsula fulminante debería ser señalado. El percutor de un revólver, usualmente, aunque no siempre, golpea en un ángulo determinado, dado que el martillo con el cual es solidario o al cual está sujeto, se mueve en forma de arco. En algunos revólveres existe una aguja percutora in-

dependiente (armas actuales de buena calidad) que se desplaza hacia adelante cuando el martillo las golpea en su parte trasera o posterior. Esta acción produce el golpe con incidencia vertical sobre la superficie del fulminante.

1. *Huellas de espaldón.* Surgen como producto del impacto del culote de la vaina (en su desplazamiento hacia atrás), provocado por la fuerza de la explosión en el cartucho. Dado que esta presión es considerable y se expande igualmente en todas las direcciones, resulta obvio que la cápsula (en el momento que la bala abandona el cartucho) golpeará o será empujada hacia atrás, contra el espaldón, con considerable fuerza.

Ocurre frecuentemente que las huellas son tan bien definidas y distintivas, que una simple ampliación fotográfica tomada con iluminación adecuada, es suficiente para mostrar que tanto la cápsula inculminada como la testigo han sido percutidas por una misma arma.

Las características de las marcas dejadas por el espaldón dependen del proceso de fabricación, las particularidades o peculiaridades de construcción, y lo que ocurra con su superficie después de su manufactura.

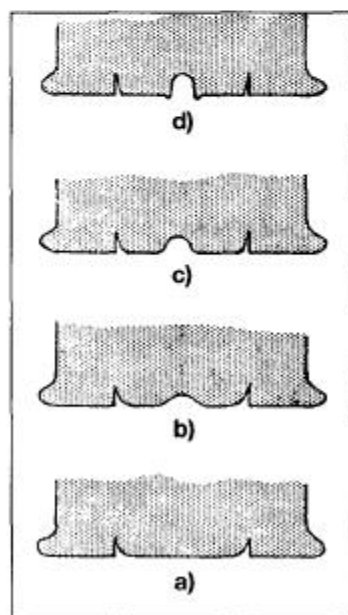


Figura 190

Vista en corte de vainas servidas que muestran el efecto de la presión sobre la indentación de la cápsula fulminante. a) Una cápsula sin percutir. b) Una presión débil. c) Una presión normal. d) Una alta presión.

Afortunadamente para el perito las posibilidades de variación son casi infinitas.

Dado que cada fabricante tiene un procedimiento determinado para la producción de un cierto modelo de arma, que puede diferir del utilizado por algunos o todos los otros fabricantes y porque sigue este procedimiento en forma bastante consistente, posiblemente en sus diferentes modelos, debería ser posible clasificar las superficies de los espaldones por las especiales características que posean.

A pesar de ser interesante esta clasificación, su uso no se ha generalizado, probablemente por varias razones, tales como la inaccesibilidad del artículo, carencia de comprensión del sistema y de definición en la predicción y, quizá lo más importante de todo, por la dificultad en reconocer con certeza las marcas que hay que buscar.

En los cartuchos de fuego central la claridad de la impresión del espaldón depende no sólo del espesor de la cápsula fulminante, su composición, la fuerza de la carga de la pólvora y de que dicha cápsula esté correctamente ubicada, sino también de la presencia de aceite, grasa, suciedad o polvo en su superficie. Las inscripciones de fábrica en el culote a menudo interfieren con la obtención de buenas huellas de espaldón. También hubo fabricantes que identificaban con una letra el centro de la cápsula fulminante (simbolizando su marca), pero esta tendencia ha ido desapareciendo.

2. *Huellas de extractor.* Las huellas de extractor hechas por armas automáticas, semiautomáticas y de repetición, pueden con frecuencia yuxtaponerse o identificarse mediante señalización de puntos o líneas característicos, para su identificación. En las armas de repetición la profundidad de las impresiones variará considerablemente, dependiendo del vigor del operador. Algunas armas darán excelentes huellas repetitivas, mientras que otras no. Un extractor flojo dará problemas. Algunas armas producirán marcas de botador bien definidas pero no serán, usualmente, tan útiles como las de extractor. El desarrollo de las mismas depende más aun del vigor con que se accione la palanca. En las automáticas la fuerza de la acción es naturalmente más uniforme, al igual que los resultados.

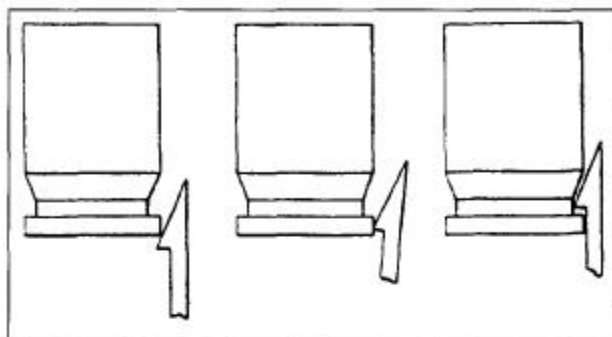


Figura 191

Forma en que actúa la uña extractora sobre la cápsula.

Figura 192
Marcas o huellas que la uña extractora deja en la cápsula.

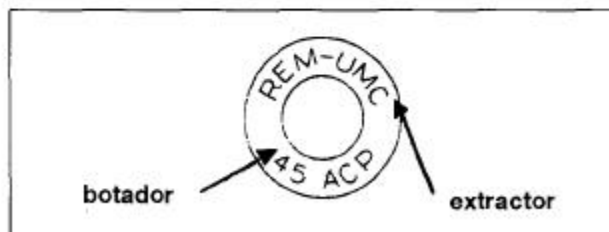
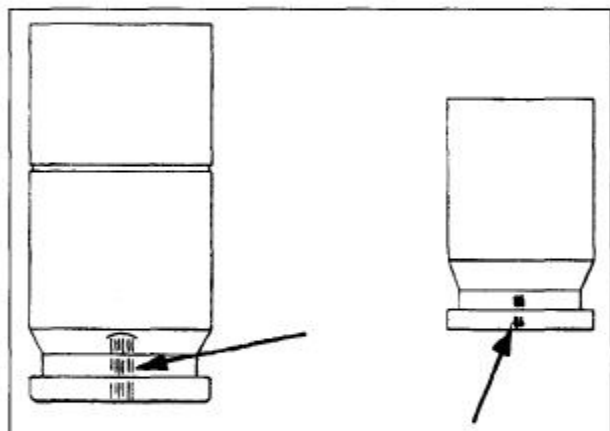


Figura 193

Huellas de extractor y botador en el culote de la vaina.

