

Le principali tecniche di indagine della Polizia scientifica. Cenni.

di Francesco Squillace



Il principio del *favor rei* informa il nostro ordinamento assegnando la prevalenza dell'interesse dell'imputato rispetto all'interesse punitivo dello Stato. Conferma della centralità delle garanzie per l'imputato emerge chiaramente dal co. 2 dell'art. 530 c.p. (Il Giudice pronuncia la sentenza di assoluzione anche quando manca, è insufficiente o è contraddittoria la prova che il fatto sussiste), ma anche dal co. 3 dell'art. 527 c.p. (prevalenza della decisione più favorevole all'imputato a parità di voti del Collegio giudicante) e dall'art. 621 c.p. (esecuzione della condanna più lieve).

Appare perciò opportuno contestualizzare brevemente le principali tecniche della Polizia Scientifica nell'ambito dell'attività investigativa del Pubblico Ministero che infatti, come organo inquirente, dirige e svolge le indagini finalizzate all'accertamento del fatto e all'individuazione del colpevole.

Per svolgere questa attività il Pubblico Ministero è supportato dalla polizia giudiziaria e, alla bisogna, può richiedere il supporto della polizia scientifica per un sopralluogo tecnico.

Come anticipato, in quanto parte imparziale, le indagini del Pubblico Ministero sono finalizzate anche all'acquisizione di elementi probatori favorevoli all'indagato, ai sensi dell'articolo 358 c.p.p., e non solo di quelle volte a dimostrarne l'eventuale coinvolgimento nei fatti ovvero la colpevolezza.

Perciò, in questo contesto di tutele, solo il Pubblico Ministero ha la facoltà di richiedere alcune attività investigative che non può delegare ad altro organo, tra cui possono essere annoverate le intercettazioni (per giunta su autorizzazione del Giudice per le Indagini Preliminari); gli accertamenti tecnici non ripetibili, in quanto potrebbero sfociare in un incidente probatorio che può essere azionato solo dal parte del Pubblico Ministero; le ispezioni personali (che la Polizia Giudiziaria non può compiere di sua iniziativa); ecc.

In quest'ambito, i più rilevanti atti che il Pubblico Ministero può disporre per acquisire elementi di prova, relativi al fatto reato per cui si procede sono, tra gli altri: i citati accertamenti tecnici non ripetibili, ai sensi dell'articolo 360 c.p.p.; il prelievo coattivo di campioni biologici su persone viventi, ai sensi dell'articolo 349, co. 2bis c.p.p., dell'art. 359bis; l'individuazione di persona, ai sensi dell'articolo 361 c.p.p.; le consulenze tecniche, ai sensi dell'articolo 359 c.p.p.; i confronti, ai sensi dell'articolo 364 c.p.p.; le intercettazioni telefoniche ambientali e di flussi informatici, ai sensi dell'articolo 266 c.p.p. e seguenti.



Richiamato l'ambito delle tutele per l'imputato e le prerogative del Pubblico Ministero durante le attività investigative, bisogna specificare che l'operatore della polizia scientifica può effettuare la maggior parte degli accertamenti anche senza l'autorizzazione diretta del Magistrato, avendo la legislazione italiana contemplato il *carattere di irripetibilità e di urgenza* che può caratterizzare varie circostanze di indagine.

Vediamo, quindi, le principali tecniche in uso, in una successione di teorico impiego sulla scena criminis riconducibili all'identificazione delle persone, anche con rilievo dattiloscopici, fotografici e antropometrici (art. 349 c.p.p.) e, quindi, all'effettuazione di *rilievi urgenti* su cose e persone (art. 354 c.p.p.):

