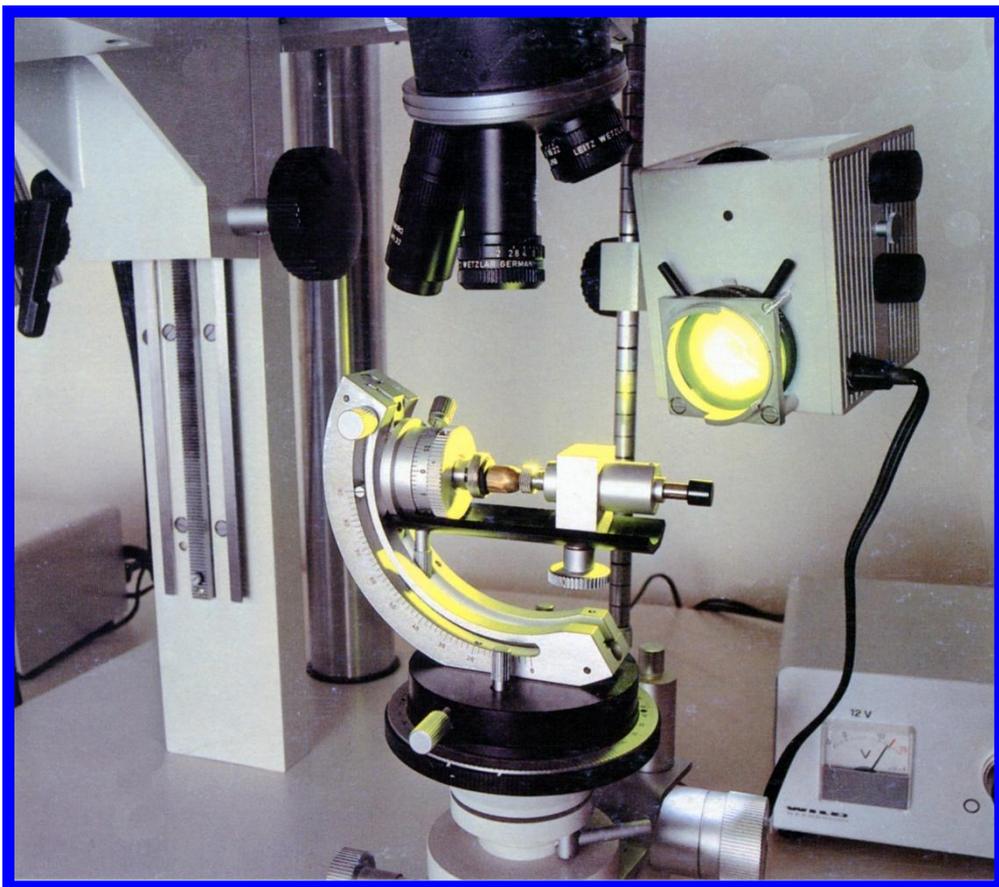


LA COMPARAZIONE FRA PROIETTILI

Alcuni accenni ai problemi d'interpretazione nelle indagini
in campo balistico.

MARCO MORIN



Venezia 2016

LA COMPARAZIONE FRA PROIETTILI

Alcuni accenni ai problemi d'interpretazione nelle indagini in campo balistico.

PREMESSA

Queste note prendono spunto da alcuni fatti di cronaca nera giudiziaria, casi cioè nell'ambito dei quali le comparazioni balistiche hanno avuto un ruolo di primaria importanza. Due di questi, il secondo peraltro in data odierna non ancora definitivamente concluso, sono particolarmente interessanti in quanto documentano l'inadeguata preparazione (anche) in questo delicatissimo settore di gran parte dei laboratori istituzionali di polizia scientifica e di gran parte dei periti liberi professionisti. Il primo è un recente processo per omicidio¹ svoltosi a Reggio Emilia nel corso del quale la consulenza balistica eseguita per la locale Procura dalla Polizia Scientifica (Criminalpol) venne smentita da ben due perizie consecutive ordinate dalla Corte messa in allarme dai consulenti della Difesa, la prima espletata da un ufficiale dei Carabinieri e la seconda da un collegio di tre specialisti.

L'imputato fu assolto e il responsabile del laboratorio balistico della Polizia Scientifica, che si era battuto accanitamente in difesa di una positività inesistente, venne opportunamente² (e finalmente, visto i suoi precedenti fiaschi) trasferito ad altro incarico.

Qui sotto riproduciamo una delle immagini con cui la Polizia Scientifica riteneva di poter provare la colpevolezza dell'imputato che, oltre all'onta dell'incarcerazione, ha dovuto affrontare un processo che senza una più che valida Difesa lo avrebbe potuto portare all'ergastolo, pena ostinatamente chiesta dalla Procura. Chi ringraziare per le ingenti spese sostenute dall'erario (quindi da noi tutti) e dall'imputato?

¹ Proc. Pen. N. 1/13 R.G.C.A. di Reggio Emilia nei confronti di Fontanesi Pietro.

² <http://earmi.it/varie/fontanesi.html>



Discreta immagine, bene a fuoco, ma di positività neanche l'ombra.

Il secondo riguarda un omicidio avvenuto in provincia di Torino: il presunto colpevole fu incastrato da una serie d'indagini che sarebbe riduttivo definire scadenti dimostrando ancora una volta come le investigazioni dirette e coordinate da magistrati impreparati (non per colpa loro) e da loro affidate a persone incompetenti possano rappresentare una ulteriore causa della agghiacciante situazione della giustizia.

Quella che segue è una delle immagini con cui il Perito del GIP ha dimostrato una identità certamente difficilmente condividibile.



Non risulta visibile alcun gruppo di microstrie coincidenti.

Mentre in campo medico anche per una banale operazione di appendicectomia non vorremmo essere operati da un portantino, ma pretendiamo l'opera un chirurgo

possibilmente specializzato nel settore, non si vede perché in circostanze che potrebbero essere fatali – un ergastolo o anche 30 anni di carcere equivalgono alla morte civile – indagini che possono rivelarsi decisive vengano spesso affidate a individui del tutto impreparati e non soggetti ad alcun controllo.

In questa sede non si parlerà della parte tecnica riguardante le comparazioni: esistono ottimi testi da cui è possibile apprendere la teoria, necessaria quanto la successiva lunga pratica che deve essere svolta sotto la guida di un bravo esperto. Fra le opere più utili ricordiamo quella del Burrard³ che, per quanto datata, fornisce informazioni e indicazioni di capitale importanza. Non meno importante risulta il lavoro di Hatcher⁴, anche questo non proprio recente, come quelli di Gunther⁵, Davis⁶ e di Mathhews⁷. Tra i più attuali vanno naturalmente ricordate le opere di Heard⁸ e di Warlow⁹, lavori che, per quanto un po' generici, contengono informazioni interessanti e hanno al loro attivo varie ristampe. Validi sono i libri del Sellier¹⁰, di Kumar¹¹ e di Sinha¹² mentre del tutto inadeguati sono quelli di Walker¹³ e i due di Gallusser¹⁴, questi ultimi pubblicati nella serie *Collection Sciences forensiques* diretta da Pierre Margot dell'Institut de police scientifique de l'Université de Lausanne.

Un discorso a parte merita un recentissimo volume¹⁵ che riunisce una ventina di saggi in parte già pubblicati in una nota enciclopedia di scienze forensi¹⁶. Come gran parte delle opere a più mani questo libro risente dei differenti livelli accademici dei singoli autori: accanto a studi veramente interessanti ne troviamo altri abbastanza banali e, in definitiva, poco utili. Il titolo poi, *Firearm and Toolmark Examination and Identification*, trae in inganno in quanto il testo comprende lavori sulle ferite d'arma da fuoco, sulle impronte di calzature e di piedi nudi, sulle tracce di pneumatici, ecc., argomenti quindi che poco hanno a che fare con i due temi indicati in epigrafe.

Affronteremo sommariamente invece un problema di capitale importanza e cioè la valutazione finale di quanto osservato e fotografato con il microscopio comparatore o con qualsiasi altro strumento adatto allo scopo. Si tratta questa di un'attività delicata che necessiterebbe, fra l'altro, buone conoscenze in vari settori tecnici e scientifici, conoscenza il più delle volte del tutto inesistente.

³ Burrard, G. *The Identification of Firearms and Forensic Ballistics* London 1934.

⁴ Hatcher, J. S. et al. *Firearms Investigation, Identification and Evidence* Harrisburg 1977.

⁵ Gunther, J. D., Gunther, C.O. *The Identification of Firearms* New York 1935.

⁶ Davis, J. E. *An Introduction to Tool Marks, Firearms and the Striagraph* Springfield 1958.

⁷ Mathhews, J. H. *Firearms Identification* 3 vol. Springfield 1973.

⁸ Heard, B. J. *Handbook of Firearms and Ballistics* Chichester 2008.

⁹ Warlow, T.A. *Firearms, the Law and Forensic Ballistics* London 1996.

¹⁰ Sellier, K. *Schusswaffen und Schusswirkungen* 2 vol. Lubeck 1969 e 1977.

¹¹ Kumar, K *Forensic Ballistics in Criminal Justice* Lucknow, 1987.

¹² Sinha, J.K. *Forensic Investigation of Unusual Firearms* Boca Raton 2015

¹³ Walker, R.E. *Cartridges and Firearms Identification* Boca Raton 2013.

¹⁴ Gallusser, A. et al. *Expertise Des Armes a Feu* Lausanne 2002.

Gallusser, A. et al. *Traces d'Armes a Feu* Lausanne 2014.

¹⁵ Houck, M.M. (a cura di) *Firearm and Toolmark Examination and Identification* London 2016.

¹⁶ Siegel, J.A. (a cura di) *Encyclopedia of Forensic Science* London 2013.

E' universalmente noto come tutte le scienze siano, come del resto è naturale, in costante e continua evoluzione. A titolo d'esempio, per quanto riguarda la fisica, accenniamo alla composizione elementare della materia.

Nella seconda metà del XIX secolo si dava per certo che l'atomo era formato da un certo numero di particelle elementari: protoni, elettroni e neutroni. Con il passar del tempo a queste tre particelle ne vennero aggiunte altre: si stabilì, ad esempio, che protoni e neutroni sono particelle composte contenenti ciascuna tre quark del tipo "up" e "down" e che si possono convertire a vicenda grazie all'azione del "neutrino e". Nella materia cosmica vennero poi individuati i muoni, provenienti dal decadimento di altre particelle a vita breve (pioni, kaoni, bosoni, ecc. composti da quark "up", "down" e "strange") e il "neutrino μ ". Per ogni particella fondamentale della materia si è trovato esistere poi una controparte, "l'antiparticella" con carica opposta.

In poche parole la fisica atomica ha nel tempo subito una evoluzione straordinaria che è tuttora in corso: evoluzioni analoghe più o meno marcate hanno avuto, e stanno avendo, tutte le altre scienze umane, dalla medicina alla meteorologia, dalla chimica organica all'astronomia. E queste evoluzioni scientifiche hanno avuto, e stanno avendo, una notevole influenza anche sulla tecnologia (anche se talvolta è la tecnologia che influisce sulla scienza).

Questa breve premessa, di carattere generale, risulta indispensabile per comprendere quanto verrà più avanti esposto in relazione al problema delle comparazioni balistiche.

La metodica di comparazione dei reperti balistici che utilizza l'impiego di apposito microscopio a due obbiettivi paralleli è nata negli anni 20 del secolo scorso e, per molti decenni, venne applicata senza problemi ed accettata senza troppi scetticismi. E questo anche se talvolta vi furono degli episodi, celebre quello avvenuto in Inghilterra e denominato "del dottore cipriota"¹⁷, che smentirono l'infallibilità delle comparazioni e che



Il caso del dottore cipriota: questa comparazione, ottenuta per sovrapposizione fotografica e apparentemente positiva, venne smentita da un particolare sfuggito all'inizio e cioè che il proiettile corpo di reato presentava un numero di rigature diverso da quello dell'arma dell'indagato.

¹⁷ Burrard, G. op.cit.; Hasting, M. *The Other Mr Churchill* London, 1963.

avrebbero dovuto suonare come segnale d'allarme per tutti gli esperti.

Ed infine ringrazio gli amici e colleghi (si parva licet componere magnis) prof. Domenico Compagnini, dott. Felice Nunziata e dott. Claudio Gentile per il prezioso aiuto fornitomi.

Vediamo ora i principi che hanno regolato le indagini comparative balistiche.

LE INDAGINI CRIMINALISTICHE

Non vi è dubbio che l'indagine comparativa, elemento fondamentale di quasi tutte le indagini criminalistiche, può rientrare nella ben più vasta categoria delle *leggi fisiche*, le formulazioni cioè più o meno limitate della correlazione causale tra eventi fisici.

A parte gli altri requisiti, la *legge fisica* ha bisogno di un controllo, perché possa dirsi una vera legge, e non, per esempio, una regola empirica o un'ipotesi. Questo controllo viene fornito prima di tutto dal *metodo sperimentale*, cioè deve essere basato su osservazioni controllate da cui siano eliminati il più possibile gli errori sistematici.

Un metodo scientifico è il complesso di operazioni logiche e di osservazioni d'altro genere necessarie per arrivare alla formulazione di una legge scientifica. Come dato di fatto chi studia un qualsiasi fenomeno ha a sua disposizione tre tipi di vie da percorrere: 1) l'intuizione, 2) la sensazione, 3) la logica.

Ci può essere, nel *metodo scientifico*, una parte in cui lavora ciascuno di questi tre tipi. Il fondamentale, trattandosi della natura fenomenica, è la sensazione o *empiria* che fornisce dei fatti e delle successioni di fatti nel tempo e nello spazio. Un catalogo di fatti però, per quanto vasto esso sia non è ancora scienza, ma è per lo più classificazione o nomenclatura. Il lato scientifico comincia ad esistere quando ci chiediamo il perché di questi fatti e di queste successioni. Quindi la pura e semplice empiria costituisce un metodo necessario ma non sufficiente per costruire la scienza.

Nel nostro caso anche la parte che riguarda l'empiria non appare soddisfatta la condizione principale e cioè la sufficiente ampiezza dei dati raccolti. L'esame **di pochi elementi** non permette di ottenere una base sufficiente per giungere a una conclusione scientificamente valida. A questo proposito ricordiamo ancora che il metodo scientifico è l'impiego sistematico della sperimentazione per provare o negare una ipotesi o una idea basata su osservazioni precedenti. Francis Bacon (1562-1626) indicò che la conoscenza veniva ottenuta solo per via induttiva - la completa raccolta di dati empirici elaborati rigorosamente e in modo logico fino ad ottenere una singola, essenziale conclusione. Si può discutere, ed è stato discusso, sulla unicità operativa della via induttiva ma certamente, per raggiungere una qualsiasi certezza scientifica, resta necessaria una raccolta di dati il più possibile completa e numerosa.

“Lo studio della scienza viene fatto da esseri umani che non sono esenti dal commettere errori causati da sbagli grossolani, pregiudizio personale o, addirittura, imbroglio” afferma Robert M. Hazen¹⁸.

L'unico rimedio è quello di prendere ogni possibile precauzione. La scienza legittima fa questo in molti modi. Le ipotesi vengono sperimentate innumerevoli volte per controllare se i risultati rimangono coerenti. Le ricerche sono soggette a *“peer review”* e generalmente riprovate da altri scienziati. E, in quasi ogni caso, si ricorre all'uso delle scienze matematiche, alla statistica in particolare. Negli esperimenti gli scienziati si attendono la coerenza dei risultati, non la loro perfetta identità. Si prevede infatti che i risultati varino per svariati fattori - piccoli o grandi, conosciuti o sconosciuti - che non possono essere completamente tenuti sotto controllo.