Dada la recomendable costumbre de descargar fusiles y escopetas de caza a la finalización de la tarea diaria, es frecuente en la práctica encontrar varias marcas de extractor y botador en una misma vaina. Las marcas del extractor pueden ser importantes en los casos donde no es habida el arma sospechosa, o en los que el inculgado niegue la propiedad o cualquier conocimiento sobre un arma, de la cual los experimentos de laboratorio han demostrado que es la utilizada en la comisión de un hecho.

Si se encuentran huellas de extractor y/o botador en una misma cápsula, que difieren notoriamente entre sí, indicaría que ha sido previamente accionada en armas diferentes. Debe recordarse además, que muchos casquillos pueden provenir de recarga y las huellas que ostenten son posibles de multiplicarse. En los casos de revólveres, pistolas no automáticas y armas que no sean de repetición en general, difícilmente se localicen huellas de extractor y botador.

3. *Huellas de botador.* A veces estas marcas pueden ser confrontadas e identificadas convenientemente, pero con menos frecuencia que las de extractor. De cualquier manera su existencia debe ser investigada, ya que caso contrario indicarán que el arma no tenía botador (de las cuales existen algunas), aunque éste no sería necesariamente el caso. Como ya se expresara, su posición en relación con las otras marcas, particularmente la de extractor, es importante para identificar la marca o tipo de arma.

4. *Otras marcas o huellas.* Siempre deben buscarse otras marcas. Defectos en la recámara donde el cartucho yace en el momento de la explosión, producirán a veces huellas que se repiten en la cara cilíndrica externa de la cápsula servida. En oportunidades sólo son combas más que marcas con características distintivas, no obstante ello habrá que tratar de detectarlas. Por otro lado, ocurre que se encuentran huellas que sí tienen características distintivas. Las impresiones dejadas por los labios del estuche cargador en armas de carga automática, a veces resultan de utilidad. Sin embargo, usualmente el resultado del examen de las marcas del estuche cargador es la confusión. Ocasionalmente un defecto en el mecanismo de alimentación producirá una marca repetitiva útil para la identificación.

Suele ocurrir también que aparezcan *arañazos* en las cápsulas

fulminantes debidos al rozamiento con rebabas en el espaldón (próximamente al orificio del percutor), que se producen en el momento de la eyección de la vaina o del giro del cilindro en los revólveres. De la misma manera, generalmente por motivos mecánicos anormales, el percutor suele dejar una huella de deslizamiento sobre la cápsula fulminante, por desplazamiento de ésta sobre aquél. Esto último es fácil de observar en escopetas, cuando el percutor queda desplazado hacia adelante luego del disparo (adherido por suciedad, o cualquier otro defecto mecánico), produciéndose la huella por rozamiento en el momento de abrir la escopeta para la extracción manual o mecánica de vainas servidas, hecho que no se da en las escopetas semiautomáticas.

Algunas combas o marcas en el culote se producen a veces donde el *block* de cierre o la corredera han sido seccionados para dar cabida al extractor. Otras veces se forman combas o ranuras en el cuerpo cilíndrico de la cápsula, provocadas por la porción de recámara que ha debido eliminarse para dar origen a la rampa por la que habrá de deslizarse el cartucho desde el cargador hacia aquélla. Esto último ayuda a determinar la orientación de la vaina tal como se encontraba colocada en el arma; ello junto con las huellas de extractor y botador (cuando las hubiere), puede dar alguna información sobre el tipo de arma automática o semiautomática buscada. Aunque la comba de mención no permite identificar un espécimen en particular, dará una importante clave para determinar el tipo de arma utilizada.

CAPÍTULO XVI

HUELLAS DE EFRACCIÓN O DE HERRAMIENTAS

EXAMEN DE LAS HUELLAS

Año tras año los robos en inmuebles (con o sin escalamiento y con violencia en las cosas) ocupan un lugar muy elevado en la estadística criminal de nuestro país. Sus perpetradores a menudo se desvanecen en el aire. Muchas veces el investigador no puede localizar testigos oculares a quienes interrogar para poder auxiliarse en la resolución del caso. Sin embargo, el delincuente puede llegar a dejar un indicio importante que, quien investiga, no puede dejar pasar por alto. El destornillador utilizado para forzar y abrir un cajón o el elemento de corte empleado para extraer un candado o inutilizar y abrir una cerradura, pueden finalmente conducir a la captura y procesamiento del sospechoso.

a) *El examen.*— Hablando en forma general, el examen de las huellas de herramientas se divide en dos grupos. El primero conlleva al conjunto de exámenes de diferentes herramientas, con el propósito de determinar cuál fue el tipo utilizado; en este caso el investigador no tiene sospechosos. Los estudios de este tipo están basados en el hecho de que una herramienta puede dejar características de impresión en el objeto sobre el cual fue empleada. Midiendo el tamaño y anotando la forma característica de la impresión, así como también la naturaleza del material afectado, puede establecerse la identidad del tipo de herramienta involucrado.

Por ejemplo, un examen puede revelar que se aplicó una maniobra de corte, serrado, deformación o golpe; tales herramientas incluyen cuchillos, hojas de afeitar, tijeras, sierras eléctricas, cortafíos, martillos, etcétera.

Este tipo de información permite al investigador reducir su búsqueda, eliminando cierta clase de herramientas y, en algunos casos, demostrar que el daño fue accidental antes que intencional. Por ejemplo, el estudio microscópico de un par de alambres que se sospecha han sido cortados, puede demostrar que en realidad se rompieron por fatiga o tensión.

El segundo grupo de exámenes contempla la remisión conjunta de herramientas y huellas para estudio comparativo y posible identificación. En tal sentido, diremos que la identificación de huellas de herramientas es similar a la que se concreta con vainas y proyectiles percutidas y disparados, respectivamente, por armas de fuego.