- a. Indagini biologiche: ricerca di sostanze organiche (tracce biologiche come sangue, saliva, sudore, esfoliato epidermico, formazioni pilifere, liquido seminale e altri umori, ecc.) per l'analisi di genetica forense del DNA (totale o del cromosoma Y);
- b. *Bloodstain Pattern Analysis*;
- c. Analisi delle tracce non visibili (Lampada crimescope e Luminol);
- d. Ricerca di impronte papillari latenti e loro esaltazione (mezzi chimici: DFO ed esteri cianoacrilici);
- e. Analisi di tipo balistico delle armi da sparo, di bossoli, ogive e dei residui dello sparo;
- f. Analisi merceologiche forensi e su terreni;
- g. Analisi sulle droghe;
- h. Indagini su esplosivi e infiammabili;
- i. Indagini elettroniche;
- j. Indagini di medicina legale e su vittime di disastri (*Disaster Victim Identification - D.V.I.*).

Di seguito si analizzeranno sinteticamente le prime 5 tecniche.

- a. Analisi di genetica forense del DNA

Le analisi di genetica forense sono accertamenti per tipizzare tracce biologiche rilevate sulla scena criminis - oppure quando devono essere eseguite operazioni di cui agli artt. 224 (citazione del Perito con ordinanza motivata del Giudice) e 224bis (esecuzione di perizie che necessitano il compimento di atti idonei ad incidere sulla libertà personale) - e si dividono in *Analisi DNA autosomico nucleare, analisi del cromosoma Y, analisi del DNA mitocondriale*.

Il concetto di base su cui queste analisi si basano è che in ogni individuo la sequenza del DNA nucleare si ripete in tutte le cellule dell'organismo, andando così a rappresentare un caratteristico profilo di identità biologica individuale. Non appare però mai auspicabile dover ricavare queste





informazioni da piccolissime tracce, in quanto la possibilità di ripetere l'esame è una delle condizioni a favore della validità statistico-probabilistica dei risultati.

Superato il problema della quantità di campione, basta analizzare 16 loci (o regioni ripetitive del DNA) diffusissime nel nostro genoma, ossia le *Short Tandem Repeats* (STR), per identificare un determinato individuo in maniera univoca.

Quindi, il risultato delle indagini, estese a un congruo numero di loci genetici, genera il cosiddetto *profilo genetico individuale* utile per la diagnosi di identità ed eventualmente di paternità/maternità.

Più alto è il numero delle regioni esaminate, minore sarà la probabilità che detto profilo possa essere condiviso da altre persone. Lo statuto scientifico di questa analisi, come evidenziato in altro Tema di questa prova, resta probabilistico seppur estremamente attendibile, tanto che con l'analisi di 16 loci marcatori si va incontro a 1 possibilità su 1×10^{-16} che due individui (non gemelli omozigoti) abbiano lo stesso profilo genetico.

Questo aspetto è rafforzato dal punto di vista biochimico in quanto la molecola del DNA nucleare subisce processi degradativi molto veloci, tanto che un campione reperito durante un sopralluogo di un crimine, e custodito senza le dovute precauzioni, può degradarsi anche nel giro di 24-48 ore, rendendo impossibile la determinazione del suo profilo genetico, anche per l'affastellarsi nel campione di DNA esogeno di microorganismi che prolifereranno su di esso.

Differentemente dal DNA nucleare, i *polimorfismi del cromosoma Y*, trasmettendosi per via patrilineare, sono particolarmente utili per le analisi di esclusione e, specificatamente, detta analisi Y-STR consente il recupero di preziose informazioni genetiche nei casi di stupro, anche se in commistione del DNA della vittima o in presenza di tracce biologiche apportate da più uomini.

Il DNA mitocondriale - che caratterizza la via matrilineare - presenta il vantaggio derivante dalla disponibilità di un elevato numero di copie per cellula, cosa che rende più facile il reperimento di copie integre da analizzare anche in reperti mal conservati e presenta utilità quando si vogliono studiare individui imparentati in linea materna.