Il metodo scientifico cerca di minimizzare l'effetto di eventuali pregiudizi che lo scienziato può avere per quanto riguarda il risultato di un particolare esperimento. Questo avviene quando nello sperimentare una ipotesi o una teoria lo scienziato abbia una personale preferenza per un risultato piuttosto che per un altro; è essenziale che questa preferenza non provochi prevenzione nei confronti dei risultati e della loro interpretazione.

LE COMPARAZIONI BALISTICHE: ALCUNI PROBLEMI INTERPRETATIVI E LA DISFATTA DELL'EMPIRIA.

In genere l'esperto balistico preparato ritiene di poter giungere a conclusioni corrette grazie all'esperienza maturata e alle cognizioni specifiche possedute. Evidentemente sussiste un certo deficit scientifico e così esiste realmente, per quanto non incondizionata, una possibilità di errore e questa possibilità non può essere trascurata.

Ci sono delle situazioni certe su cui, almeno nel mondo naturale, non è possibile proporre dubbi. Ad esempio una persona decapitata è certamente morta e nessuno, sano di mente, si sognerebbe di contestare tale realtà. Ma molte altre certezze, ritenute tali *“secondo le attuali cognizioni”*, lasciano in realtà spazio a più di un dubbio.

Nel settore che stiamo trattando ci si deve chiedere: esiste un parametro scientificamente accettabile che ci permetta di fornire una risposta assolutamente certa di positività nella comparazione di reperti balistici ?

Per cercare di dare una risposta esaminiamo a titolo di esempio il caso delle impronte digitali. Secondo gli esperti di varie nazioni l'identità di due impronte viene dimostrata con la coincidenza di un numero di punti caratteristici che varia da otto in su. La legge spagnola prevede una coincidenza di 10-12 punti, quella

¹⁸ Hazen, R.M. and J.S. Trefil *The Sciences: An Integrated Approach*. 3rd edition. New York 2000.

svizzera di 12-14, quella austriaca di almeno 12, quella inglese di almeno 16, quella francese, come quella italiana, di almeno 17.

Dunque, per la dichiarazione di identità di impronte digitali esistono dei limiti, scientifici e legislativi, vari ma definiti.

Anche in questo caso rimane però una notevole incertezza: due impronte dichiarate identiche in Spagna sulla base della coincidenza di 10 punti caratteristici, non lo sono più in Svizzera, Austria, Gran Bretagna, ecc.-

In queste condizioni come è possibile accettare serenamente il verdetto di identità spagnolo?

Esaminiamo il problema da un diverso punto di vista. Consideriamo l'identificazione di frammenti di un materiale qualsiasi.

Sia y una misura effettuata su del materiale di origine sconosciuta, che chiameremo "traccia", e sia x la stessa misura effettuata su materiale di origine nota, materiale che chiameremo "controllo". Il problema è: la "traccia" proviene dalla stessa origine del "controllo" ? Il primo passo per questa analisi è di stabilire quella che in statistica viene chiamata "ipotesi nulla": nel nostro caso ipotizziamo che i materiali abbiano la medesima origine. Sulla base di questa ipotesi può essere stabilita la distribuzione statistica di $(y-x)$ e la probabilità che questa differenza superi un predeterminato valore di soglia. Se, ad esempio, scegliamo un valore di soglia tale che la probabilità che $|y-x|$ lo superi sia 0.05, allora quel valore di soglia forma la base di un test: il test viene superato se $|y-x|$ è inferiore al valore di soglia mentre è negativo se il valore viene superato.

Se noi adottiamo questo metodo, allora abbiamo la consapevolezza che, nel 5% dei casi nei quali "traccia" e "controllo" in realtà provengono dalla stessa origine, il test proverà il contrario.

Se il test risulta in una non-corrispondenza si ha allora la fine della comparazione, un "caso negativo"; ma se risulta una corrispondenza, questo non significa necessariamente che i due campioni hanno la medesima origine. La prova in favore di questa possibilità dipende da quanto raro o quanto comune è il materiale che possiede le proprietà esaminate nella pertinente "popolazione" di fonti di tale materiale. Così la seconda parte dell'interpretazione richiede un riferimento a un "campione" di qualche tipo della "popolazione" per poter stimare la probabilità di una positività coincidentale. Minore è la probabilità coincidentale, maggiore è il valore probatorio comparazione.

Questo approccio "coincidentale" trova molto spazio nei Tribunali ma la sua logica è incompleta e conduce a una classica dicotomia tra accusa e difesa.

Il concetto viene agevolmente illustrato dal caso di una macchia di sangue, lasciata sul luogo del delitto, che corrisponde al gruppo sanguigno dell'imputato. Chiamiamo questo ipotetico gruppo X_1 e supponiamo che l'1% della popolazione abbia il sangue di questo gruppo.

Il classico ragionamento dell'accusa è il seguente. Considerando che il 99% della popolazione totale ha un gruppo sanguigno diverso da quello trovato, la probabilità

che un'altra persona abbia lasciato la macchia è 0.01. Di conseguenza possiamo essere sicuri al 99% che la macchia è da attribuirsi all'imputato.

Il ragionamento della difesa sarà il seguente. Nella nazione interessata (più di 50 milioni di abitanti) vi devono essere più di 500.000 persone (1%) con sangue del gruppo X₁ e pertanto la probabilità che la macchia possa venire dall'imputato è di 1 su 1/2 milione.

Naturalmente nessuno dei due ragionamenti è esatto in quanto questo genere di problemi, se devono essere affrontati da un punto di vista statistico e probabilistico, necessitano dell'uso del fattore di verosimiglianza postulato dalle teorie Bayesiane. Ed è quello che infatti avviene nelle nazioni nelle quali le scienze forensi sono particolarmente avanzate sia a livello dei laboratori istituzionali di polizia scientifica, sia a livello degli scienziati indipendenti.

Quanto sopra è solo un brevissimo accenno alle difficoltà che vengono incontrate quando si tratta di stabilire la congruità di comparazioni in ambito criminalistico¹⁹. Si tratta di un argomento di straordinaria importanza innanzitutto da un punto di vista etico: una comparazione errata può portare a condanne ingiuste con discapito della giustizia e sventura per l'imputato innocente.

Come è agevole intendere il problema che abbiamo brevemente tratteggiato interessa praticamente tutti gli aspetti delle scienze investigative e, quindi, anche la balistica.

Con il passare del tempo gli esperti del settore iniziarono a porsi un problema preciso: quando era lecito indicare come positiva la comparazione fra due reperti balistici o fra un reperto balistico e un particolare test ?

Nel 1957 Alfred A. Biasotti presentò al nono convegno annuale della American Academy of Forensic Sciences un suo studio intitolato **A Statistical Study of the Individual Characteristics of Fired Bullets** (Uno studio statistico sulle caratteristiche individuali dei proiettili sparati), pubblicato poi nel Gennaio 1959 sul *Journal of Forensic Sciences*.

Per questo studio l'Autore utilizzò due gruppi di revolver Smith & Wesson calibro .38 Special, uno formato da 16 armi usate e uno formato da 8 armi nuove. Come viene spiegato a pag. 37 il termine "linea" è stato usato come sinonimo di stria: uno scavo rettilineo cioè presente sul proiettile e causato per incisione da irregolarità individuali o caratteristiche della canna.

Una delle osservazioni più interessanti fatte dallo studioso statunitense è stata quella riportata a pag. 37 ss. e cioè:

"...si potrà notare che la corrispondenza (identità) media percentuale per proiettili sparati dalla stessa arma varia dal 36 al 38% per proiettili di piombo nudo e da 21 a 24% per proiettili incamiciati. Per proiettili sparati da armi differenti (non tabulati) sono state frequentemente trovate dal 15 al 20% di strie corrispondenti. Parlando comparativamente questi dati indicano che anche in condizioni ideali la corrispondenza percentuale media

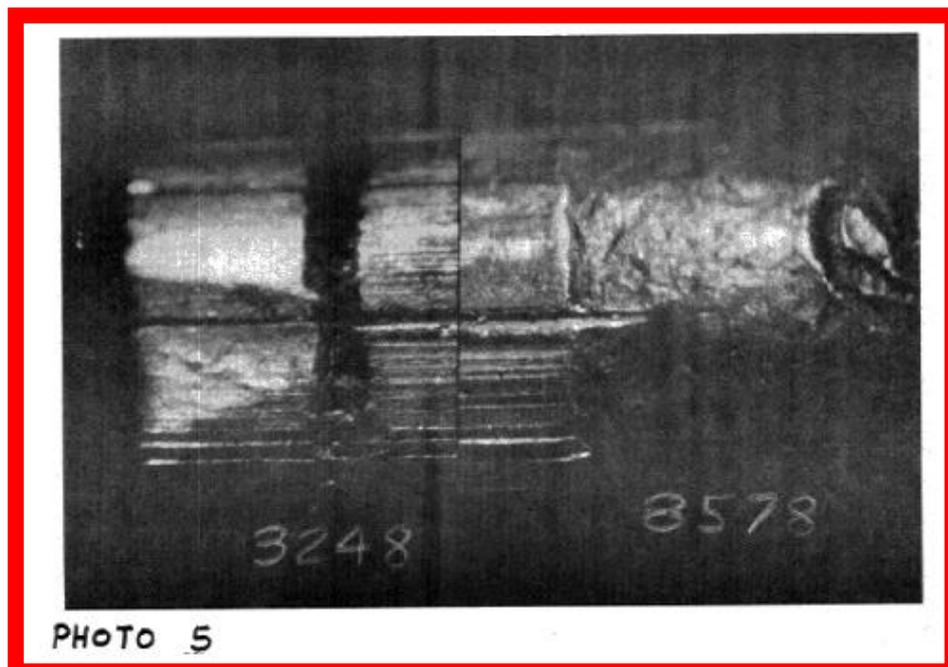
¹⁹ Vanderkolk, J.R. *Forensic Comparative Science* Burlington 2009.

per proiettili sparati dalla medesima arma è bassa e che la corrispondenza percentuale media per proiettili sparati da armi diverse è alta, la qual cosa dovrebbe illustrare il limitato valore della percentuale di strie corrispondenti senza tener conto della loro successione."

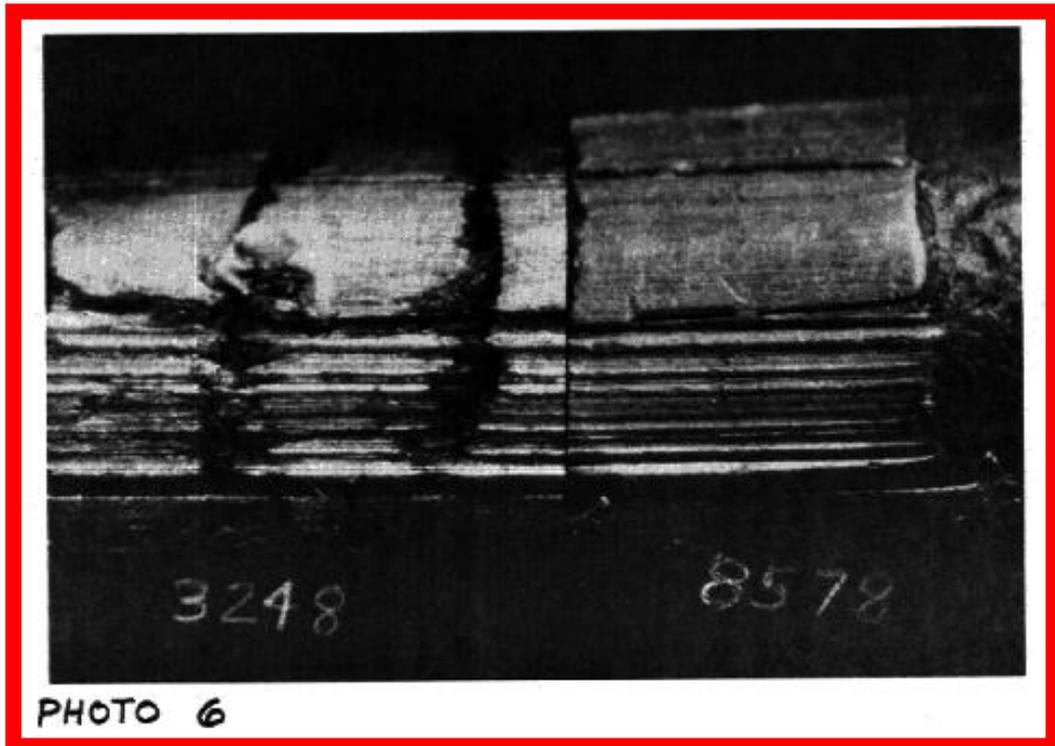
Questo fondamentale concetto viene ampliato a pag. 44 dove possiamo leggere:

"Dal momento che mai due oggetti sono assolutamente identici, una identità realizzabile o pratica deve basarsi sulla presenza di un numero sufficientemente alto di corrispondenti caratteristiche individuali aventi una molto bassa probabilità di prendere origine casualmente, e perciò deve essere il risultato di una comune causa. Dovrebbe essere ovvio che la consecutività, cioè la riunione in gruppo di un certo numero di caratteristiche individuali, è la vera e propria base di tutte le identità. Quando caratteristiche individuali sono raggruppate o messe in relazione dal criterio di consecutività, che è un mezzo semplificato di esprimere la corrispondenza di un contorno, l'evento casuale di anche un piccolo numero di strie consecutive corrispondenti (ad es. più di 3 o 4) è ad ogni fine pratico impossibile eccetto quale risultato del medesimo agente, cioè della medesima arma."

Nel 1977 Lomoro²⁰ pubblicò alcune immagini di comparazioni fra proiettili sparati da revolver diversi dello stesso modello, immagini che potrebbero indurre un convinzione di perfetta identità di origine. Ne riproduciamo due precisando che si tratta di fotografie ricavate da fotocopia e che pertanto non hanno certamente la nitidezza di quelle originali.



²⁰ Lomoro, V.J. F.I.E. Titanic up-date AFTE Journal Vol. 9 - 2



Altri studiosi quali Brooker (Examination of the Badly Damaged Bullet in: *Journal of the Forensic Science Society* **20** 153-162), Uchiyama (A Criterion for Land Mark Identification in: *AFTE Journal* **20** 3 236-251) e Gardner (Computer Identification of Bullets in: *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* **8** 69-76) hanno in seguito studiato e approfondito il problema, soprattutto da un punto di vista statistico. I risultati di queste ricerche sono stati compendati nella fondamentale opera di C.G.G. Aitken e D.A. Stoney²¹. A pag. 168 leggiamo una frase che rappresenta la sintesi del problema delle comparazioni positive da un punto di vista pratico:

*"Se i modelli di strie (in questo caso il termine *pattern* corrisponde ovviamente al concetto di gruppo di strie) sulle superfici di due proiettili coincidono, allora il perito balistico conclude che la medesima arma ha sparato entrambi i proiettili."*

Ma il problema non è ancora risolto: dimostrato che un determinato proiettile corpo di reato presenta elementi identificativi comparabili, asseritamente in modo positivo, con quelli di un proiettile test sparato da una determinata arma, sarebbe ora necessario dimostrare che nessuna altra arma, verosimilmente del medesimo tipo, può aver originato il proiettile corpo di reato. **Solo così si avrebbe un risultato scientificamente accettabile.**

²¹ Aitken C.G.G. e Stoney D.A.²¹ *The Use of Statistics in Forensic Science* - New York, 1991.