Así como las armas dejan sus improntas características, también lo hacen las herramientas con respecto a los objetos de diferente naturaleza. Las identificaciones de este último tipo se basan en los defectos accidentales (adquiridos o de fabricación) que pueden aparecer en las superficies que se emplean para golpear, cortar, serrar, raspar, morder, etc., insertas en cada herramienta en particular.

(ver figura 194 en p. 547)

Una de las variantes que pueden llegar a presentarse, vamos a ejemplificarla de la siguiente manera: supongamos que una persona ha sustraído un dispositivo electrónico de sumo valor, existente en una empresa, y que para ello haya tenido que proceder al corte del alambre o cable conductor que lo unía a la pieza principal. El delincuente es luego detenido pero la herramienta no puede ser habida.

La falta o inexistencia de la herramienta de corte, no impide en este caso iniciar una tarea de confrontación entre el extremo seccionado de cada cable perteneciente a la pieza o máquina principal depositada en la empresa, y los pertinentes pertenecientes al dispositivo sustraído. La labor microscópica puede, por lo general, indicar si tales cortes fueron el producto de una misma herramienta, hecho éste que demostraría la autoría.

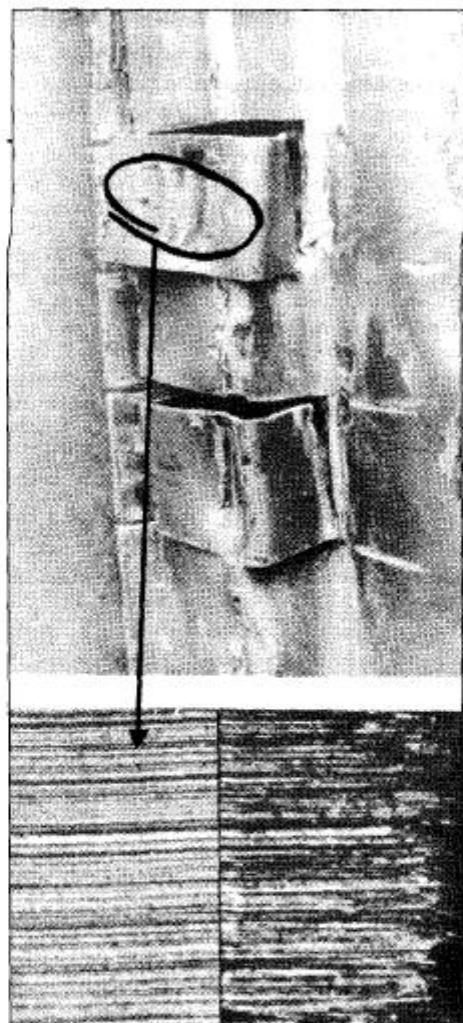


Figura 194

Vistas fotográficas de una porción de puerta metálica, con señalamiento y microfotografía de las huellas dejadas por el empleo de un cortafíos, para violentarla. El sector derecho de la microfotografía corresponde a la huella testigo obtenida con la herramienta incautada.

Las huellas transferidas por un elemento de golpe como el martillo, el hacha, etc., consisten esencialmente en impresiones o endentaciones que son réplica de las características de la superficie de choque de la herramienta.

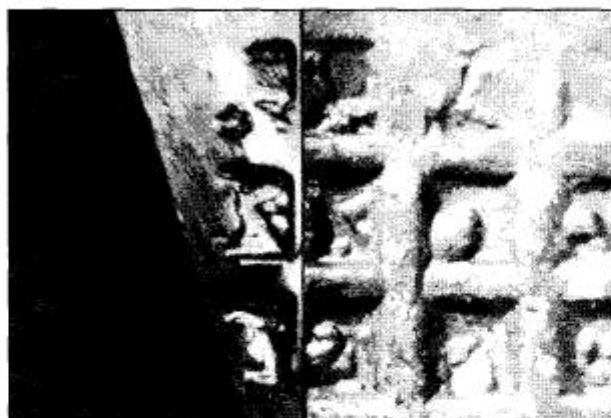


Figura 195

Microfotografía comparativa entre la huella "testigo" e "incriminada", dejada por un martillo.

Aunque no pertenezca al área de las huellas de herramientas, existe una tarea comparativa-identificativa similar a la hasta aquí expuesta, en todos aquellos casos donde se pretenda demostrar que las piezas procedentes de una fractura, rotura o corte, provienen de un mismo elemento original. En tales casos, habrá generalmente complejos estriales o lineales y demás marcas características que concurrirán a demostrar una misma procedencia.

Muchas veces, el objeto golpeado puede ser de material más duro que el de la herramienta empleada. Consecuentemente, las marcas características que pueden conformar la base de una identificación, podrán ser encontradas en la herramienta antes que en el objeto.

Cuando se investiga un disparo de arma de fuego, que dio origen a un supuesto suicidio, es responsabilidad del investigador y del

técnico especializado acumular y preservar la evidencia que será esencial para establecer la causa de la muerte.

Al examinar el lugar del hecho, los investigadores buscan la evidencia física usual asociada con los disparos de arma presentes en el cadáver, tal como un orificio de entrada que evidencie el apoyo del arma en la superficie de impacto; la sangre presente en la o las manos, y residuos de pólvora en la mano que sostuvo el arma. Un detalle de evidencia física que normalmente se pasa por alto es *la presencia de la huella o impresión dejada por la cresta del martillo del arma sobre el o los dedos del occiso*, lo cual realza la probabilidad de que la muerte haya sido el producto de un disparo autoinfligido. Estas huellas a menudo están obliteradas y, subsecuentemente, son pasadas por alto cuando se toman las impresiones digitales del cadáver para posterior comparación e identificación.

La impresión del martillo en el dedo se produce cuando aquél se monta en la fase de acción simple (obviamente si el disparo se concreta en doble acción, no quedará marca alguna). De tal manera aparecerán en mayor o menor medida, las características *topográficas* de la cresta del martillo, su forma y tamaño, y los daños que pudiera contener.