Il D.P.R. 17/04/2016 n. 87 riporta le misure relative al funzionamento e all'organizzazione della *Banca dati nazionale del DNA* e del *Laboratorio centrale per la Banca dati del DNA* – che sono stati istituiti con la Legge di Ratifica del Trattato di Prün, L. 30/06/2009, n. 85 – oltre a specificare le modalità di prelievo del DNA, la gestione, tipizzazione, conservazione e cancellazione dei profili del DNA, la disciplina per l'accesso informatico al **Co.D.I.S.** (*Combined DNA Index System*) e al Laboratorio centrale nonché le attribuzioni di responsabilità e le competenze tecnico-professionali del personale addetto.

La Banca dati nazionale del DNA ed il suo sistema informatico Co.D.I.S., ha la finalità di facilitare l'identificazione degli autori dei delitti, delle persone scomparse, nonché per le finalità di collaborazione internazionale di Polizia.

Per le finalità di cui sopra, il trattamento dei dati personali è relativo al profilo del DNA ottenuto da:

- Consanguinei;
- Soggetti di cui all'articolo 9, commi 1 e 2 della Legge 30 giugno 2009 n. 85, come di seguito specificati:



- a) I soggetti ai quali sia applicata la misura della custodia cautelare in carcere o quella degli arresti domiciliari;
- b) I soggetti arrestati in flagranza di reato o sottoposti a fermo di indiziato di delitto;
- c) I soggetti detenuti o internati a seguito di sentenza irrevocabile, per un delitto non colposo;
- d) I soggetti nei confronti dei quali sia applicata una misura alternativa alla detenzione a seguito di sentenza irrevocabile, per un delitto non colposo;
- e) I soggetti ai quali sia applicata, in via provvisoria o definitiva, una misura di sicurezza detentiva.

La tipizzazione del DNA dei soggetti di cui ai punti a) b) c) d) e) può essere effettuato esclusivamente se si procede nei confronti dei soggetti per delitti, non colposi, per i quali è consentito l'arresto facoltativo in flagranza.

Disponendo di questa Banca dati, quando uno specialista della Polizia Scientifica inserisce al suo interno il profilo genetico raccolto sulla scena del crimine, se esso fa match con un record già presente nel database gli inquirenti disporranno anche della completa anagrafica del soggetto.

b. *Bloodstain Pattern Analysis*

Le macchie di sangue sono classificate in tre tipi fondamentali: *macchie passive*, *macchie di trasferimento* e *macchie proiettate o da impatto*.

Le *macchie passive* comprendono gocce, colate e pozze e derivano tipicamente dalla forza di gravità.

Le *macchie da trasferimento* derivano da oggetti che entrano in contatto con macchie di sangue esistenti e lasciano tracce, strisciate o disegni di riporto, come l'impronta di una scarpa che ha calpestato lo stesso sangue della vittima, oppure le tipiche strisciate che può lasciare corpo trascinato sul pavimento.

Le *macchie da impatto* derivano da sangue proiettato nell'aria e sono solitamente visibili come schizzi, ma possono anche includere numerose e fini goccioline, se il sunto traumatico procedeva ad altissima velocità, o zampilli con proiezione distante (spray arterioso), se non addirittura a traiettoria pulsante, nel caso in cui ad essere attinto sia proprio un grosso vaso arterioso.

In quest'ottica, il corpo di un soggetto colpito, ed interamente attraversato da un proiettile esploso da un'arma da fuoco, ad esempio, tenderà a diffondere nella scena del crimine schizzi e tracce ematiche differenti: quelle provenienti dal foro di entrata e quelle provenienti dal foro di uscita. Quest'ultima situazione si registra nel caso in cui l'ogiva non scarichi tutta la sua energia cinetica durante il transito nel corpo della vittima, ma attraversi completamente il corpo proseguendo la sua corsa al di fuori di esso.

In genere, gli schizzi in avanti (foro di entrata) sono una nebbia sottile (causa dell'altissima velocità con cui il proiettile impatta con il corpo, mentre gli schizzi all'indietro (foro di uscita) sono più grandi e meno numerosi, in quanto il proiettile che effettua la sua "passata" scarica la maggior



parte della sua energia nei tessuti e negli organi della vittima (questi elementi rientrano del campo di studi della balistica terminale).