Giunti a questo punto è doveroso ricordare un presupposto fondamentale nel settore delle indagini comparative e cioè che nel caso di una positività questa deve essere comprovata da fotografie che non possano lasciare alcun dubbio. Uno dei padri nobili di questa scienza, Sir Gerald Burrard, già nel lontano 1934 scriveva²²

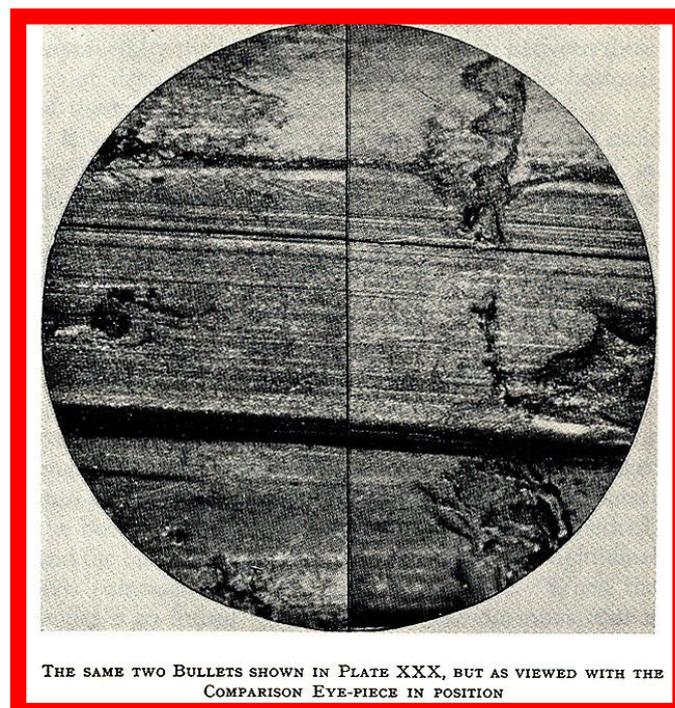
THE IDENTIFICATION OF FIREARMS 155

the combination of a really experienced investigator and a powerful pocket lens is far more likely to achieve correct results, even in the case of bullets, than the combination of the most costly forensic microscope and untrained observer. And this is a truth which cannot be too widely known. **If, therefore, the evidence is unsupported by photographs which tell clearly their own story, that evidence should be regarded with suspicion.**

La parte evidenziata recita, tradotta in italiano:

Se la prova non è supportata da fotografie che dimostrino chiaramente quanto sostenuto, allora la prova deve essere valutata con sospetto.

E in questo testo, che risale a ottantadue anni or sono, possiamo trovare immagini di comparazione del genere seguente



²² Burrard, G. *The Identification of Firearms and Forensic Ballistics* London 1934.

immagine che non lascia dubbi sulla certezza di positività.

L'incertezza che caratterizza le comparazioni, problema che interessa qualsiasi settore scientifico, viene affrontata in uno studio di Franco Taroni, Christophe Champod e Antonio Fojadelli (quest'ultimo già Procuratore Capo della Repubblica presso il Tribunale di Treviso), pubblicato su *Giustizia Penale* (*La Giustizia Penale* 52, pp. 115-124, 1997). In questo studio, intitolato *Elementi di valutazione della prova tecnica in sede processuale*, a pag. 3 dell'estratto possiamo leggere:

“Tuttavia, la prova scientifica non deve in alcun caso essere percepita come un mezzo infallibile od assoluto; a tale proposito Bischoff²³ osservava:

<[...] elles [ces méthodes] ne sont certainement pas exemptes de causes d'erreur et ne sauraient prétendre à l'infalibilité complète. La science est en continuelle évolution, les théories que l'on croit définitives se voient remplacées par d'autres, plus vite parfois qu'on l'aurait cru possible...>

In italiano abbiamo:

<[...] essi (questi metodi) non sono certamente privi di cause di errore e non è possibile pretenderne l'infalibilità completa. La scienza è in continua evoluzione, le teorie che si credevano definitive si vedono sostituire da altre, più velocemente talvolta di quanto si potesse credere possibile...>

Appare anche opportuno ricordare come i processi di fabbricazione delle armi, processi che oggi comportano la lappatura dell'anima prima delle operazioni di rigatura e l'impiego di tecniche raffinate e ripetitive per la realizzazione delle singole parti, rendono le comparazioni balistiche sempre più laboriose e talvolta di non certa interpretazione. Ma anche in passato, quando le impronte di rigatura erano molto più ricche di elementi caratterizzanti, gli errori di interpretazione erano sempre possibili.

Grossi problemi sono sorti, ad esempio, con le canne prodotte per martellatura. Con questo sistema nel tubo-canna trapanato e lisciato viene introdotto un apposito stampo (denominato “*spina di martellatura*”: viene realizzato in widia che è una lega durissima ottenuta comprimendo ad elevatissima pressione polvere di carburo di tungsteno, cobalto, nichel e particolari leganti) riprodotto all'inverso l'anima della canna completa di rigature e di camera di cartuccia. Con una potente azione esterna di martellatura il tubo-canna viene plasmato intorno alla “*spina di martellatura*”: in questo modo si ha

²³ Prof. Marc Bishoff, criminalista svizzero che nel 1929, insieme a Edmond Locard e altri, fondò a Losanna l'Accademia Internazionale di Criminalistica.

nell'anima la formazione speculare delle caratteristiche della "spina" stessa. E' stato riscontrato che canne prodotte successivamente con questo sistema risultano praticamente identiche. E' pertanto risultato estremamente difficile, e talvolta addirittura impossibile, distinguere i proiettili sparati da queste canne. La consistenza di questo problema è chiaramente dimostrata dal seguente episodio .

Il Dipartimento di Polizia della città di New York (NYCPD) alcuni anni or sono ha adottato quale arma corta di ordinanza la pistola semiautomatica austriaca Glock. Detto Dipartimento ha richiesto esplicitamente che le canne delle pistole ad esso destinate non fossero rigate per martellatura -come di norma- proprio per poter distinguere con sicurezza l'origine dei proiettili nel caso di sparatorie coinvolgenti più dipendenti armati del medesimo modello di arma.

A titolo di esempio delle difficoltà interpretative che si possono incontrare riproduciamo dallo studio *Sub Class Characteristics of Sequentially Rifled 38 Special S&W Revolvers* di Frederic A. Tulleners and James S. Hamiel²⁴ le fotografie di comparazione fra proiettili sparati da canne prodotte in serie, fotografie che qui sotto riproduciamo. Si tratta di un caso eclatante: appare chiaro come delle comparazioni che appaiono **assolutamente positive** in realtà interessano proiettili fuoriusciti da canne diverse. Questo fenomeno di apparente piena positività è stato osservato varie volte anche con proiettili e bossoli sparati da armi di marca diversa.

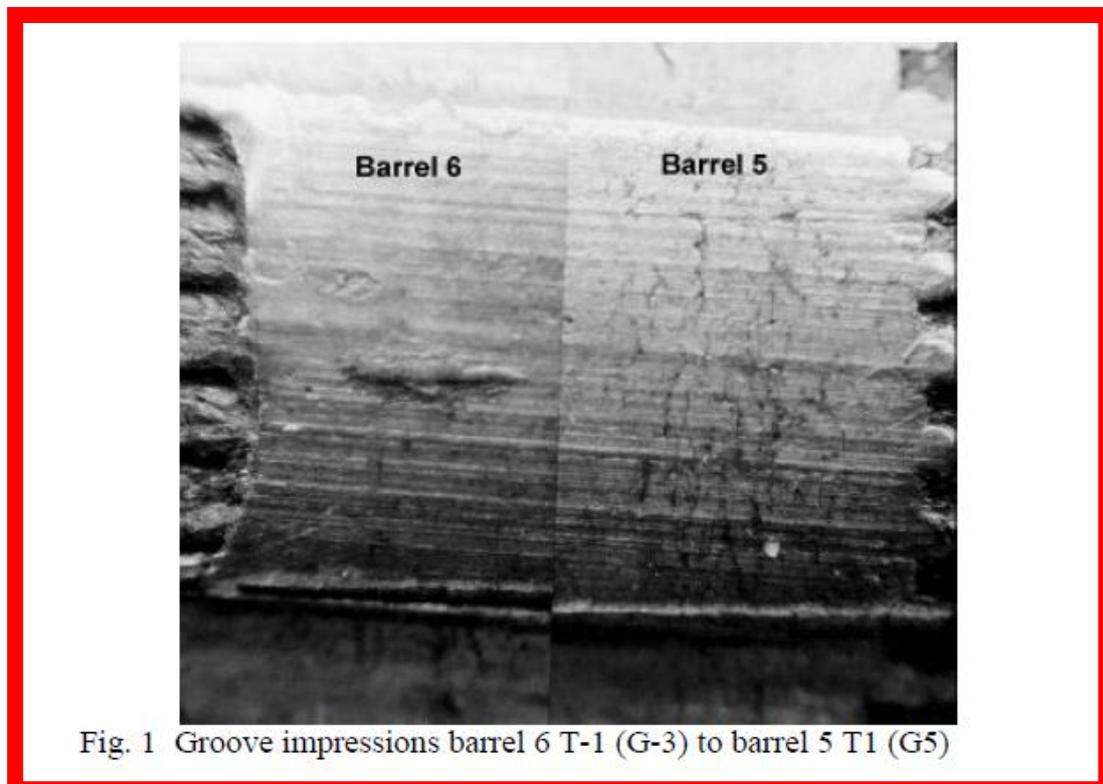


Fig. 1 Groove impressions barrel 6 T-1 (G-3) to barrel 5 T1 (G5)

²⁴ Tulleners, F. and M. Giusto Sub Class Characteristics of Sequentially Rifled 38 Special S&W Revolvers *AFTE Journal* 1999, 31 (2)



Fig.2 Groove impressions barrel 4 T-2 (G-4) to barrel 5 T-1 (G-5)

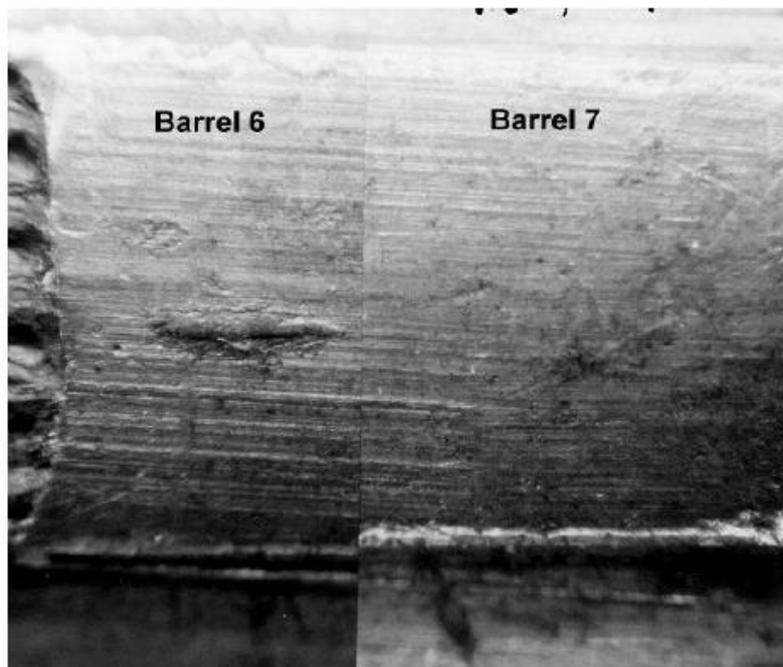


Fig. 3 Groove impressions barrel 6 T-2 (G-3) to barrel 7 T-1 (G-1)

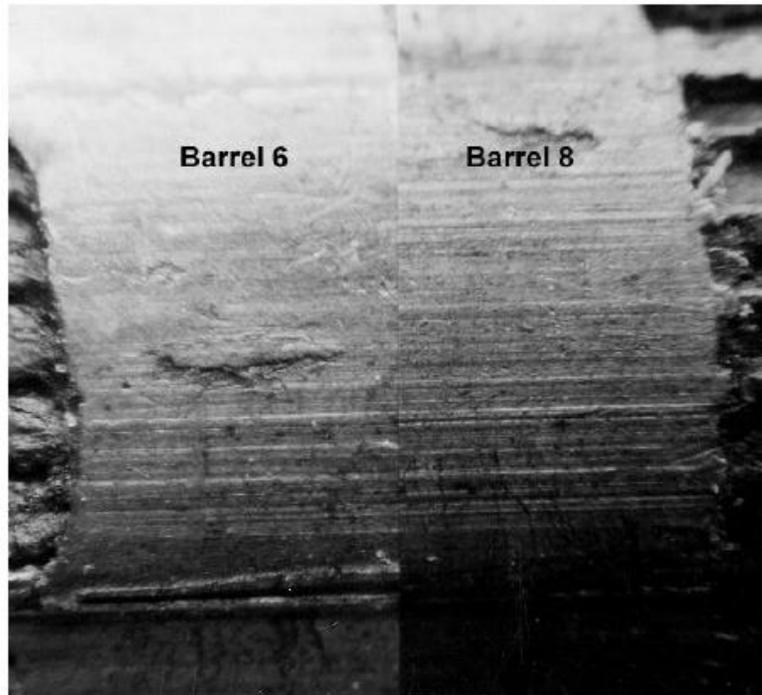


Fig. 4 Groove impressions barrel 6 T-2 (G-3) to barrel 8 T-1 (G-3)

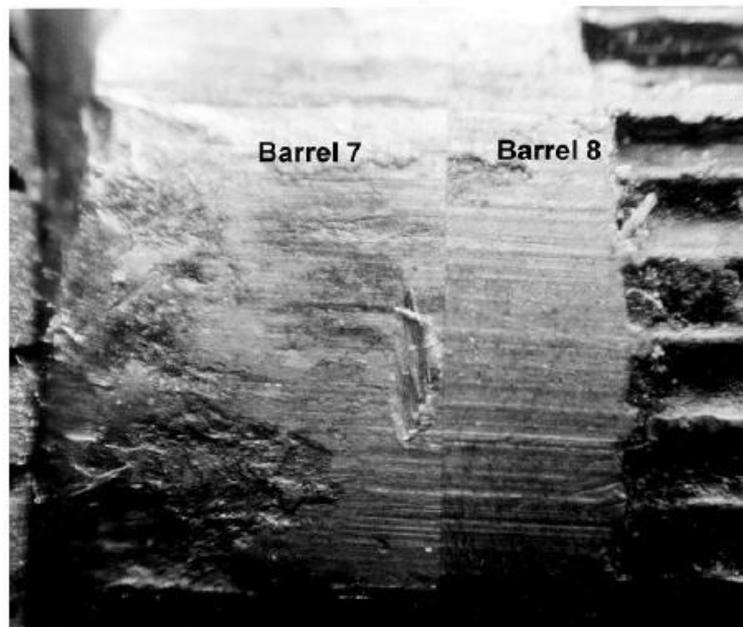
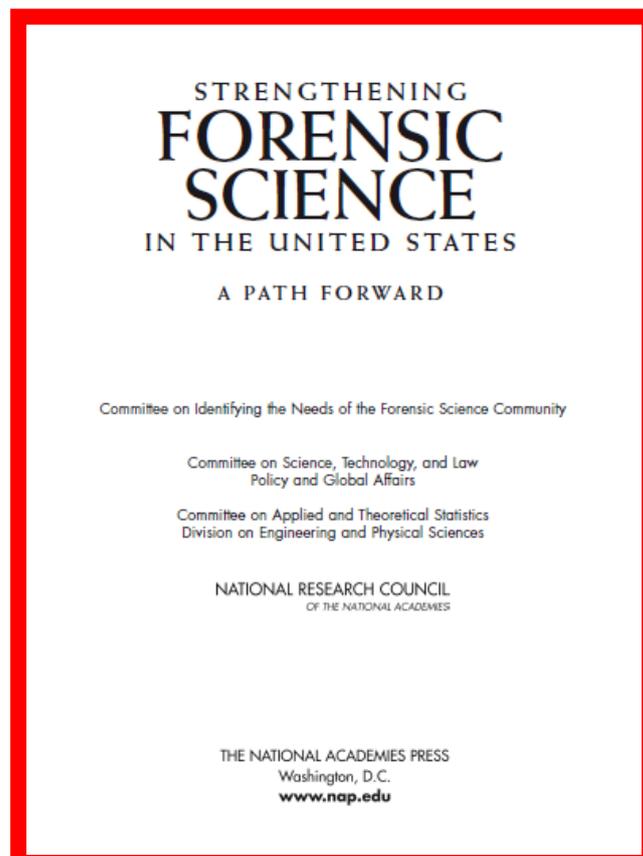


Fig. 5 Groove impressions barrel 7 T-1 (G-1) to barrel 8 T-1 (G-3)

Il problema era noto da tempo ma non era stato molto attenzionato in quanto i metodi utilizzati nel passato per rigare davano canne con caratteristiche abbastanza differenziate. Con l'adozione della brocciatura e della martellatura le cose cambiarono: il lavoro di comparazione diventò più difficile e le possibilità di errori aumentò sensibilmente. Quanto sopra riportato deve far comprendere con quanta cautela deve operare chi esegue comparazioni di reperti balistici e quale ruolo decisivo, se correttamente utilizzata, può giocare la statistica bayesiana²⁵ per raggiungere un verdetto di positività. Verdetto che però non potrà mai essere assoluto.