Si la circulación sanguínea se detiene inmediatamente después de la producción de la herida fatal, algunas o todas las características que aparezcan en la impresión pueden permanecer en el dedo que montó el martillo, varias horas después de la muerte.

Previo a toda tarea de levantamiento de estas huellas, es regla básica la obtención de vistas fotográficas con *referencias métricas* y con diferentes ángulos y fuentes de iluminación, amén de la conservación del *paralelismo* entre película y superficie de la huella.

Una forma de realizar estas impresiones es espolvoreándolas con polvo negro para levantamiento de huellas dactilares. Sin embargo, debe tenerse cuidado de no rellenar con aquél los pequeños detalles. De tal manera, a continuación la impresión puede también *levantarse* con cinta adhesiva transparente.

b) *La madera como evidencia.*— En la reconstrucción de un hecho delictuoso, el valor probatorio de la madera suele ser pasado por alto. El amplio empleo de la misma en la construcción, muebles, embalajes, postes, herramientas, juguetes y utensilios, la encierra en la esfera de casi todo tipo de delito.

1. *Identificación de la madera.* En la mayoría de los casos, la variedad de la estructura de la madera entre especies, es suficiente como para proporcionar un medio confiable de identificación de ellas. En algunas ocasiones puede ser hecha sobre la base del grosor de las capas; en otros casos, el examen de la estructura microscópica es esencial.

A veces, la identificación positiva es posible solamente por medio de las características botánicas del árbol mismo, por ejemplo: las partes florecientes de las hojas. Cabe aquí hacer notar que la corteza no es madera y no es específicamente identificable. En muchos casos, sin embargo, la madera puede estar adherida a la cara interna de la corteza y revestir valor a los fines identificativos.

2. *Características individualizadoras.* Las diferentes especies de madera pueden variar notoriamente en apariencia y en las propiedades físicas y químicas. Las propiedades más obvias y prontamente reconocibles son las características de apariencia, tales como el color, textura, veta o forma.

Un considerable número de otras variedades puede ser introducido a través de la presencia de pintura o barniz, agentes de unión o cola, tal como sucede en la madera terciada, o bien por exposición a elementos naturales.

Las variaciones naturales y las introducidas pueden servir para individualizar un espécimen particular y permitir al perito asociarlo con un origen sospechoso. Las distintas estructuras y apariencias, debidas a patrones de crecimiento individual y las condiciones ambientales, tales como el clima, suelo, humedad y espacio de cultivo, pueden permitir al examinador distinguir entre árboles de la misma especie.

3. *Posibilidades investigativas.* Cuando se trata de madera, la comparación de marcas o huellas, tales como las producidas por taladros, martillos, hachas, cuchillos, etc., es el primer objetivo del investigador en la escena del hecho. Frecuentemente, estas marcas pueden ser identificadas como producidas por un tipo y tamaño de herramientas en particular; sin embargo, debido a la textura y compresibilidad de la madera, la o las marcas son generalmente de valor limitado como para asociarlas con una herramienta en particular y excluir otras similares.

En estas situaciones donde las marcas dejadas por las herramientas no son de aparente significación, se debe considerar la posibilidad de cotejar los bordes fracturados de la madera secuestrada en el lugar del hecho y la procedente de una fuente sospechada. Es factible incluso, llevar a cabo comparaciones entre trozos de astilla; para ello, es menester tener cuidado en la recolección y preservación de las partículas, para no perturbar los contornos y bordes fracturados.

El significado de partículas diminutas no debe ser pasado por alto, tanto es así que, a través de un minucioso examen microscópico puede llegar a identificarse el tipo de madera al que pertenecen restos de aserrín o viruta.

Cuando este tipo de evidencia es acompañada de otra que pudiera estar presente, tal como tinta, pintura, vidrio, etc., se robustece la prueba.

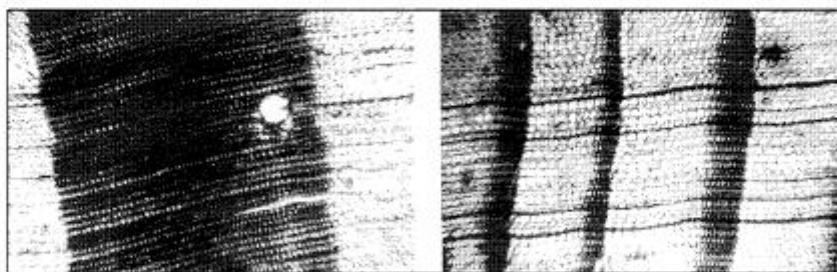
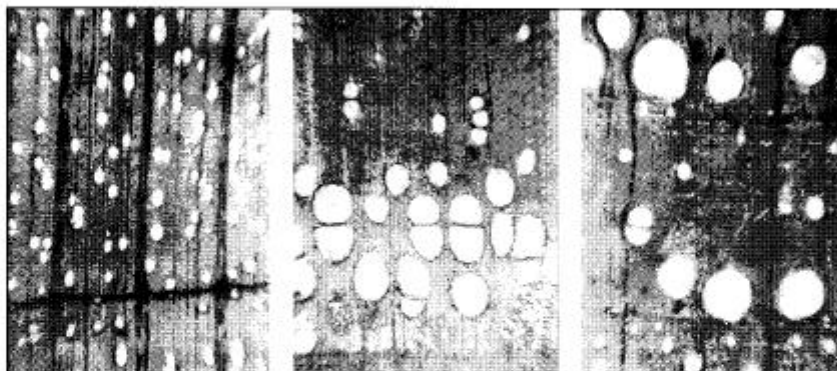
(ver figuras 196 a 199 en ps. 552 y 553)

4. *Examen de laboratorio.* Cuando deba examinarse un espécimen de madera, es fundamental hacerlo en el estado en que se encuentra, dado que pueden existir restos de pelos, fibras, sangre u otra evidencia.

Se observa entonces la muestra para determinar si puede estar asociada con el elemento incriminado, a través de una confrontación con instrumental óptico y de medición. También se establecen otras características, tales como los anillos de crecimiento, grosor de la fibra, color, etcétera. Se los identifica luego con su origen específico, por ejemplo: roble blanco, pino, fresno blanco, etcétera. Esta determinación generalmente puede llevarse a cabo con pequeños trozos.