Nel caso venga attinto il parenchima polmonare, ad esempio, l'emorragia potrebbe presentare inclusioni di aria, dovute alla specificità dell'organo, segnalate a livello di macchie ematiche dalla presenza delle tracce circolari di minuscole bollicine nelle macchie.

Più nello specifico, sulla *scena criminis* si può rilevare una diversa distribuzione geometrica e spaziale delle macchie, a seconda della tipologia di aggressione subita dalla vittima e dell'arma utilizzata e di altri fattori relativi alla parte del corpo riguardata dal sunto traumatico, dalla compressione fisica della vittima, ecc.

Nello specifico, ad esempio, le lesioni penetranti da arma bianca (pugnalate) formano macchie più piccole e lineari rispetto a quelle cagionate da un grosso oggetto contundente, come un pesante martello, perché sono causate da superfici relativamente piccole, si pensi alla superficie della lama di un coltello o un cacciavite.

Per questa loro caratteristica dimensionale, le armi da punta e da taglio captano meno sangue quando vengono estratte dal corpo della vittima, seppur possano ugualmente provocare un ampio ventaglio di lacerazioni, dalle più lievi alle più gravi.

Tra le prime vengono contemplate l'emorragia dovuta a lesioni di basso grado a carico di un organo solido, a una minima lacerazione vascolare oppure a lacerazione di un viscere cavo a basso volume. Va comunque notato che la lacerazione di un viscere cavo, a seguito di lesioni penetranti da arma bianca, consente al contenuto gastrico, intestinale o vescicale di entrare nella cavità peritoneale, causando una peritonite.

Le lacerazioni più gravi, soprattutto se numerose, sono potenzialmente capaci di causare un'emorragia massiva interna intraperitoneale o retroperitoneale, con shock, acidosi e coagulopatia e, per questa via, finanche la subitanea morte dell'assalito.

Per ricavare informazioni utili alla ricostruzione della dinamica dell'aggressione, che infatti può essere caotica, gli specialisti analizzano le macchie di sangue presenti sulla scena del crimine.

In generale la forma della macchia varia da circolare a ellittica: al variare dell'angolo di impatto, infatti, cambia anche l'aspetto della macchia risultante. Ad esempio, una goccia di sangue che colpisce una superficie liscia con un angolo di 90° produce una macchia quasi circolare.

Misurando la larghezza e la lunghezza della macchia, gli specialisti della Polizia Scientifica possono calcolare l'angolo di impatto, aiutando gli investigatori a determinare le azioni che possono aver avuto luogo sulla scena del crimine.

Per cooperare alla ricostruzione degli eventi che hanno causato lo spargimento di sangue, gli specialisti usano proprio la direzione e l'angolo degli schizzi per stabilire il punto di inizio dello spargimento di sangue e anche la posizione reciproca di vittima e assalitore.

Gli specialisti della Polizia Scientifica che analizzano le macchie di sangue utilizzano, quindi, metodi scientifici consolidati per esaminare le macchie di sangue sulla scena criminis e hanno cura che tutti i test che effettuano possano essere riproducibili, a garanzia dell'accuratezza e della scientificità dell'indagine.



c. Analisi delle tracce non visibili (Luce forense e *Luminol*)

Per le tracce biologiche non visibili può utilizzarsi una fonte di **luce forense con lampada allo xeno nello spettro UV** (da 350 a 670 nm suddiviso in 13 lunghezze d'onda principali) quale la "CrimeScope CS-16-500W", in grado di rilevare impronte digitali (su superfici porose o non porose), fluidi corporei, danni sulla cute, impronte di scarpe, residui di polvere da sparo, frammenti di ossa, droghe, ecc. grazie alla combinazione tra 12 filtri e all'opportuno uso di occhiali di protezione supplementari di diversi colori a seconda delle tracce da cercare.

Il **Luminol**, invece, consiste in un liquido che vaporizzato sulle superfici in un ambiente perfettamente buio sviluppa una luminescenza che, attraverso il perossido di idrogeno, reagisce con le sostanze organiche.