I NUOVI ORIENTAMENTI SCIENTIFICI

Negli Stati Uniti è stato sono stati recentemente pubblicati²⁶ i risultati di una approfondita ricerca sui problemi legati alle scienze forensi, ricerca svolta per conto del National Research Council (Consiglio Nazionale per la ricerca) da parte di una apposita commissione composta da eminenti scienziati e magistrati. Dopo un meticoloso studio delle tematiche generali troviamo i capitoli nei quali vengono analizzati i problemi che presentano le singole discipline criminalistiche e le valutazioni di attendibilità dei relativi risultati.



²⁵ Taroni, F. et al. *Bayesian Networks and Probabilistic Inference in Forensic Science* Chichester 2006.

²⁶ *Strengthening Forensic Science in the United States* Washington, 2009

Nella sezione **TOOLMARK AND FIREARMS IDENTIFICATION** (i toolmarks sono le impronte di contatto lasciate da un attrezzo su qualsivoglia superficie: le comparazioni balistiche – firearms identification- non sono che un caso particolare di toolmarks identification), dopo una presentazione generale della materia, viene discussa l'attendibilità scientifica di questo genere di indagine.

Come conclusione del 5° capitolo, a pagina 154, troviamo quanto segue:

Summary Assessment

Toolmark and firearms analysis suffers from the same limitations discussed above for impression evidence. Because not enough is known about the variabilities among individual tools and guns, we are not able to specify how many points of similarity are necessary for a given level of confidence in the result. Sufficient studies have not been done to understand the reliability and repeatability of the methods. The committee agrees that class characteristics are helpful in narrowing the pool of tools that may have left a distinctive mark. Individual patterns from manufacture or from wear might, in some cases, be distinctive enough to suggest one particular source, but additional studies should be performed to make the process of individualization more precise and repeatable.

Tradotto in italiano si ha:

Valutazione consuntiva

Le analisi relative ai "toolmark" e alle armi da fuoco soffrono le medesime limitazioni sopra discusse per quanto riguarda le impronte di marcatura. Poiché non si conoscono abbastanza le variabilità possibili fra attrezzi e armi da fuoco individuali, non siamo in grado di specificare quanti punti di similarità sono necessari per ottenere un prestabilito livello di sicurezza nel risultato. Non sono stati effettuati ancora sufficienti studi per comprendere l'attendibilità e ripetitività dei metodi.

Il comitato concorda sul fatto che le caratteristiche di classe sono di aiuto per restringere il gruppo di attrezzi che possono aver causato una particolare impronta. Modelli individuali dovuti alla fabbricazione o all'usura possono, in alcuni casi, essere abbastanza caratteristici da suggerire una particolare origine, ma dovranno essere eseguiti ulteriori studi per rendere il processo di individuazione più preciso e ripetibile.

Il lavoro svolto dal National Research Council sarebbe impensabile in Italia, dove solo pochi hanno il coraggio e le conoscenze per mettere in dubbio le reali capacità dei vari RIS e Polizia Scientifica, enti privi di qualsiasi **specifica** certificazione internazionale di funzione e di sistemi interni di controllo qualità. Per non parlare poi della gran parte dei “periti” ed “esperti” vari utilizzati dalla magistratura e dall’avvocatura, aspetto questo sul quale è opportuno stendere un pietoso velo di oblio.

L’argomento “prova scientifica” è stato trattato anche in Italia ma, a quanto ne sappiamo, solo da un punto di vista strettamente giuridico²⁷

Negli Stati Uniti il problema dell’attendibilità delle così dette “prove scientifiche” è stato, negli ultimi decenni, oggetto di grande attenzione e di studio. Le cause di questo interesse sono molteplici: fra le principali il fatto che in molti stati vige la pena di morte e che pertanto una indagine scientifica errata può avere conseguenze tragiche (**a questo proposito dobbiamo però ricordare come una condanna all’ergastolo o a 30 anni di carcere può essere, per chi la subisce ingiustamente e per la sua famiglia, altrettanto tragica**). Un'altra ragione è data dal fatto che in Italia, in presenza di indagini palesemente errate, sia la magistratura sia l’ente da cui dipende il laboratorio o la persona responsabile dello sbaglio non aprono gli opportune approfondite controlli delle investigazioni scientifiche svolte nel tempo da chi ha errato permettendo quindi a incompetenti il proseguimento di tale infausta attività. La stessa cosa non avviene in Inghilterra, nazione che peraltro possedeva fino a qualche anno fa la migliore organizzazione al mondo di polizia scientifica e in nessuna altra nazione civile.

In Italia non si verifica nulla del genere in quanto vige l’errata e insensata convinzione che, se una persona ricopre in ambito pubblico una determinata carica, essa certamente conosce al meglio il ramo in cui opera. Nessuna opinione potrebbe essere più errata, soprattutto nel settore della criminalistica. Insieme a pochi individui che, per buona volontà e passione per la materia che trattano, riescono a raggiungere un ottimo livello professionale, troviamo una maggioranza priva di formazione – questo non tanto per colpa loro ma in quanto nel nostro paese non esistono seri corsi di insegnamento – che diventano scienziati *ope legis*. Molti ricorderanno l’uccisione avvenuta a Roma della studentessa Marta Russo, caso nel quale il tecnico della Polizia Scientifica, che aveva erroneamente classificato come residuo dello sparo una particella di frenatura d’auto, dopo un brevissimo allontanamento dal laboratorio, venne reintegrato e continua tuttora ad operare (non è difficile immaginare in che modo...) in questo delicato settore.

Nel mondo anglosassone, e nelle nazioni più avanzate, il problema della attendibilità delle prove scientifiche è stato e continua ad essere analizzato sia da un punto di vista epistemologico sia da un punto di vista strettamente scientifico e statistico. Molti saggi, scritti da noti docenti di diritto, arrivano a conclusioni che ritenere angoscianti è riduttivo. A titolo di esempio ricordiamo **The Individualization Fallacy in Forensic Evidence** (L’ingannevolezza dell’individuazione nelle prove scientifiche forensi) dei professori Michael J. Saks (Arizona State University) e Jonathan J. Koehler (University of Texas), pubblicato nella *Vanderbilt Law Review*, Volume 61, Number 1, pp.199-209.

²⁷ Cfr. ad es. Canzio, G. Il controllo del giudice sul sapere specialistico introdotto nel processo attraverso la perizia e la consulenza tecnica: presupposti culturali e opzioni metodologiche ed operative. Incontro di studio sul tema: “**La prova scientifica**” Roma, 15-17 marzo 2004

The Individualization Fallacy in Forensic Science Evidence

Michael J. Saks & Jonathan J. Koehler***

I.	FOREWORD: THE TWO STEPS IN FORENSIC IDENTIFICATION	199
II.	THE INDIVIDUALIZATION FALLACY	203
	A. <i>Reliance on the Notion of Individualization</i>	205
	B. <i>Origins and Evolution of the Notion of Individualization</i>	207
III.	UNPROVED AND PERHAPS UNPROVABLE.....	208
IV.	OLD NEWS	214
V.	WHAT TO DO	216
	A. <i>The Present</i>	216
	B. <i>The Future</i>	217
VI.	CONCLUSION.....	218

La lettura di questo saggio, pubblicato nel gennaio del 2008, fa comprendere come il National Research Council possa aver raggiunto le conclusioni sopra riportate, conclusioni che non si limitano ai toolmarks e alle comparazioni balistiche. Per ragioni ovvie non possiamo riportare tutto il testo, che peraltro è facilmente reperibile nel WEB.

VI. CONCLUSION

This Essay challenges the conventional wisdom about the capabilities of the forensic identification sciences. Forensic scientists are not able to link a fingerprint, a hair, a handwriting sample, a tiremark, a toolmark, or any other evidentiary forensic item to its unique source, but they assert that ability every day in court. The issue is not the sincerity of the beliefs of workaday forensic scientists. Instead, it is whether any scientific evidence exists that can support those beliefs. No basis exists in theory or data for the core contention that every distinct object leaves its own unique set of markers that can be identified by a skilled forensic scientist. Their claims exaggerate the state of their science. This sort of exaggeration, combined with public credulity, is the classic reason that common law evidence doctrine required a heightened threshold for admission of expert testimony. Under Rule 702 of the Federal Rules of Evidence, as interpreted by *Daubert* and *Kumho Tire*, such testimony would be a prime target for exclusion.⁹⁵ But, short of exclusion, the legal community would do well to understand the individualization fallacy.

94. Although the DNA typing model has much to offer the traditional forensic sciences, offering source identifications at trial for sufficiently low probabilities would not be an implication of the science but an evasion of it in the service of advocacy. See Bruce Budowle et al., *Source Attribution of a Forensic DNA Profile*, 2 FORENSIC SCI. COMM. (2000), <http://www.fbi.gov/hq/lab/fsc/backissu/july2000/source.htm>.

95. *Kumho Tire Co. v. Carmichael*, 526 U.S. 137, 138 (1999); *Daubert v. Merrill Dow Pharm., Inc.*, 509 U.S. 579, 580 (1993). FED. R. EVID. 702 requires that expert testimony be "based upon sufficient facts or data." The existing facts and data do not demonstrate that forensic scientists can identify a unique set of markers for every distinct object.

2008]

FORENSIC EVIDENCE

219

encourage reforms designed to put a scientific foundation beneath forensic identification, and place appropriate limits on what expert witnesses may assert. Forensic identification scientists can help themselves immediately by forswearing exaggerated, definitive conclusions in favor of humbler, scientifically justifiable, and probabilistic conclusions.

In italiano abbiamo:

VI. Conclusione

Questo saggio sfida il giudizio convenzionale sulle capacità delle scienze identificative forensi. Gli scienziati forensi non sono in grado di riportare un impronta digitale, un capello, un manoscritto, una impronta di pneumatico, un toolmark o ogni altro corpo di reato alle loro fonti univoche, ma sostengono ogni giorno nei tribunali questa loro capacità.

Il problema non verte sulla sincerità di quanto crede il comune scienziato forense. Sta invece nel fatto se esiste una qualsiasi prova scientifica che possa confermare queste convinzioni. Non esiste alcuna base teorica o di fatto per la controversia centrale che ogni singolo oggetto trasmetta una propria serie di impronte in grado di essere identificate da un bravo scienziato forense. Le loro pretese dilatano gonfiano la realtà della loro disciplina. Questo genere di esagerazione, combinata con la pubblica credulità, è la classica ragione per cui la dottrina probatoria della "common law" ha richiesto un innalzamento dei valori di soglia per l'ammissione in giudizio di periti e consulenti.

...omissis...

Gli scienziati forensi possono immediatamente aiutare se stessi rinnegando conclusioni esagerate e definitive in favore di deduzioni più umili, probabilistiche e scientificamente giustificabili.

Il lungo saggio di Adina Schwartz²⁸, docente della City University of New York, oltre ai problemi legali propri della legislazione statunitense, cerca di affrontare anche quelli squisitamente tecnici e scientifici. Non sempre con successo, come nota Ronald Nichols²⁹, ma spesso in modo assai suggestivo. A pagina 6 troviamo citato il lavoro di J. D. e C.O.Gunther³⁰, dal quale viene ripreso un lungo paragrafo:

²⁸ Schwartz, A. A Systemic Challenge to the Reliability and Admissibility of Firearms and Toolmark Identification in: *The Columbia Science and Technology Law Review* Vol. VI, 2005

²⁹ Nichols, R. *The Scientific Foundations of Firearms and Tool Mark Identification – A Response to Recent Challenges* <http://www.firearmsid.com/feature%20articles/nichols060915/nicholasreview.htm>

²⁹ Vedi nota 4.

1. The First Difficulty: The Individual Characteristics of Toolmarks Are Combinations of Non-Unique Marks

A first barrier in the way of reliably identifying *the* source of an evidence toolmark is that just as parts of each individual's fingerprints and nuclear DNA are the same as that of another, the individual characteristics of toolmarks are comprised of non-unique marks. In 1935, Gunther and Gunther used the analogy of oak leaves to illustrate this point:

No two oak leaves may be exactly alike, but the exact counterpart of a small area of leaf can probably be found in other leaves.

It is probably true that no two firearms with the same class characteristics will produce the same signature, but it is likewise true that each element of a firearm's signature may be found in the signatures of other firearms.

... An individual peculiarity of a firearm can, therefore, be established by elements of identity which form a *combination* the coexistence of which is highly improbable in the signature of other firearms with the same class characteristics.¹²

As a result of the overlapping individual characteristics of toolmarks made by different tools, examiners who assume that a certain amount of resemblance proves that the same tool produced both test and evidence toolmarks may be wrong because the same amount of resemblance may exist in toolmarks produced by different tools of that type. While this can lead to misidentifying a tool as the source of evidence that it did not produce, identifications may also be missed because the toolmark on a fragmented ammunition component or other surface is too small to allow any firearm or other tool, including the one that made it, to be identified as the toolmark's source.¹³

Tradotto in italiano si ha:

1. La prima difficoltà: le caratteristiche individuali dei "toolmarks" sono una combinazione di segni non unici.

.....

Due foglie di quercia non sono mai esattamente uguali ma la controparte di una piccola area di una delle due probabilmente potrà essere trovata sull'altra.