Dependiendo de la orientación y tipo de las celdillas que componen las cubiertas del espécimen, la determinación de este último puede realizarse con muestras de unas pocas celdillas, tal como aparecen en partículas comprimidas de aserrín.

Finalmente, cabe recordar que en todos los casos en que el examen presente alguna posibilidad de conducir a la identificación de la herramienta, el especialista tiene que hacer una marca o huella de comparación igual a la efectuada por el acusado. Esto se aplica especialmente en aquellas herramientas que muestran marcas de raspaduras, deterioros u otras irregularidades.



Figuras 196 y 197

Las características de los poros y vasos de la madera, constituyen la identificación específica. Estas vistas microfotográficas han sido obtenidas con notorio aumento y pertenecen a muestras de madera blanda y madera dura.

Figura 198

Cotejo
microscópico de poros
y demás características
de crecimiento, entre
dos porciones de
madera.

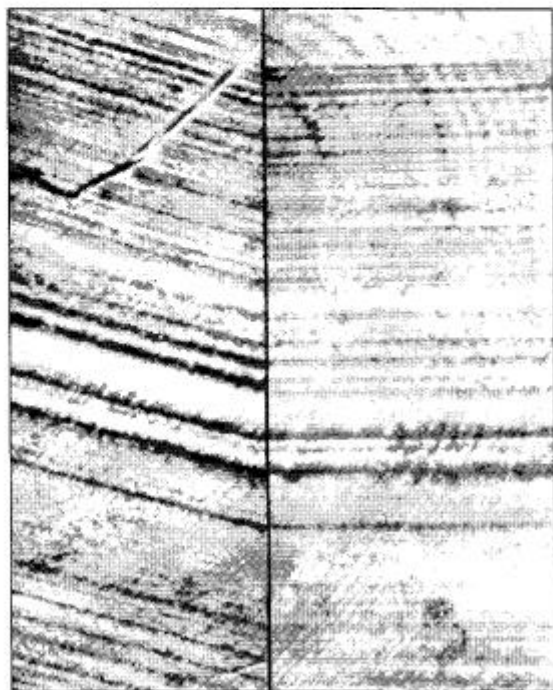
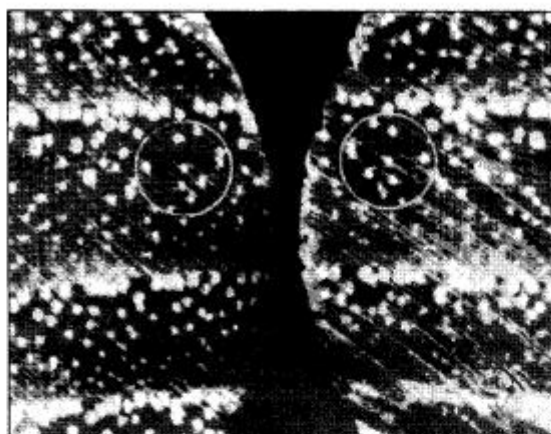


Figura 199

Comparación entre las
marcas dejadas en
madera en el lugar del
hecho y las obtenidas
con un cuchillo en
poder del sospechoso.

La distancia entre las raspaduras varía según las condiciones en que es asida, por ejemplo, una navaja o un cuchillo, según se sostenga en ángulo recto a la dirección del movimiento, o se sostenga lado a lado. El aspecto de las raspaduras dependerá del ángulo que forme el cuchillo en relación con el plano de corte. Lo mejor para determinar la posición de una marca y las condiciones del lugar, es mostrar al especialista un bosquejo o una fotografía; también conviene determinar si el delincuente empleó la mano derecha o la izquierda.

Es esencial, sin embargo, que la marca de comparación sea concretada sobre la misma materia (con la misma pintura o tratamiento superficial y el mismo grado de humedad) del escenario del crimen, ya que, microscópicamente se aprecian grandes variaciones con los diferentes materiales. Por eso, se enviará cierta cantidad de materiales para usarlos en las tareas comparativas con la herramienta y su marca original, dado que puede ser necesario el hacer diez o más marcas con la herramienta incriminada.

c) *Síntesis del tema tratado.*— Los exámenes de huellas de herramientas incluyen (pero no están limitados a ello) estudios microscópicos para determinar si una huella determinada fue producida por una herramienta específica. En un sentido más amplio, también incluyen la identificación de objetos que se encontraban forzosamente contactados entre sí, o bajo presión, y la de aquellos que originariamente formaban parte de una sola pieza que fue rota o cortada. La inclusión de lo señalado en último término tiene origen en el concepto de que, cuando dos objetos entran en contacto, cuanto más dura es la herramienta, más blanda será la marca. Las sierras, limas y ruedas moladoras, generalmente no pueden identificarse con las huellas que producen.

—*Conclusiones*

- a) Que la herramienta produjo la huella.
- b) Que la herramienta no produjo la huella.
- c) Que no hay suficientes características individualizadoras dentro de la huella, como para determinar si la herramienta produjo o no tal marca.

—*Tipos de exámenes de huellas de herramienta*

- *Huella con herramienta:* Pueden realizarse varias comparaciones entre la herramienta y su marca:

a) examen de la herramienta para determinar la existencia de depósitos extraños, tales como pintura o metales, para ser comparados con un objeto marcado;

b) establecimiento de la presencia o ausencia de características de clase consistentes;

c) comparación microscópica de un objeto señalado con varias marcas o cortes testigos, hechos con la herramienta.

• *Huella sin herramienta*: El examen de la huella puede determinar:

a) tipo de herramienta empleada (características de clase);

b) medidas de la herramienta utilizada (características de clase);

c) rasgos distintivos de la herramienta (características individualizadoras o de clase);

d) acción empleada por la herramienta en su operación, y

e) lo más importante, si la huella tiene valor a los fines identificatorios.

—*Fracturas de metal*

Los exámenes de fracturas tienen por finalidad averiguar si un trozo de metal, de un determinado elemento tal como un pestillo, el ornamento de un automóvil, un cuchillo, un destornillador, etc., proviene o no de la rotura de un elemento dañado, disponible para comparación.