Ad agire da catalizzatore nella luminescenza è il ferro contenuto nell'emoglobina del sangue. Però, siccome il luminol reagisce con tutte le sostanze ferrose, inclusa la ruggine, può segnalare falsi positivi che dovranno essere fugati in laboratorio.

Un altro aspetto negativo del Luminol è che danneggia le sostanze organiche in cui si possono trovare tracce di DNA, perciò, bisogna valutarne attentamente il *momento* dell'utilizzo alla luce delle fasi di repertazione precedenti e nel caso in cui si prospetti l'ipotesi di ripetere il sopralluogo tecnico.

d. Ricerca di impronte papillari latenti e loro esaltazione

Generalmente dopo l'acquisizione di sostanze organiche si passa alla *ricerca di impronte papillari latenti* attraverso polveri per il rilievo delle medesime. La polvere più utilizzata è quella d'alluminio argentata, poi quella nera e quella rossa. Per le superfici cartacee si utilizza la polvere magnetica di colore nero.

Le superfici sulle quali si possono fare ricerche di impronte papillari sono quelle lisce e levigate, come ceramica o il vetro, ma anche sulla carta possono essere rilevate impronte.

Una volta asperse di polvere le superfici, la polvere aderisce alla sostanza grassa e umida che costituisce le impronte digitali, evidenziandone l'univoco disegno sulla superficie su cui sono state lasciate. Esse saranno poi asportate con appositi adesivi e repertate per i confronti e le analisi di laboratorio.

Su autorizzazione del Magistrato competente si può, altresì, procedere con l'*esaltazione chimica* delle impronte papillari latenti in modo da poter procedere con lo sviluppo di impronte anche non recenti, disidratate dal tempo, e che sfuggono, perciò, alla rilevazione con le polveri.

Vengono a tal fine utilizzati reagenti per aminoacidi, che sono una componente proteica delle impronte latenti e che appare stabile e poco soggetta a deteriorarsi con il tempo.

A tal fine si usa:

- la **ninidrina**, un reagente che, a contatto con gli aminoacidi dell'impronta, forma un composto chimico colorato. La *ninidrina* può essere vaporizzata sul reperto oppure fatta agire immergendo il reperto in essa.

- il **DFO** ossia *1,8-diazafluoren-9-one* è un chetone aromatico che, rispetto alla ninidrina, ha l'indubbio pregio di non deteriorare le eventuali tracce di DNA presenti sul reperto e, in più, di non interferire con successive analisi con la stessa ninidrina, il nitrato d'argento o sviluppatore fisici.

Laddove, invece, il reperto (liscio, compatto, non poroso) da analizzare può essere spostato presso il laboratorio della Polizia Scientifica, questa, per porre in evidenza eventuali impronte papillari latenti, può utilizzare una camera di sviluppo in cui il reperto viene esposto ai **vapori di cianoacrilato** in condizioni di umidità controllata dell'80%.

Il cianoacrilato al 98-99%, evaporando, viene attinto selettivamente dalle componenti sebacee dell'impronta con cui forma un composto chimico di colore bianco, che permette un sufficiente contrasto.

A seguire, dopo il trattamento con la tecnica dei vapori cianoacrilici, il contrasto dell'impronta può essere migliorato utilizzando **coloranti fluorescenti** come la *fluorescina* e la *rodamina 6G* o il **processo di metallizzazione in alto vuoto** che, scurendo la superficie tra una cresta e l'altra del disegno papillare esaltato dai vapori cianoacrilici, rende l'impronta ancora più nitida.

e. Balistica forense

La balistica forense prevede svariate attività. Tra queste le principali sono:

- identificazione classificazione e verifica del funzionamento delle armi (balistica interna);
- ricostruzione delle traiettorie, anche con fasci di luce laser, dei rimbalzi, degli attraversamenti di superfici e della stessa struttura corporea delle vittime attinte dai proiettili (balistica esterna);
- valutazione delle distanze di sparo attraverso la valutazione della distribuzione della nube di particelle che si spande, allargandosi nell'ambiente con una forma conica, dalla volata dell'arma;
- ripristino delle matricole abrase con metodi chimici (acidi), elettrolitici e magnetici, volti a fare riemergere, giusto il tempo di acquisirne reperto fotografico, la matricola dell'arma cancellata con metodi meccanici;
- comparazione di proiettili e bossoli (analisi al microscopio delle microstriature sull'ogiva estratta dal corpo della vittima e comparazione con quella esplosa, in laboratorio, in un blocco di gelatina balistica o in acqua utilizzando, ad esempio, un'arma sequestrata all'indagato; analisi della forma dell'impronta del percussore sulla capsula dell'innesco del bossolo ovvero, in caso di armi semiautomatiche o automatiche, dei segni lasciati dall'estrattore sul fondello del bossolo espulso). Tutte comparazioni effettuate anche grazie alla banca dati **I.B.I.S. "Integrated Ballistics Identification System"** e della sua evoluzione in tre dimensioni **"IBIS Trax-HD3D"**;
- analisi e interpretazione chimico fisica dei residui di sparo, soprattutto di quelli dell'innesco. Le particolari miscele chimiche sensibili all'urto del percussore durante le condizioni



termodinamiche della loro esplosione al momento dello sparo provocano, per brinamento, particelle solide peculiari (contenenti bario, antimonio, ferro, ecc.) che si diffondono nell'ambiente depositandosi sulle mani e sui vestiti dello sparatore, ma anche sulla vittima e dintorno. Acquisendo dalle superfici da controllare, con il metodo dello STUB, queste particelle ed analizzandole con un microscopio elettronico a scansione con sonda a raggi X (analisi EDX, che in più presenta il vantaggio di non essere un'analisi distruttiva del campione e che non necessita di una sua particolare preparazione per essere analizzato), è possibile stabilire con ottime probabilità se le particelle sono realmente residui di sparo oppure altri composti simili che possono essere contenuti in prodotti chimici di legittimo utilizzo come i ritardanti antincendio, alcune formulazioni insetticide, talune pasticche di freni, ecc.

Questo non esaustivo riepilogo delle principali tecniche di analisi scientifiche ad uso della Polizia scientifica pone in evidenza l'utilità dell'impiego dei metodi standardizzati e validati dalla comunità internazionale al fine della miglior compressione del rischio di errore umano, della verifica delle testimonianze, della ricostruzione delle scene criminis e della dinamica dei casi più complessi, dello svelamento dei tentativi di inquinamento delle prove o della loro manipolazione, a tutto vantaggio dell'identificazione dei responsabili e della presentazione in Tribunale, nel rispetto delle regole del Diritto processuale, di un accurato e oggettivo panel di prove a supporto dell'affermazione di una verità processuale epistemologicamente sempre più affidabile.

F. Squillace, *Ph.D.*
Criminologo clinico



Bibliografia minima

McClure D., *Report: Focus Group on Scientific and Forensic Evidence in the Courtroom*, (online) 2007, <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/grants/220692.pdf>

Procaccianti S., Seidita G., Procaccianti P., *Genetica e laboratorio di medicina legale*. In M. Zagra, A. Argo, B. Madea, P. Procaccianti (a cura di), *Medicina legale orientata per problemi* (pp. 387-409). Elsevier, Milano, 2011

Trotta M., *La Polizia Scientifica*, Master in Criminologia Clinica e Scienze forensi, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa, 2022/2023 <https://www.doccity.com/it/master-criminologia-trotta-2023/10498652/>

Whitley R., Figarelli D., *A Simplified Guide To Bloodstain Pattern Analysis*, (online) GFJC 2013, National Forensic Science Technology Center (NFSTC) under a cooperative agreement from the Bureau of Justice Assistance (BJA), USA <https://www.forensicsciencesimplified.org/blood/BloodstainPatterns.pdf>