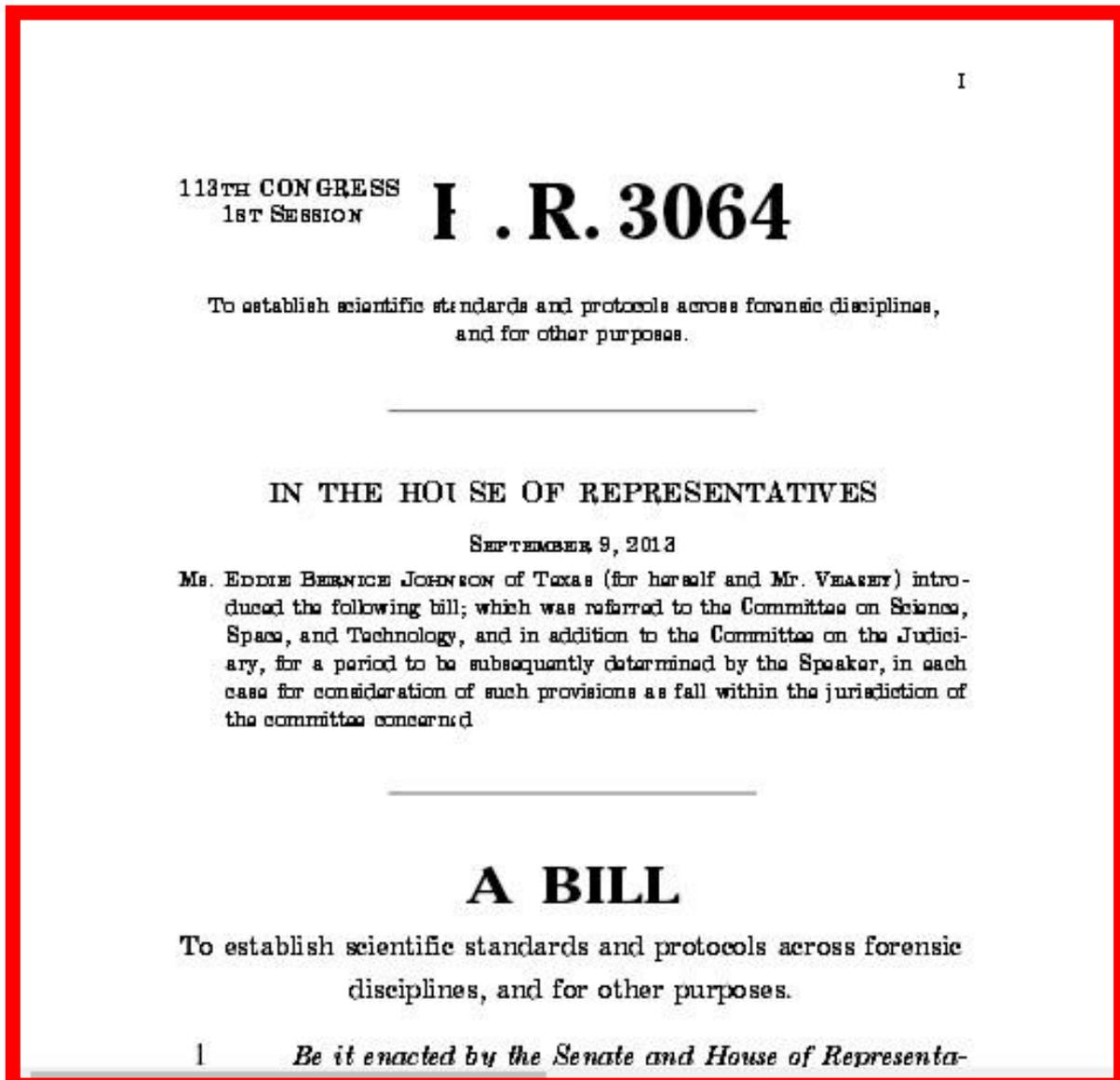
E' probabilmente vero che due armi aventi le stesse caratteristiche di classe non produrranno le stesse impronte, ma è altrettanto vero che ciascun elemento di "firma" di un'arma da fuoco potrà essere trovato nelle "firme" di altre armi.

..... Le caratteristiche individuali di un'arma da fuoco potranno quindi essere decise da elementi di identità che formano una combinazione, la cui esistenza nella "firma" di altre armi della medesima classe è estremamente improbabile.

E' interessante sapere che il 9 settembre 2013, nel corso della 113° legislatura, venne presentato al Congresso degli Stati Uniti la proposta di legge n. 3064 (bipartisan) volta a stabilire standard e protocolli scientifici in particolare per le discipline forensi. Per vari motivi tecnici ed economici questa legge non è stata ancora approvata ma comunque rivela un interesse e una sensibilità del tutto sconosciuti nel nostro paese. Detta proposta, che fa riferimento al sopra illustrato *Strengthening Forensic Science in the United States* può essere trovata nel seguente sito:

<https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/BILLS-113hr3064ih/pdf/BILLS-113hr3064ih.pdf>

Ne riproduciamo, a titolo di chiarimento, alcune pagine.



Congress finds that—

(1) at the direction of Congress, the National Academy of Sciences led a comprehensive review of the state of forensic science and issued its findings in a 2009 report, “Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward”;

(2) the report’s findings indicate the need for independent scientific research to support the foundation of forensic disciplines;

(3) the report stresses the need for standards in methods, data interpretation, and reporting, and the importance of preventing cognitive bias and mitigating human factors; and

(4) according to the report, forensic science research is not financially well supported, and there is a need for a unified strategy for developing a forensic science research plan across Federal agencies.

SEC. 3. DEFINITIONS.

In this Act:

15

(c) **AUTHORIZATION OF APPROPRIATIONS.**—There are authorized to be appropriated to the National Institute of Standards and Technology to carry out this section—

- (1) \$5,000,000 for fiscal year 2014;
- (2) \$12,000,000 for fiscal year 2015;
- (3) \$20,000,000 for fiscal year 2016;
- (4) \$27,000,000 for fiscal year 2017; and
- (5) \$35,000,000 for fiscal year 2018.

SEC. 8. FORENSIC SCIENCE ADVISORY COMMITTEE.

(a) **ESTABLISHMENT.**—The Director of the National Institute of Standards and Technology and the Attorney General, in consultation with the Director of the National Science Foundation, shall establish a Forensic Science Advisory Committee.

(b) **DUTIES.**—The Advisory Committee shall provide advice to—

- (1) the Federal departments, agencies, and of-

In Italia il legislatore, e il grande pubblico, ignorano del tutto il problema: in campo giudiziario le indagini “scientifiche” sono regolate da norme a dir poco antidiluviane che, fra l’altro, concedono al Giudice una irrazionale discrezionalità nella scelta dei suoi consulenti e periti. Non vi è pertanto alcuna garanzia di qualità nelle indagini stesse e all’imputato, se non ha i mezzi per assicurarsi una buona difesa, non rimane che affidarsi alla buona sorte e/o a tutti i santi del Paradiso per non venire triturato da un barbaro rito processuale.

In Inghilterra i problemi delle scienze investigative vengono invece spesso discussi anche in Parlamento come si può verificare, ad esempio collegandosi con:

[https://hansard.parliament.uk/Commons/2011-12-20/debates/11122046000001/FirearmsResidueTesting\(CriminalCases\)](https://hansard.parliament.uk/Commons/2011-12-20/debates/11122046000001/FirearmsResidueTesting(CriminalCases))

Nel caso in oggetto, trattato a Westminster nell’udienza del 30 dicembre 2011, il deputato Damian Collins chiese chiarimenti su un caso, già discusso in Parlamento nel 1982 e 1983, riguardante la ricerca di residui di sparo effettuata nel 1972 utilizzando rodizonato di sodio. e, a questo proposito, dichiarò tra l’altro quanto segue:

Was Mr McCafferty aware of those tests? In 2006, my constituent came into contact with Professor Marco Morin, a ballistics expert who was involved in the high-profile case of Barry George, the man incorrectly convicted of the murder of television presenter Jill Dando. The prosecution in that case relied heavily on evidence of what it claimed was firearm discharge residue on Barry George's clothing. Professor Morin referred my constituent to the training manual prepared by the Metropolitan police forensic science laboratory, dated November 1980. That manual explicitly recognised that the sodium rhodizonate test, carried out by Mr McCafferty, was unreliable for the purposes of establishing the presence of firearm discharge residue, and it refers to the test as:

"Simple. Not specific. Useful for lead distribution on a target eg bullet wound."

■ Column 441WH

It later confirms that the presence of lead and barium particles—those detected by the sodium rhodizonate test—is "not reliable" as an indicator of firearm discharge residue.

Piccola parentesi divertente : era vero che il legale dell'imputato Paul Cleeland mi aveva contattato nel 2006 ma, avendo io trovato in Internet gli atti del vecchio processo, chiesi ragione di alcune fondamentali circostanze che non mi erano state comunicate. Ricky Arora, il legale in questione (di origine indiana), fece l'indiano e non si fece più vivo. Il 9 marzo 2015 la High Court of Appeal rigettò definitivamente la richiesta di revisione presentata da Cleeland.

Come si è accennato più sopra, da pochi lustri si è iniziato ad utilizzare la statistica bayesiana per tentare di limitare i gravi errori che coinvolgono ed inficiano gran parte delle indagini criminalistiche. Si tratta però di un impiego assai difficile in quanto presuppone una buona conoscenza, oltre che della balistica comparativa, anche della matematica superiore e della statistica oltre che del fondamentale "metodo scientifico".

A rigore anche l'approccio bayesiano alla balistica comparativa è maturo per un serio approfondimento su un numero significativamente elevato di esperienze di studio: l'intima natura bayesiana, fondata su processo costruttivo della probabilità come atto a riassumere le esperienze, necessiterebbe del canone di *doppio cieco* o *double-blind control procedure* per limitare l'interferenza del bagaglio delle specifiche conoscenze degli operatori (ad esempio su di una serie di test si riscontra l'impronta di percussione con cercini anulari in numero minore rispetto a quella presente sul reperto: lo scrupoloso operatore potrebbe ipotizzare, a suggello di una positività, cause quali snervamento della molla, differente lega della capsula d'innescio, differente cinetica combustiva mentre l'operatore poco preparato potrebbe formulare identico giudizio senza alcuna speculazione ma basandosi, brutalmente, sulla morfologia della sola cava di percossa. A valle del processo di comparazione entrambi i percorsi avrebbero, in mancanza di una dialettica di controllo, legittimità bayesiana).

Tenendo presente la stragrande maggioranza di chi in Italia opera in questo settore è bene non illudersi: **corsi di balistica programmati da università vere, popolari, telematiche o fasulle e da organizzazioni, istituti, accademie, enti di formazione, società di tiro a segno, scuole di varia estrazione spuntano nel WEB come funghi ma è sufficiente scorrere i nomi dei "docenti" per avere molto poca fiducia per l'avvenire.**

Per quanto poi riguarda i magistrati ricordiamo solo il “Corso di Aggiornamento sulle Tecniche di Indagine **“Giovanni Falcone”**”³¹ del 1994 dedicato soprattutto, come recita il sottotitolo degli atti, alle indagini scientifiche. Tra i sei relatori della parte balistica solo due erano degli autentici esperti nel loro settore: i compianti prof. Carlo Torre e l’ing. Domenico Salza.

Tra le perle elargite in quella occasione agli ignari magistrati possiamo annoverare affermazioni di questo genere:

- **Argomento:** pistole semiautomatiche. “ *Le ricerche inerenti questo sistema diedero la stura a moltissimi tentativi alcuni dei quali tanto fantasiosi quanto poco funzionali per esempio la Maser c 96 detta anche Mauser Marina.*”

In realtà la pistola Mauser 1896 è un’arma eccezionale rimasta in produzione per oltre 40 anni e con oltre un milione di pezzi costruiti solo in Germania³². Oltre che dalle forze armate tedesche venne adottata in vari Paesi (Turchia, Persia, Austria, Finlandia, ecc.)³³ e il governo italiano ne acquistò 5.000 esemplari per la Regia Marina; grandi quantità di suoi cloni suoi cloni furono fabbricati in Spagna e in Cina. Tra l’altro Winston Churchill ne possedeva una che impiegò con profitto nel settembre 1898 contro i dervisci sudanesi nel corso della battaglia di Omdurman³⁴: non c’è male per essere una pistola fantasiosa e poco funzionale....

- **Argomento:** Le tracce di sparo. “ *...la percussione produce la compressione adiabatica della carica **detonante** L’ulteriore calore prodotto innesca l’agente a **detonazione** iniziale*”.

Se l’innesco di una cartuccia fosse soggetto a un fenomeno di detonazione, questo sarebbe inevitabilmente seguito dalla detonazione per “simpatia” della carica di lancio e dal conseguente rovinoso scoppio dell’arma. La capsula di innesco è invece origine di una deflagrazione attenuata e il dardo infuocato prodotto provoca la deflagrazione della polvere da sparo contenuta nel bossolo.

Nei corsi successivi il livello didattico non pare sia migliorato di molto e appare lecito chiedersi con quali criteri vengano scelti determinati “esperti”. Il povero Falcone, persona di eminente intelligenza e rettitudine, si deve essere rivoltato nella tomba: fra le sue qualità aveva la non comune capacità di individuare i venditori di fumo e questo sia fra i pentiti che fra i periti.

Questa situazione di degrado, incancrenitasi nell’ultimo mezzo secolo, non lascia molte speranze per il prossimo futuro e solo delle decisioni piuttosto impopolari potrebbero porre rimedio a questa situazione. Una delle norme elementari sarebbe riesaminare tutti i casi passati espletati dal personale o dai singoli individui che risultino responsabili di

³¹ http://www.csm.it/quaderni/quad_69.pdf

³² Breathed, J.W. e J.J. Schroeder *System Maser* Chicago 1967.

³³ Erickson, W.R. e C.E. Pate *The Broomhandle Pistol 1896-1936* San Antonio 2000.

³⁴ Boothroyd, G. *The Handgun* London 1970.

gravi errori. I “sei di Birmingham” (Birmingham Six) vennero condannati nel 1975 per le stragi avvenute il precedente anno in due pubs della città e la fondamentale prova scientifica contro di loro – presenza di tracce di esplosivo sulle mani - venne fornita dal Dr Frank Skuse del North West Forensic Laboratories. Dopo vari appelli il lavoro di Skuse, che nel frattempo era stato licenziato per cattivo rendimento, risultò del tutto errato e nel 1991 i sei vennero assolti. Come conseguenza ben 350 casi trattati da Skuse a partire dal lontano 1966 vennero sottoposti ad accurata revisione.

In Italia chi scrive era presente a un processo di Appello svoltosi a Reggio Calabria circa venti anni or sono. Una perizia su residui di sparo effettuata dal direttore pro tempore del laboratorio di Roma della Polizia Scientifica aveva portato a una condanna all’ergastolo: perizia contestata violentemente e fondata mente dalla Difesa e così una seconda perizia, affidata questa volta a un esperto della materia, determinò la piena assoluzione dell’imputato. Terminato il processo il Sostituto Procuratore Generale, parlando con gli astanti, postulò la necessità di controllare la validità di quanto il primo Perito aveva fatto in precedenti procedimenti.

Fu la prima e unica volta che udii in Italia un discorso del genere, importante anche se naturalmente non ebbe seguito.

Indichiamo ora alcuni lavori che hanno affrontato il problema sopra indicato, l’ultimo dei quali riporta una bibliografia, riprodotta in modo completo, che evidenzia quanto in altre nazioni l’argomento, nel generale e nel particolare, sia tenuto in considerazione e analizzato da autentici specialisti.