—*Huellas o marcas en madera*

Este examen tiende a averiguar si las marcas dejadas en un espécimen de madera pueden ser asociadas con la herramienta utilizada para cortarlo o dañarlo.

—*Presión/contacto*

Este tipo de exámenes tiene por finalidad determinar si dos objetos cualesquiera estuvieron o no en contacto (uno con otro), ya sea momentáneamente o durante un lapso prolongado.

CAPÍTULO XVII

REVENIDOS

Conforme a su acepción, la palabra *revenir* significa tornar una cosa a su estado propio. Tecnológicamente se denomina *revenido* a la operación metalúrgica consistente en el calentamiento, por debajo de cierta temperatura crítica, de un acero templado, para disminuir las tensiones internas y su fragilidad.

Ahora bien, desde el punto de vista estrictamente pericial criminalístico, es obviamente la primera acepción la que se ha tomado en cuenta, ya que se denomina *revenido* al procedimiento usualmente utilizado para regenerar las marcas seriales eliminadas de diferentes elementos, mediante operaciones físicas y químicas.

Estas operaciones variarán de acuerdo con tres factores:

- la naturaleza o constitución del material sobre el cual se asentaba la marca borrada;
- el sistema empleado originariamente para asentarla;
- el procedimiento o técnica empleados para eliminarla.

Todos los elementos de valor que puedan ser transportados o con movilidad mecánica propia, son susceptibles de ser hurtados o robados, por ejemplo: televisores, videocaseteras, automóviles, relojes, armas, motos, etcétera. Ello hace que los fabricantes les otorguen identidad mediante el empleo de numeraciones, letras y signos, o combinación de ellos, posibilitando su reconocimiento en caso de sustracciones indebidas.

El adquirente legal del objeto podrá entonces demostrar su pertenencia mediante la *marca serial* inserta, además, en la documentación que lo acredite.

El delincuente, lógicamente, conoce tal circunstancia y, en la medida en que el tiempo se lo permita, tratará de eliminar tales marcas, reemplazándolas en muchos casos por otras, o bien adulterando parcialmente las originales.

Infelizmente, no todas las empresas dan al tema la importancia que se merece, y emplean métodos de marcación o individualización muy burdos que dificultan o impiden la identificación del objeto en casos delictivos. Tal es el caso de los aparatos electrónicos, automóviles, etc., que en lugar de llevar grabada la marca serial en el propio cuerpo, la poseen sujeta a éste mediante tornillos o remaches, a través de placas metálicas fácilmente removibles.

Lógicamente, en la actualidad tal técnica no es frecuente y cuando se fabrican objetos en serie, las marcas seriales aparecen en el propio cuerpo en zonas de difícil reemplazo.

En su gran mayoría los objetos que frecuentemente se someten a peritación son de naturaleza metálica; no obstante ello, suele ocurrir que el material sea plástico, cuero, madera, etcétera.

Toda fuerza ejercida sobre un material metálico produce una deformación. Si la misma es de poco valor, una vez que cesa su aplicación, el material recupera su forma original. Estamos hablando de una *deformación elástica*.

Cuando la o las fuerzas ejercidas son de mayor intensidad, el material no recupera su forma primitiva y, en tal caso, estamos en presencia de una *deformación plástica* que origina tensiones residuales. El proceso en cuestión conduce a cambios en las propiedades físicas y químicas de la estructura afectada, provocando a su vez alteraciones en, por ejemplo, la dureza, propiedades magnéticas, resistencia mecánica, conductividad eléctrica, resistencia a la corrosión, etcétera. Esta última propiedad es la que da origen al proceso de revenido químico.

El tratamiento de revenido químico está inspirado en el método conocido como *técnica macrográfica*, que consiste en la observación de una pieza metálica o sección de la misma, debidamente pulida y atacada con un reactivo químico apropiado. La observación de la macroestructura así obtenida brinda información sobre fisuras, rajaduras, soldaduras, cementado, procesos de fabricación, homogeneidad del material, existencia de impurezas, etcétera.

La adopción de esta técnica tiene por fundamento la diferente velocidad de ataque del reactivo químico empleado sobre los diferentes constituyentes metalográficos del elemento tratado, incluyendo

entre ellos a los que han sufrido una alteración de su estructura cristalográfica normal, como consecuencia de la fuerza impuesta al punzón en el acto del grabado del número o signo original. Esta alteración canaliza el estudio para una clara diferenciación cualitativa de las propiedades físicas y químicas de las zonas no afectadas por la acción. En tal sentido, al aplicarse un reactivo químico corrosivo adecuado sobre el sector donde se ha concretado el borrado del número por pulido, limado, etc., el área tensionada por la grabación se disuelve a mayor velocidad que el metal inalterado, lo que produce la regeneración de la inscripción original. Cuanto más drástico haya sido el medio empleado para la marcación original, mayores posibilidades habrá de regenerarla; en caso contrario la posibilidad de un resultado satisfactorio será mínima.

1. MÉTODOS FRECUENTES PARA REALIZAR MARCACIONES SERIALES

a) *Por vaciado.*— Es propia de grandes motores. El molde que va a dar origen a la pieza posee en el lugar adecuado y en bajo relieve, la marca correspondiente, que quedará asentada en sobre relieve en la pieza terminada. Cualquier eliminación de limado, corte, etc., no permitirá su restitución por revenido en virtud de que la estructura cristalográfica no ha sufrido distorsión alguna.

b) *Por pintado.*— Pueden ser removidas fácilmente por medios mecánicos o químicos. En estos casos sólo resulta viable una observación óptica directa y la ayuda de radiaciones de frecuencia apropiadas (rayos X, ultravioleta, convertidor infrarrojo, etcétera).

c) *Por grabado mecánico.*— Son las que normalmente se realizan mediante el empleo de un cincel (anillos, monogramas, dedicatorias, relojes, medallas, etcétera). Si bien la alteración de la estructura es mínima, debe intentarse la restauración por revenido químico.

d) *Por escritura con metal fundido.*— Son marcas generalmente de gran tamaño que se emplean para identificar la fábrica del

objeto marcado y algún otro dato genérico. Aparece aquí una importante modificación de la estructura que permite la restauración por revenido químico.