Decision theoretic properties of forensic identification: Underlying logic and argumentative implications

A. Biedermann^{a,*}, S. Bozza^b, F. Taroni^a

^aThe University of Lausanne, Ecole des Sciences Criminelles, Institut de Police Scientifique, Le Batochime,
1015 Lausanne-Dorigny, Switzerland

^bUniversity Ca' Foscari, Department of Statistics, Venice, Italy

Received 6 November 2007; accepted 13 November 2007

Available online 9 January 2008

Abstract

The field of forensic science has profited from recent advances in the elicitation of various kinds probabilistic data. These provide the basis for implementing probabilistic inference procedures (e.g., in terms of likelihood ratios) that address the task of discriminating among competing target propositions. There is ongoing discussion, however, whether forensic identification, that is, a conclusion that associates a potential source (such as an individual or object) with a given item of scientific evidence (e.g., a biological stain or a tool mark), can, if ever, be based on purely probabilistic argument. With regard to this issue, the present paper proposes to analyze the process of forensic identification from a decision theoretic point of view. Existing probabilistic inference procedures are used therein as an integral part. The idea underlying the proposed analyses is that inference and decision are connected in the sense that the former is the point of departure for the latter. As such the approach forms a coordinated whole, that is a framework also known in the context as 'full Bayesian (decision) approach'. This study points out that, as a logical extension to purely probabilistic reasoning, a decision theoretic conceptualization of forensic identification allows the content and structure of arguments to be examined from a reasonably distinct perspective and common fallacious interpretations to be avoided.

© 2007 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

Keywords: Bayesian decision theory; Forensic identification; Likelihood ratio

Stephen G. Bunch,¹ Ph.D.

Consecutive Matching Striation Criteria: A General Critique

REFERENCE: Bunch SG. Consecutive matching striation criteria: A general critique. *J Forensic Sci* 2000;45(5):955–962.

ABSTRACT: In the forensic science of firearms and toolmark identification, examiners traditionally have drawn conclusions of identity from subjective criteria. This paper critically explores the general validity of one proposed objective-criteria regime—that of counting consecutive matching striations on fired bullets. Practical considerations are discussed, as well as theoretical ones, with both discussions viewed from the perspective of Bayesian logic. It is concluded that drawbacks exist for this particular objective-criteria regime, but that research and logical analysis should continue.

KEYWORDS: forensic science, firearms, toolmarks, objective criteria, consecutive matching striations, line counting, validity

such as a game of chance. If we measure the height of 100 randomly selected 4th graders from a particular elementary school, we can rest assured that the calculated mean is a pretty good estimate of the mean of another group of 100 pupils from the same school. But what if we wish to estimate the height of a particular child who had been absent on measuring day? The frequentist would look at the frequency distribution of the data, do some quick calculations, and conclude that the probability is X that the interval between height A and height C contains the height, B, of the new pupil. Closed system. Very clean.

But the other pupils protest. They have additional, relevant information. They inform the frequentist that the pupil is a male, is the oldest in the class, drinks lots of milk, and has parents who are very tall. Unwilling to invoke older, more general axioms of probability, unwilling to introduce subjective elements, the frequentist

TECHNICAL NOTE

Atsuhiko Banno,¹ *M.Eng.*

Estimation of Bullet Striation Similarity Using Neural Networks

ABSTRACT: A new method that searches for similar striation patterns using neural networks is described. Neural networks have been developed based on the human brain, which is good at pattern recognition. Therefore, neural networks would be expected to be effective in identifying striated toolmarks on bullets. The neural networks used in this study deal with binary signals derived from striation images. This signal plays a significant role in identification, because this signal is the key to the individuality of the striations. The neural network searches a database for similar striations by means of these binary signals. The neural network used here is a multilayer network consisting of 96 neurons in the input layer, 15 neurons in the middle, and one neuron in the output layer. Two signals are inputted into the network and a score is estimated based on the similarity of these signals. For this purpose, the network is assigned to a previous learning. To initially test the validity of the procedure, the network identifies artificial patterns that are randomly produced on a personal computer. The results were acceptable and showed robustness for the deformation of patterns. Moreover, with ten unidentified bullets and ten database bullets, the network consistently was able to select the correct pair.

KEYWORDS: forensic science, neural networks, striation, bullet identification, similarity



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Forensic Science International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/forsciint



Review article

Uniqueness in the forensic identification sciences—Fact or fiction?

Mark Page, Jane Taylor*, Matt Blenkin

University of Newcastle, School of Health Sciences, Australia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 24 March 2010
 Received in revised form 30 July 2010
 Accepted 4 August 2010
 Available online 15 September 2010

Keywords:

Forensic science
 Uniqueness
 Individualisation
 Fingerprint
 Forensic odontology
 Toolmark

ABSTRACT

Fingerprint analysts, firearms and toolmark examiners, and forensic odontologists often rely on the uniqueness proposition in order to support their theory of identification. However, much of the literature claiming to have proven uniqueness in the forensic identification sciences is methodologically weak, and suffers flaws that negate any such conclusion being drawn. The finding of uniqueness in any study appears to be an overstatement of the significance of its results, and in several instances, this claim is made despite contrary data being presented. The mathematical and philosophical viewpoint regarding this topic is that obtaining definitive proof of uniqueness is considered impossible by modern scientific methods. More importantly, there appears to be no logical reason to pursue such research, as commentators have established that uniqueness is not the essential requirement for forming forensic conclusions. The courts have also accepted this in several recent cases in the United States, and have dismissed the concept of uniqueness as irrelevant to the more fundamental question of the reliability of the forensic analysis.

THE NAS REPORT ON FORENSIC SCIENCE: A FORENSIC SCIENTIST'S RESPONSE

Brent E. Turvey, MS¹

[Crime Reconstruction](#)

Published: February 25, 2009

Forensic scientists come in many forms, and their numbers include many examiners who do not work in crime labs. They also lack uniform standards in education and methodology; their conclusions often lack scientific rigor and are overly confident; and they are too often marked by improper alignment with law enforcement and prosecutorial agencies. As consequence, the forensic science community is fragmented and broken, cannot identify let alone fix its own problems, and does not speak with a single voice about what is best for its future. Moreover, it has proven incapable of holding itself accountable for anything that it does. Such are the findings in the recently published report by the National Academy of Science (NAS), *Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward* (Edwards and Gotsonis, 2009). Subsequently, it falls to those of us who are relatively free to respond of their own accord, without political affiliation, censure, or fear of reprisal, to do so. This commentary is prepared in that spirit.

Howitt, D. *A general formula for calculating the probabilities of random matches in the comparison of the rifling impressions between fired bullets -*

Graduate Program in Forensic Science, Department of Chemical Engineering and Materials Science, University of California, Davis, CA 95616.

Benjamin Bachrach *Statistical Validation on the Individuality of Tool Marks Due to the Effect of Wear, Environment Exposure and Partial Evidence.* U.S. Department of Justice Document No.: 227929 August 2009.

Benjamin Bachrach,¹ Ph.D.; Anurag Jain,¹ M.S.; Sung Jung,¹ M.S.; and Robert D. Koons, "Statistical Validation of the Individuality and Repeatability of Striated Tool Marks: Screwdrivers and Tongue and Groove Pliers" *J Forensic Sci*, March 2010, Vol. 55, No. 2: 10.1111/j.1556-4029.2009.01221.x

Stephen G. Bunch,¹ Ph.D. "Consecutive Matching Striation Criteria: A General Critique" in: *J Forensic Sci* 2000:45(5):955–962.

A. Biedermann , S. Bozza , F. Taroni “Decision theoretic properties of forensic identification: Underlying logic and argumentative implications” in: *Forensic Science International* 177 (2008) 120–132

F Taroni, JA Lambert, L Fereday and DJ Werrett “Evaluation and presentation of forensic DNA evidence in European laboratories” in: *science&justice* Volume 42 , No.1 (2 002) 21 – 28

C. G. G. Aitken and D. Lucy “Evaluation of trace evidence in the form of multivariate data” in: *Appl.Statist.* (2004) 53, Part 1, pp. 109-122

James R. Lyle *If error rate is such a simple concept, why don't I have one for my forensic tool yet?*
In: *Digital investigation* 7 (2010) S135 e S139

G.S. Morrison, “Measuring the validity and reliability of forensic likelihood-ratio systems”
Sci. Justice (2011)

D. V. Lindley “Probability and the Law” *Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician)*, Vol. 26, No. 3 (Sep.,1977), pp. 203-220

L. Scott Chumbley *Quantification of Toolmarks, Final Technical Report* U.S. Department of Justice April 2010 Document No.: 230162.

Suzanne O. Kaasa , Tiamoyo Peterson , Erin K. Morris , William C. Thompson “Statistical Inference and Forensic Evidence Evaluating a Bullet Lead Match” in: *Law Hum. Behav.* (2007) 31:433-447 DOI 10. 1007/s 10979-006-9074-4

David Baldwin, Max Morris, Stan Bajic', Zhigang Zhou, and M. James Kreise; *Statistical Tools for Forensic Analysis of Toolmarks – Final Report* IS 5160

Saks, M.J. and J:J: Koehler “The Coming Paradigm Shift” in *Forensi Identification Science* in: Science New Series, Vol. 309, No. 5736 (Aug. 5, 2005), pp. 892-895

Dennis V. Lindley “The philosophy of statistics” in: *Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician)*, Vol. 49, No. 3(2000), pp. 293-337

Stephen E. Fienberg and Joseph B. Kadane “The Presentation of Bayesian Statistical Analyses in Legal Proceedings” in: *Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician)*, Vol. 32, No. 1/2

Dennis V. Lindley “Theory and Practice of Bayesian Statistics” in: *Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician)*, Vol. 32, No. 1/2,

D. M. Grove "The Interpretation of Forensic Evidence Using a Likelihood Ratio" in: *Biometrika*, Vol. 67, No. 1 (Apr., 1980), pp. 243-246.

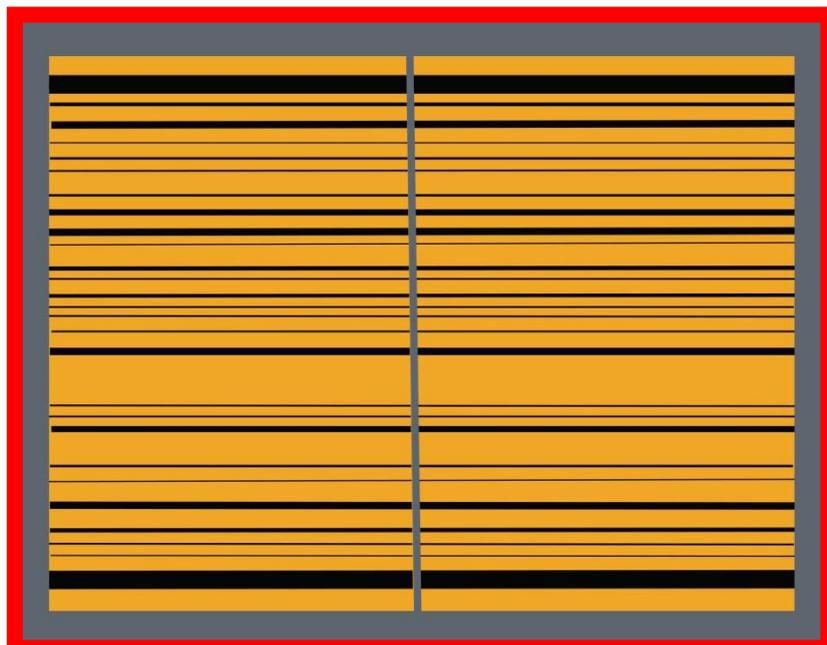
Mark Page, Jane Taylor , Matt Blenkin "Uniqueness in the forensic identification sciences—Fact or fiction?" in: *Forensic Science International* 206 (2011) 12–18.

L. Scott Chumbley, Max D. Morris, M. James Kreiser, Charles Fisher, Jeremy Craft, Lawrence J. Genalo, Stephen Davis, David Faden, and Julie Kidd "Validation of Tool Mark Comparisons Obtained Using a Quantitative, Comparative, Statistical Algorithm" in: *J Forensic Sci*, July 2010, Vol. 55, No. 4, pp. 953-961.

CONCLUSIONI

Possiamo concludere ribadendo che le comparazioni balistiche, pur essendo fondate su dati oggettivi (le strie presenti sulla superficie dei proiettili), in realtà si basano su un giudizio soggettivo dell'operatore. E anche se quest'ultimo è persona di grande esperienza, solo in presenza di adeguato supporto fotografico è lecito condividerne, con opportuna cautela, le conclusioni. Sarebbe quindi necessario che, soprattutto in caso di positività, almeno un secondo esperto confermasse il risultato.

E per poter fornire un parere di positività le comparazioni dovrebbero esibire immagini che, schematicamente, dovrebbero essere del genere qui sotto riprodotto.



Qualche lieve alterazione è sempre concessa poiché una ripetitività perfetta è quasi impossibile in quanto l'intensità delle microstrie varia per molteplici ragioni anche se i proiettili test sono stati ottenuti da cartucce della medesima marca e del medesimo lotto: tra le cause principali va ricordata la eventuale diversità delle pressioni sviluppatesi al momento dello sparo.

Sia ben chiaro che con quanto sopra esposto non si è voluto svalutare l'importanza delle indagini comparative, ma solo evidenziare i rischi che si possono correre, e far correre, impiegando il metodo senza la piena consapevolezza dei suoi limiti e delle regole scientifiche, indispensabili spesso per una corretta interpretazione dei risultati ottenuti. La comparazione investigativa dei reperti balistici è una vera e propria arte che, con l'ausilio di rigorose e approfondite cognizioni, diventa una scienza unanimemente riconosciuta come tale.

In definitiva l'indagine comparativa balistica può spesso essere un decisivo elemento di prova a patto però che venga eseguita da personale convenientemente preparato e che le eventuali positività vengano compiutamente dimostrate da un adeguato apparato fotografico.

Negli Stati Uniti, dal 1969, l'associazione AFTE (Association of Firearms and Toolmarks Examiners) riunisce molti dei migliori esperti del settore, sia appartenenti ai laboratori federali e statali sia professionisti indipendenti. Pubblica regolarmente una rivista ricca di articoli e informazioni estremamente utili a tutti coloro che operano nel settore, e questo anche se spesso privilegia la pratica alla scienza. Ha inoltre stabilito regole per definire i risultati delle indagini, regole peraltro non universalmente accettate.

In Europa opera dal 1995 l'ENFSI (European Network of Forensic Science Institutes) che, collegando solo i laboratori istituzionali, non ha contatti con gli esperti autonomi. Soffre inoltre per la varietà di lingue dei suoi componenti, non tutti in grado di usare bene la lingua ufficiale (inglese). Nel 2004 il gruppo di lavoro dedicato alla balistica ha pubblicato un interessante opuscolo³⁵, frutto della collaborazione di laboratori di quattro nazioni (Olanda, Svizzera, Germania e Spagna) che varrebbe la pena pubblicizzare e far studiare anche in Italia.