e) *Por grabado eléctrico.*— Se emplean aquí lápices eléctricos o vibratorios que originan en la superficie metálica puntos o pequeños cráteres por fusión del metal, que dan origen a números y letras. Aquí la técnica aconseja, en caso de erradicación de este tipo de marcaciones, el pulido a espejo de la superficie (lija al agua, grado extra fino) y luego el examen visual y óptico con luz a diferentes ángulos.

f) *Por grabado químico.*— Es poco frecuente y consiste en atacar químicamente la superficie mediante reactivos cuya composición es acorde con dicha superficie. Puede apreciarse esta técnica en dibujos de armas de colección. La erradicación de tal grabado difícilmente pueda ser determinada por revenido químico, ya que la alteración cristalográfica es mínima.

g) *Por estampado en láminas metálicas que se adosan al objeto mediante tornillos o remaches.*— Como ya se dijera, es una forma de marcación precaria. Las chapas se graban (generalmente de aluminio) ya sea en el anverso (bajo relieve) o bien en el reverso (alto relieve), por medio de punzones. En estos casos se debe observar si los guarismos son originales o apócrifos, procediéndose a efectuar revenido en el segundo caso, haciéndose constar si los tornillos o remaches son originales o han sido removidos y/o reemplazados.

h) *Por estampado mediante cuños metálicos aplicados por percusión.*— Los punzones son de acero duro y poseen en su extremo la marca deseada en sobre relieve. El grabado se concreta por golpe fuerte y seco que provoca la introducción del punzón a una profundidad determinada. El número, letra o signo queda así marcado en bajo relieve.

Las grandes empresas poseen para ello equipos o dispositivos

que brindan al estampado características prolijas y constantes (igualdad de profundidad, equidistancia entre números, etc.), detalle que debe ser tenido en cuenta para determinar si la numeración sometida a examen es original o falsa.

Este método de grabado en frío es el que más se utiliza para la marcación de aparatos fabricados en serie, en particular armas y automotores (chasis y motores) y es, además, el que más se presta al revenido químico en caso de supresión ilegal de las marcas seriales por limado, pulido, etcétera.

2. MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA ELIMINACIÓN DE MARCAS SERIALES

a) *Pulido*.— Se producen estrías que siguen direcciones paralelas si se ha usado lima (con pulidora son concéntricas). La parte central de la zona afectada aparece más deprimida que la periférica.

b) *Lijado*.— Aparecen estrías con direcciones aproximadamente paralelas, de escasa profundidad; suele disimularse las con pintura o pavonado.

c) *Punteado eléctrico*.— Está basado en la realización de una serie de concavidades sobre la zona afectada por la marcación, mediante una punta metálica, calentada eléctricamente al rojo. El acabado es burdo y grosero.

d) *Soldadura*.— Se rellenan las marcas con metal fundido.

e) *Corrección por adición*.— Consiste en el agregado de trazos sobre uno o dos números que integran la identificación a fin de transformarlos en otros. Aquí es muy importante el estudio de los dígitos que integran la numeración sospechosa, con auxilio de medios ópticos y lumínicos apropiados.

3. **MÉTODOS DE REVENIDO**

Existen reactivos y métodos de revenido para hierro y acero dulce, acero duro, aluminio, cobre, zinc, plomo, estaño, metales preciosos (plata, platino, oro).

Además del revenido químico, se utilizan otros métodos para regenerar inscripciones erradicadas en superficies metálicas. Algunos de ellos requieren instrumental complejo y costoso; otros no ofrecen la suficiente garantía del control permanente de la marcha del proceso de reaparición de las marcas eliminadas, con el riesgo de la pérdida de la prueba. Ellos son:

- a) método electrolítico;
- b) método electrolítico sin inmersión;
- c) método magnético;
- d) método por cavitación inducida en agua.

4. **REVENIDO DE INSCRIPCIONES EN MATERIALES NO METÁLICOS**

a) *Sobre elementos de material plástico.*— Las resinas plásticas artificiales (comúnmente denominadas materiales plásticos) conforman productos absolutamente amorfos, es decir sin la organización interna de los metales. Este carácter amorfo sugiere que no debería esperarse de los mismos la posibilidad del revenido de marcas seriales limadas. No obstante ello, se puede tratar la zona borrada con un solvente plástico, con lo que se podrá lograr el revenido, ya que la parte del material afectado por el grabado es más resistente a la acción disolvente que el resto. También da buenos resultados el procedimiento físico explicado en el caso de grabado eléctrico, es decir la observación con luz incidente en variadas direcciones.

b) *Sobre madera.*— La madera esta conformada por fibras celulósicas, unidas entre sí por sustancias incrustantes.

Los métodos de grabado sobre objetos de madera normalmente son los siguientes:

—Por corte con un instrumento afilado.

—Por carbonización de las fibras superficiales mediante un molde de hierro calentado al rojo.

—Mediante matrices, a percusión, en forma similar a la marcación de metales.

Ante una maniobra de eliminación por pulido o limado, resulta factible la regeneración de las inscripciones insertas originalmente, dado que con los tres métodos antes mencionados se produce una franca alteración de las fibras vecinas a las directamente afectadas por la acción del instrumento grabador.

c) *Sobre objetos de cuero.*— El revenido sobre artículos de cuero es requerido en casos de delitos contra las personas, identificación de cadáveres, homicidios, en los cuales se hace necesario identificar una marcación de calzado, guantes, tapados de piel y ropas de dicho material. Esos elementos suelen llevar impreso, grabado, pintado, etc., detalles sobre su origen, procedencia y talle, que pueden resultar de gran interés para la investigación y que intencionalmente o por desgaste, no son detectables a simple vista.

En la mayoría de los casos, la marcación de dichos elementos se realiza mediante aplicación de inscripciones coloreadas, con sellos metálicos, lo que implica un presionado más o menos intenso de la superficie. También pueden usarse pinturas al aceite para tapar las inscripciones. En tal caso es útil el empleo inicial del convertidor o la fotografía infrarrojos. Si la tinta utilizada en la marcación original era del tipo carbonoso, es muy probable que este recurso analítico permita la regeneración de la misma, atento la impermeabilidad del carbón a dichos rayos.