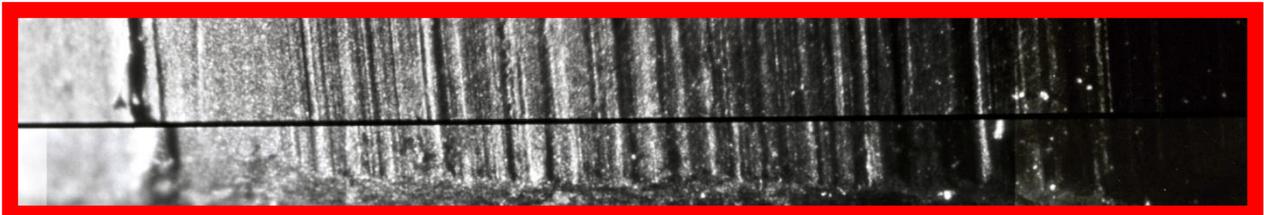
³⁵Hermesen, R. et al. *Firearms Fundamentals – Criteria for identification* ENFSI 2004-2005.

Riproduciamo, per concludere, alcune fotografie di comparazioni in bianco e nero originariamente su pellicola, che, per la perfetta corrispondenza di strie e microstrie, hanno potuto permettere di sostenere un sereno parere di positività.

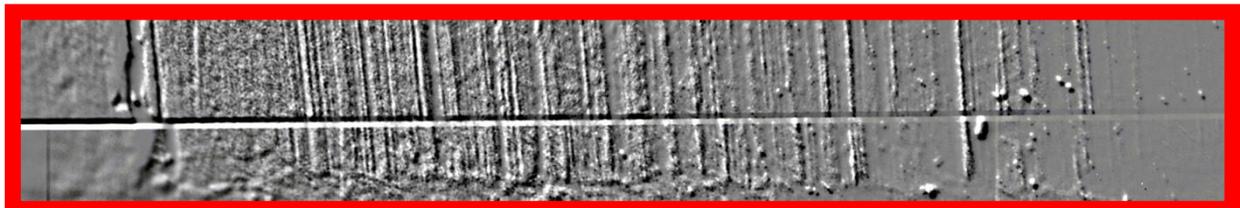
Hanno anche un certo valore storico in quanto si tratta di immagini che ho scattato nel corso di quella che forse è stata una delle più vaste e importanti indagini balistiche effettuata in Italia, disposta da Giovanni Falcone e concernente circa 140 delitti di mafia. Una ottantina di questi erano stati commessi con revolvers calibro .38 Special (o .357 Magnum) con canna solcata da cinque rigature ad andamento destrorso. Lascio immaginare a chi legge la enorme quantità di comparazioni che si sono rese necessarie: un certo numero sono risultate positive e questo ha permesso di trovare collegamenti, in precedenza non conosciuti e neppure sospettati, fra episodi criminosi diversi.

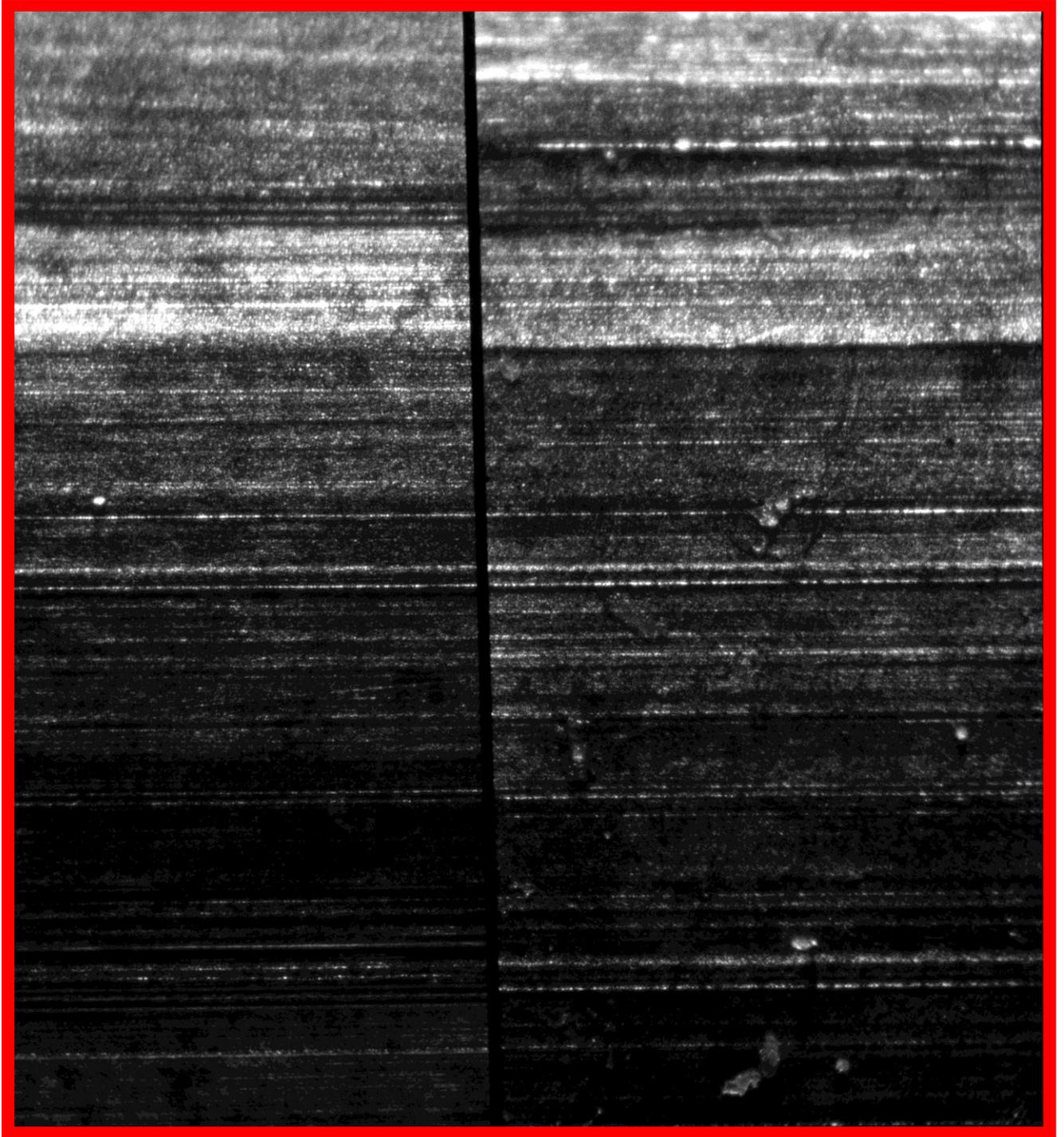
Spesso i reperti erano in condizioni disastrose, in particolare se si trattava di proiettili in piombo nudo, complicando notevolmente le necessarie operazioni.

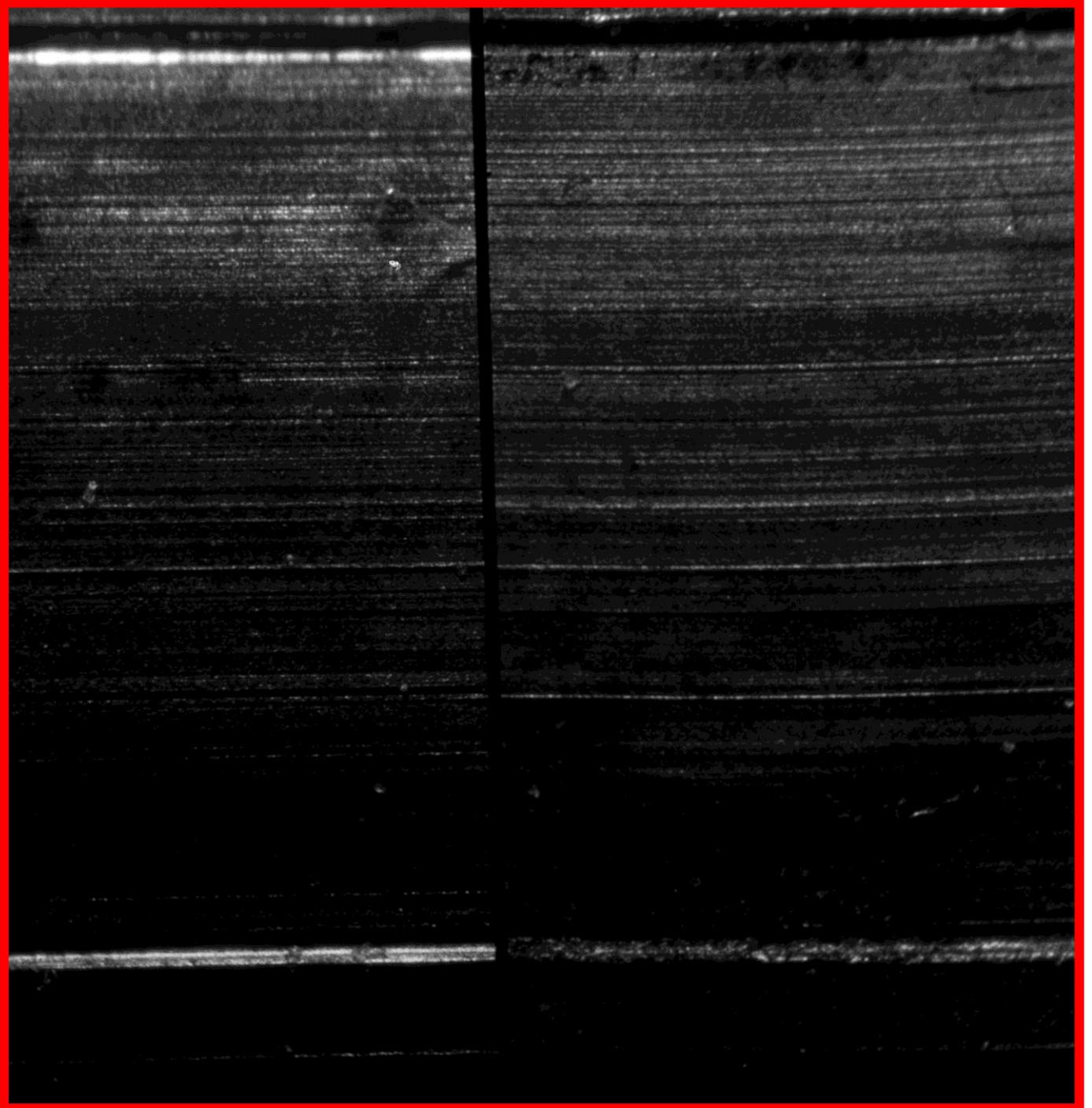
L'immagine qui sotto riprodotta permette di apprezzare varie fasce di strie e microstrie perfettamente coincidenti.

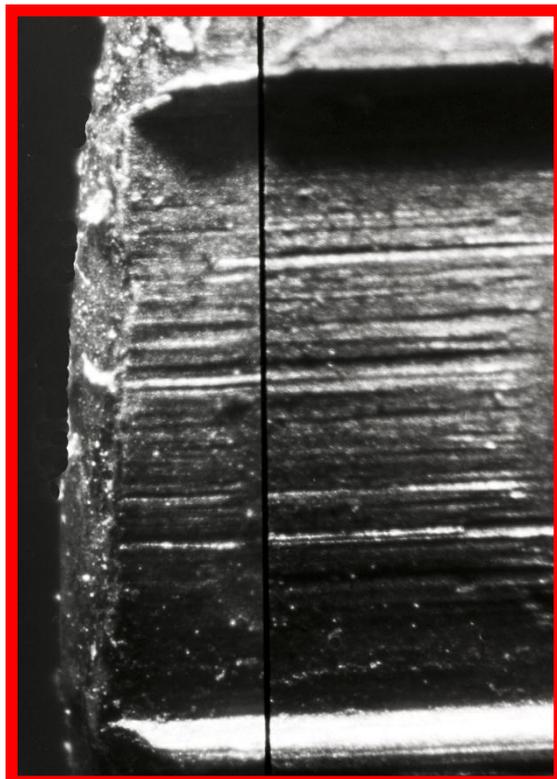


Un interessante effetto, ma solo per un controllo personale, può essere ottenuto utilizzando alcuni dei vari procedimenti presenti in Photoshop. L'immagine sottostante è stata ottenuta dalla precedente utilizzando il filtro stilizzazione di rilievo con profondità di 30 pixel e "illuminazione" a -59° . Il risultato può talvolta aiutare a non commettere gravi errori.

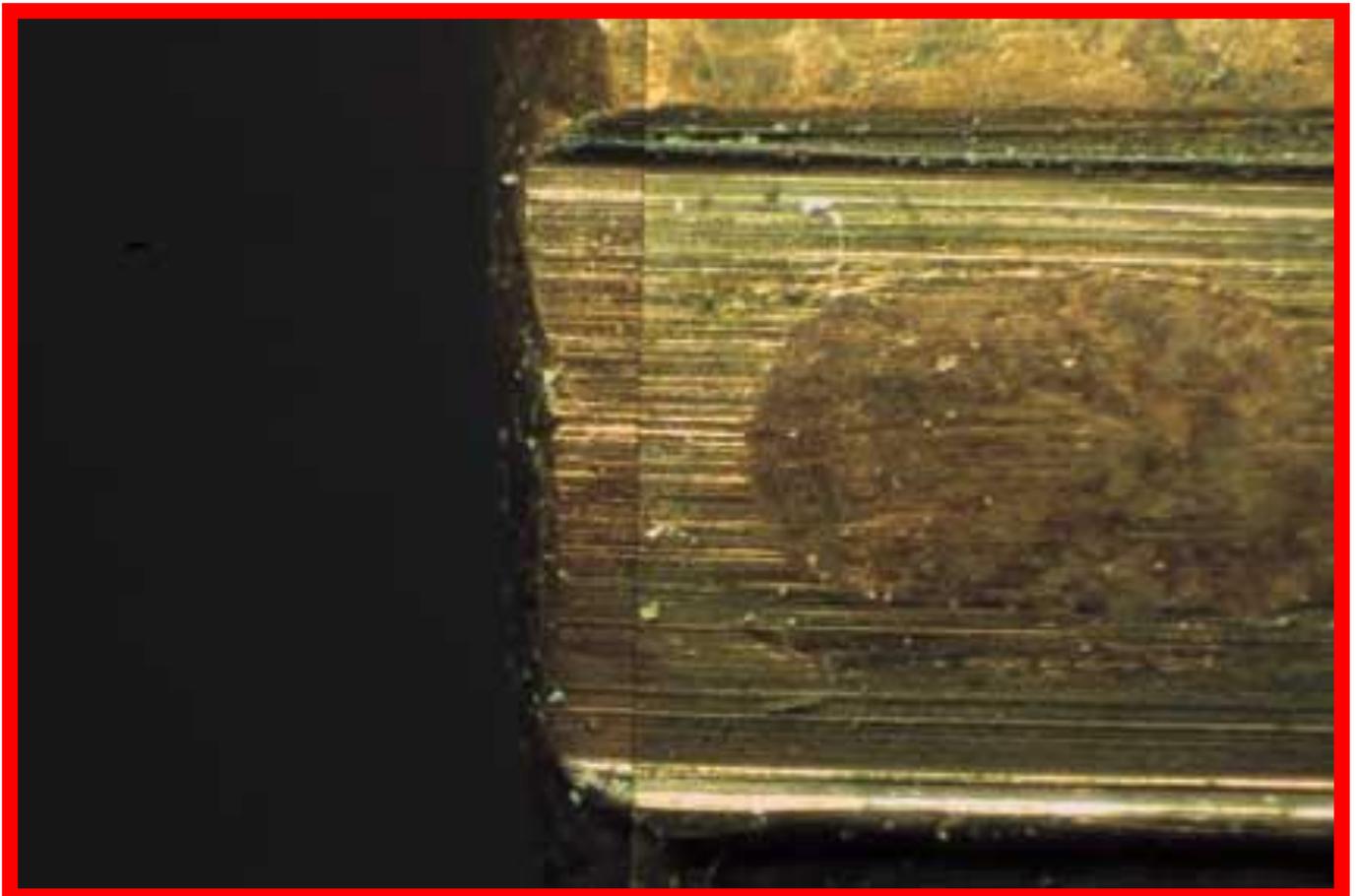


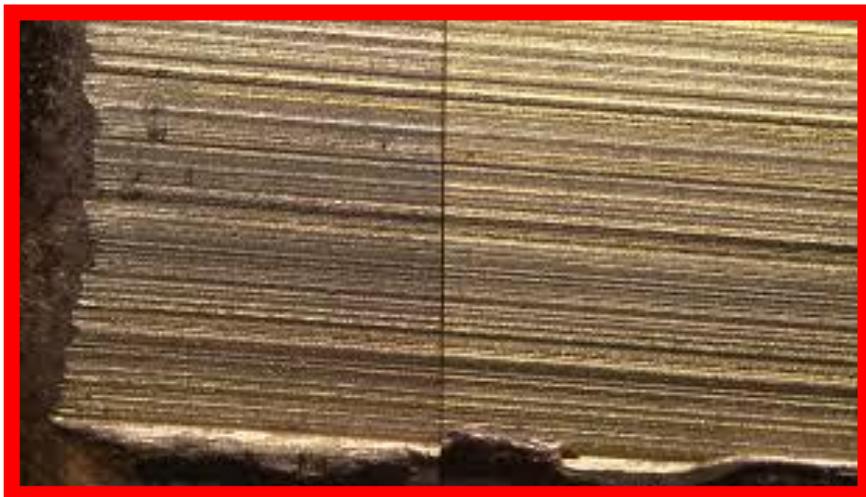
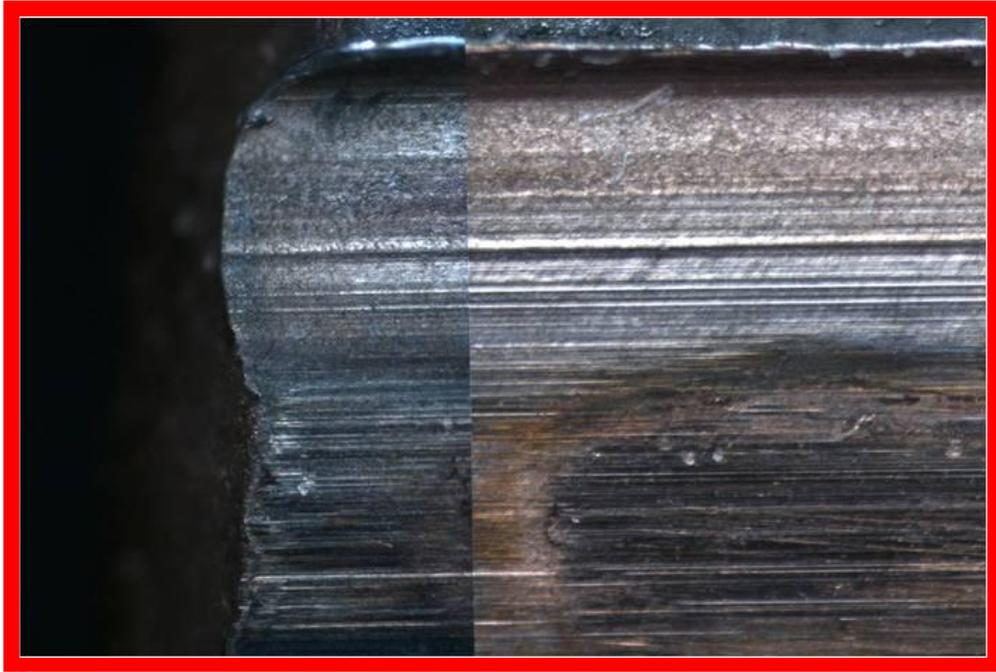






Seguono ora alcune immagini prese in prestito dal WEB che illustrano cosa possono oggi ottenere. utilizzando buoni microscopi e sistemi fotografici digitali, alcuni specialisti del settore, certamente più bravi di chi scrive.





L'immagine qui sopra riprodotta è talmente perfetta che ci è sorto un dubbio: che si tratti di una fotografia unica divisa poi con una riga nera usando magari Photoshop? Certamente no, dato che è stata fatta da un laboratorio governativo dell'Alabama. Complimenti vivissimi all'autore.



OSSERVAZIONI FINALI

Felice Nunziata

La ragione del ritardo dell'applicazione del metodo scientifico alla balistica comparativa risiede nella circostanza che questa disciplina è sempre stata considerata tutt'al più come una scienza dalla natura ancillare.

Ad un serio approfondimento la riduzione a mera tecnica empirica ha creato i presupposti di una *debacle* senza precedenti: invero, eccezion fatta per la rivoluzione copernicana dell'approccio statistico di Biasotti la quasi totalità degli esperti forensi resiste, tutt'ora, ad una corretta applicazione del metodo scientifico alla balistica comparativa e spaccia la bestia trionfante della certezza assoluta.

Procedendo per gradi riteniamo doveroso esplicitare i concetti di riproducibilità e ripetibilità, intimamente connessi e fondanti, tra altri, il metodo scientifico.

La ripetibilità fornisce il grado di concordanza rilevabile da una serie di osservazioni (di uno stesso osservabile, ovviamente), effettuate lasciando immutate le condizioni di osservazione (metodo di stima dell'osservabile – operatore – strumento di misura – luogo – condizioni di utilizzo dello strumento – condizioni dell'osservabile – breve periodo tra una misura e l'altra).

Nel caso in cui varia una (o più) delle condizioni di cui sopra, allora si rientra nel caso della riproducibilità ossia vi è la palese indicazione di un differente grado di concordanza delle osservazioni.

Quanto affermato in termini di principio dovrebbe ritenersi fattuale nella pratica dei laboratori forensi ma non è scontato che lo sia per la maggior parte di essi.

Per rendere ragione di quanto affermato faremo uso di semplici ragionamenti associando alle richiamate condizioni di osservazione gli strumenti, gli osservabili ed i metodi della balistica comparativa.

Diamo per scontato che due differenti armi del medesimo modello e prodotte in successione dalla stessa fabbrica (quindi con gli stessi strumenti, gli stessi operatori, immediatamente l'una all'altra) forniscano nelle prove comparative lo stesso, indistinguibile, risultato: si può, ragionevolmente, ipotizzare che una differenza, in termini di balistica comparativa, riscontrabile nel futuro sia da imputare solo ed esclusivamente alla differente storia delle due armi ed alle differenze, in termini di materiali costituenti, delle munizioni ivi esplose (la lega della capsula d'innesco quella del bossolo e della camiciatura, la tipologia di propellente, la miscela dell'innesco ed a parità di categoria merceologica il lotto differente, le condizioni di conservazione ecc).

Quindi nell'ambito di una seria analisi comparativa immediatamente successiva alla costruzione delle due armi ci aspetteremmo di rientrare in una serie di osservazioni tra esse ripetibili ossia supposte invariate le condizioni osservazione i riscontri dovrebbero fornire il medesimo risultato.

Nella pratica forense, però, si sottopongono ad osservazione comparativa elementi di test ed elementi di reperto: uno dei riconosciuti padri nobili della balistica comparativa,

il Burrard, correttamente, invitava a osservare innanzitutto la ripetibilità sugli elementi di test per poi, asserita quest'ultima, confrontare gli elementi a reperto e quelli di test allo scopo di verificarne la riproducibilità ossia riscontrare elementi comuni sugli osservabili (test *versus* reperto).

Ragionando sul modello sin qui definito possiamo affermare che la mutazione di una delle condizioni di osservazione ci conduce nel regime, quindi, della riproducibilità.

Ricorriamo ad un esempio estremo: quello di un'arma tenuta in clandestinità. Una superficiale conoscenza della materia ci induce ad ipotizzare, sulle superfici interessate ai fini comparativi, la formazione di rugginosità (che sottolineiamo essere un processo che asporta materiale e, quindi, ai fini comparativi sottrae informazione utile), di insulti meccanici (urti, ammaccature, fecce di qualsiasi natura depositate e spazzate via con gli spari, erosione dei meccanismi, depauperamento della costante elastica delle molle ecc), ragion per cui rispetto ad un'arma costruita successivamente e mantenuta nelle migliori condizioni possibili riscontreremmo una differente riproducibilità qualora comparassimo gli elementi di test delle (all'epoca) neonate armi con quelli, sempre, di test di recente fattura (qualora avessimo ben conservato le munizioni usate per i primi test).

È quindi ragionevole che per l'arma tenuta nelle migliori condizioni potremmo aspettarci una perfetta ripetibilità mentre per la sfortunata gemella clandestina il grado di riproducibilità potrebbe rivelarsi scarso o nullo.

D'altronde anche le condizioni dei bossoli e dei proiettili a reperto vanno considerate: spesso capita che medici-legali poco accorti usino estrarre con pinzette metalliche reperti *intra corpore*, disinfettarli con acqua ossigenata, lavarli con acqua corrente, asciugarli e conservarli in provette il cui tenore di umidità residuo potrebbe attivare processi di natura chimica o fungina molto aggressivi nei confronti del materiale metallico.

Un'ulteriore situazione da segnalare è quella di elementi di test e reperto afferenti a munizioni del tutto terze vuoi per lotto e conservazione, vuoi per marca e materiali.

Alla luce di ciò la valutazione differenziale propria della balistica comparativa deve tener conto, oltre, che dell'esperienza dell'operatore, anche e soprattutto di conoscenze superiori che interessano il metodo scientifico (in termini di ripetibilità e riproducibilità), la chimica e la fisica in generale e la balistica interna e la tecnologia dei materiali in particolare, conoscenze difficilmente riscontrabili in un tecnico ma di precipua formazione dello scienziato.

BIBLIOGRAFIA

(oltre ai titoli citati nelle precedenti note)

- AFTE, Committee for the Advancement of the Science of Firearm and Toolmark Identification. Theory of Identification as it Related to Toolmarks: *Revised. AFTE Journal* 43(4): 287.
- Bachrach. B. et al. A Statistical Validation of the Individuality and Repeatability of Striated Tool Marks: Screwdrivers and Tongue and Groove Pliers. *Journal of Forensic Sciences*, 55(2): 348-357
- Benjamin Bachrach *Ballistics Matching Using 3D Images of Bullets and Cartridge Cases: Final Report* Washington, 2000
- Biasotti, A. A Statistical Study of the Individual Characteristics of Fired Bullets. *Journal of Forensic Science*, 4(1): 34-50.
- Biasotti, A. and Murdock, J. Criteria for Identification or State of the Art of Firearm and Toolmark Identification. *AFTE Journal*, 16(4).
- Brackett J. W. A study of idealized striated marks and their comparisons using models. *J Forensic Sci Soc* 1970;10(1):27-56
10(1): 27-56
- Brundage, D. The Identification of Consecutively Rifled Gun Barrels. *AFTE Journal* 30(3): 438-444.
- Bunch S.G. Consecutive matching striation criteria: a general critique. *Journal Forensic Sci* 2000;45(5):955-62.
- Burd D.Q, Kirk PL. Tool marks, factors involved in their comparison and use as evidence. *J Crim Law Criminol* 1942;32:679.
- Chumbley, L.S. et al. Validation of Tool Mark Comparisons Obtained Using a Quantitative, Comparative, Statistical Algorithm. *Journal of Forensic Sciences* 55(4): 953-961.
- Deinet, W. Studies of Models of Striated Marks Generated by Random Processes. *Journal of Forensic Sciences*, 26(1): 35-50.
- Geradts Z; Keijzer J; Keereweer I; "A New Approach to Automatic Comparison of Striation Marks, *Journal of Forensic Sciences*, 1994, 39(4), pp. 974-980.
- Geradts Z. et al. *Pilot investigation of automatic comparison of striation marks with structured light* SPIE 4232, Enabling Technologies for Law Enforcement and Security, (21 February 2001)
- Geradts Z; Zaal D; Hardy H; Lelieveld J; Keereweer I; Bijhold J; "Pilot investigation of automatic comparison of striation marks with coded light", *Proceedings SPIE*, 2001, 4232, pp. 49-56.
- Gouwe J, Hamby JE, Norris SA. Comparison of 10,000 consecutively fired cartridge cases from a model 22 Glock .40 S&W caliber semiautomatic pistol. *AFTE J* 2008;40(1):57-63.
- Hamby, J., Brundage, D., Thorpe, J. The Identification of Bullets Fired from 10 Consecutively Rifled 9mm Ruger Pistol Barrels: A Research Project Involving 507 Participants from 20 Countries. *AFTE Journal*, 41(2): 99-110
- Lyons, D. The Identification of Consecutively Manufactured Extractors. *AFTE Journal*, 41(3): 246-256.
- Matty, W. A Comparison of Three Individual Barrels Produced from One Button Rifled Barrel Blank. *AFTE* 17(3): 64 69
- Miller, J. and McLean, M. Criteria for Identification of Toolmarks Part I. *AFTE Journal* 30(1):
- Miller, J. Criteria for Identification of Toolmarks Part II – Single Land Impression Comparisons. *AFTE Journal* 32(2): 116-131.
Consecutive Matching Striations (CMS): Its Definition, Study and Application in the Discipline of Firearms and Tool Mark Identification. *AFTE Journal* 35(3): 298-307
- Miller, J. and Neel, M. Criteria for Identification of Toolmarks Part III – Supporting the Conclusion. *AFTE Journal* 36(1): 7-38.
- DeFrance, C. and Van Arsdale, M. Validation Study of Electrochemical Rifling. *AFTE Journal*, 35(1): 35-37.
- Miller J, McLean M. Criteria for identification of tool marks. *AFTE Journal* 1998;30(1):15.

Murdock, J. A General Discussion of Gun Barrel Individuality and an Empirical Assessment of the Individuality of Consecutively Button Rifled .22 Caliber Rifle Barrels. *AFTE Journal* 13(3): 84-95.

Petraco, N., et al. Addressing the National Academy of Sciences' Challenge: A Method for Statistical Pattern Comparison of Striated Tool Marks. *Journal of Forensic Sciences*, 57(4): 900-911.

Petraco, N., et al. Forensic Surface Metrology: Tool Mark Evidence. *Scanning*, 33:272-278.

Smith, E. Cartridge Case and Bullet Comparison Validation Study With Firearms Submitted in Casework. *AFTE Journal*, 36(4): 130-135.

Song, J. et al SRM 2460/2461 Standard Bullets and Casings Project [J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol. **109**, 533-542 (2004)]

Song, J. et al. Development of Ballistics Identification – From Image Comparison to Topography Measurement in Surface Metrology. *Measurement Science and Technology*, 23 (2012) 054010

Thomas F. Comments on the discussion of striation matching and on early contributions to forensic firearms identification. *Journal Forensic Sci* 1967;12:1–7.

Tulleners, F.A. and J. S. Hamiel *Sub Class Characteristics of Sequentially Rifled 38 Special S&W Revolver Barrels*
https://www.academia.edu/12309195/Class_Characteristics_Individual_Characteristics_and_SubClass_Characteristics_Of_Firearms_and_their_Constituents