La superficie puede tratarse con solventes de sustancias grasas que eliminarán cualquier cubierta de esta naturaleza, aplicada adrede para ocultar una escritura o producida naturalmente por el uso. Luego de ello se debe observar con luz natural y ultravioleta, en busca de la marcación investigada.

De agotarse las instancias físicas se pueden realizar procedimientos químicos, con observación directa permanente de sus efectos.

CAPÍTULO XIX

EXAMEN DE PINTURAS

En innumerables casos, este tipo de evidencia correctamente examinada y evaluada, puede suministrar datos que sirvan, por ejemplo, para demostrar la presencia de un automóvil sospechoso en el lugar en que ocurrió un accidente, para relacionar un robo con un homicidio, o bien para consolidar y sustanciar otros tipos de evidencias en casos diversos.

Durante el curso de distintas investigaciones pueden encontrarse pruebas importantes. Aun una pequeña mancha sobre la ropa o las herramientas de un sospechoso, puede presentar las suficientes características identificatorias que permitan un buen examen o comparación.

1. COMPONENTES

La pintura es un líquido que luego de ser aplicado con pincel, *spray* o rodillo, se endurece por evaporación de disolventes, por oxidación, o por una combinación de éstos, para formar una capa protectora y decorativa. Comúnmente está formada por los siguientes componentes:

- a) *Excipientes*.— Este término incluye aceites, resinas o ele-

mentos plásticos que forman la película que une los pigmentos y se adhiere a la superficie.

b) *Pigmentos y sustancias colorantes.*— La pintura se colorea con pigmentos y/o tinturas que pueden combinarse o ser disueltos con el excipiente. Los pigmentos son finísimas partículas sólidas que dan el color deseado y consistencia a la pintura; pueden incluir sustancias que aumentan el volumen de ellas o mejoran sus propiedades.

c) *Tinturas.*— Son necesarias en todas las pinturas que contienen aceites. Habitualmente son compuestos orgánicos que contienen cobalto, plomo o manganeso. La existencia de uno de estos elementos implica la utilización de un aceite en la preparación.

d) *Disolventes.*— Se emplean para regular la consistencia de la pintura, de tal manera que pueda ser convenientemente aplicada como un líquido. Se evaporan con facilidad y no están presentes en las pinturas acrílicas.

Las pruebas de laboratorio generalmente consistirán en la determinación y el cotejo de las características individuales, tales como color, tipo, textura, disposición y composición. El objeto del examen será, la mayoría de las veces, comparar pequeñas partículas o manchas de pintura de origen desconocido, con una muestra de la que sí se conoce su procedencia.

El propósito podría ser también determinar la marca y el modelo del auto del cual se extrajeron las pruebas, establecer si la pintura es de aquellas que se usan sobre objetos metálicos, cajas de seguridad, etc., o verificar si puede estar asociada con alguna ocupación en especial.

2. PRUEBAS MICROSCÓPICAS

Un examen de comparación comienza con observaciones generales mediante el auxilio de un microscopio con la finalidad de de-

terminar color, textura, estructura y cualquier característica que pudiera servir como punto de referencia. Si la muestra de la que se conoce su procedencia fue tomada de un lugar cercano al área desde donde proviene la de origen desconocido, el microscopio le permitirá al observador no dejarle ninguna duda de que partieron de una superficie en común.

Para observar mejor el color en las tareas de comparación, las pruebas se sumergen en aceite mineral y se miran a través del microscopio. Las partículas pueden superponerse para que las diferencias, si las hubiere, resulten evidentes. La luz que se emplea es variada en intensidad.

El resultado de las pruebas, especialmente en muestras muy pequeñas, dependerá de la habilidad y experiencia del examinador.

El término *textura* incluye características tales como brillo, aspecto granuloso, dureza, formación de ampollas o burbujas, etcétera. Muchas veces las muestras de pintura examinada pueden contener dos o más capas, las que habitualmente serán distinguidas microscópicamente. Al respecto, el examinador observará y registrará la estructura de las capas, anotando el espesor, la posición y textura de cada una de ellas. A menudo se llega a las capas inferiores raspando la pintura o mediante el uso de disolventes, para mejor observación.

Como en el caso ya citado, el propósito de una investigación es determinar la marca y el modelo de un vehículo involucrado en un accidente, contándose para ello solamente con pequeñas partículas de pintura extraídas de las ropas de la víctima. En estos casos es fundamental contar con un archivo o banco de datos apropiado y actualizado, el que, de ser posible, contendrá una colección de paneles suministrados por los fabricantes de automóviles.

3. INSTRUMENTAL

a) *El espectrofotómetro*.— Es un instrumento utilizado para determinar el color y hacer comparaciones.

Muchas pinturas contienen un producto orgánico para colorear, además de un pigmento, o en lugar del mismo. Este producto puede removerse con un disolvente para facilitar el estudio del color. La cantidad de absorción de cada onda es registrada en un dia-

grama, que luego queda como una constante permanente. Los componentes de una determinada pintura pueden establecerse comparando los diagramas de tinturas cuya fórmula química se conoce. Una muestra de pintura sometida a comparación, a menudo es suficiente para un examen espectrofotométrico.

b) *El espectrógrafo*.— Se emplea para analizar variados elementos de composición, entre ellos, la pintura. Una de sus ventajas es que, a veces, basta con una pequeña muestra. Por ende, además de los diversos componentes, algunos rastros de impurezas son las características distintivas de una muestra. Otra de las ventajas es que el espectro resultante de quemar una pequeña partícula entre electrodos de carbón, se registra en una placa fotográfica.

Este instrumento ofrece una apreciable ventaja cuando se estudian mezclas compuestas.

c) *Rayos x*.— Su uso es muy variable e indispensable en los trabajos de laboratorio. Son por demás útiles en la identificación de compuestos cristalinos.

Las pinturas actuales contienen una inmensa variedad de resinas, plásticos y aceites para unir los pigmentos. Éstas son materias orgánicas con fórmulas compuestas y propiedades diversas. La identificación de dichos componentes resulta difícil si la muestra a ser examinada es de cantidad reducida.