

UNIVERSITA' DI PISA



FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA
CORSO DI LAUREA IN MEDICINA E CHIRURGIA

***Elementi di interesse medico legale nel
sopralluogo giudiziario***

Il Relatore

Chiar.mo Prof. Ranieri Domenici

Il Candidato

Laura Roas

Anno Accademico 2008 – 2009

INDICE

1) CENNI STORICI	pag. 3
2) SOPRALLUOGO GIUDIZIARIO	pag. 8
3) INQUADRAMENTO LEGISLATIVO DEL SOPRALLUOGO GIUDIZIARIO	pag. 12
4) METODOLOGIA DEL SOPRALLUOGO MEDICO-LEGALE	pag. 17
- <i>Esame dell'ambiente in cui viene rinvenuto il cadavere</i>	pag. 22
- <i>Esame del cadavere</i>	pag. 28
- <i>Esame delle tracce</i>	pag. 34
- <i>Rimozione del cadavere e conclusione del sopralluogo</i>	pag. 51
5) SU UNA TECNICA SPECIALE DI SOPRALLUOGO: BLOODSTAIN PATTERN ANALYSIS	pag. 53
6) TIPO DI SCENA DEL REATO E PROBLEMI ASSOCIATI	pag. 71
DELITTI CON ARMA DA FUOCO	pag. 71
- <i>Caratteristiche dell'arma da fuoco</i>	pag. 71
- <i>Tracce e reperti balistici</i>	pag. 75
- <i>Le indagini di laboratorio</i>	pag. 80
- <i>Utilizzo della tecnica Bloodstain pattern analysis nei delitti con arma da fuoco</i>	pag. 85
7) CONCLUSIONI	pag. 88
APPENDICE	
<i>I data base di riferimento per l'identificazione delle armi da fuoco</i>	pag. 91
BIBLIOGRAFIA	pag. 96

CENNI STORICI

La medicina legale nacque e si sviluppò seguendo il naturale processo evolutivo delle conoscenze mediche e degli ordinamenti giuridici di quei popoli i quali, sino da epoche remote, attinsero dalla medicina le nozioni utili alla loro legislazione, lasciando di sé notizie scritte, ossia storiche, incise su tavole di pietra e di bronzo, tramandate sino ai giorni nostri. In effetti, fin dalla notte dei tempi si sono svolte pratiche evocanti l'attuale prassi medico-legale, anche se la figura del medico, risultava spesso non ben delineata da un punto di vista professionale, ed era in molti casi scavalcata dalla figura del giudice.

Elementi di medicina legale sono reperibili nei più antichi documenti a noi pervenuti da tutti i popoli civili dell'antichità. Procedure giudiziarie assimilabili all'odierno sopralluogo esistevano già nell'antico Egitto, come si desume dai papiri di Oxyrinchus, risalenti al II e III secolo, che riportano le ispezioni sul luogo del reato, cui partecipavano il magistrato locale (*stratego*), due rappresentanti del luogo in qualità di testimoni, un funzionario pubblico con mansioni di cancelliere, lo scriba (*nomografo*) che stendeva il verbale, nonché il perito che poteva essere il medico pubblico distrettuale e un medico libero esercente. Tuttavia è nel periodo tardo romano (130-325 d.C.) che questa attività si perfezionò a tal punto

che i sopralluoghi giudiziari si facevano per i casi di morti violente, di lesioni personali o di infortuni e si procedeva a visite fiscali per il risarcimento dei danni alla persona. Tra l'altro, considerato che l'autopsia era un atto straordinario, i cadaveri di soggetti deceduti per morte violenta o inattesa venivano esposti al pubblico per due giorni affinché tutti avessero la possibilità di esprimere un giudizio sulla causa del decesso.

Nel primo Medioevo, nonostante l'influenza esercitata dal diritto romano sulle legislazioni barbariche, non risulta provato l'intervento del medico nel processo giudiziario. Solo agli inizi del XIII secolo comincia ad affermarsi l'importanza della perizia nell'istruttoria processuale ad opera dei Pontefici romani, di cui è traccia nelle *Decretali* di Innocenzo III (1209), e di Gregorio IX (1234). Norme riguardanti l'intervento dei periti nei procedimenti giudiziari davanti ai fori criminali e civili vennero emanate dalle *Constitutiones augustales* di Federico II (1231). L'organizzazione peritale si diffuse nelle città medioevali dell'Occidente tra la metà del 1200 ed i primi del 1300 e gli *Statuti comunali* prevedevano l'opera del medico ogni qualvolta si doveva istruire un processo per lesioni personali, per morte violenta, per veneficio o per stupro. Si formò in molte città un corpo specializzato di periti giurati, detti "medici delle ferite" (*medici plagarum*) e si eseguirono autopsie giudiziarie, ordinate dall'Autorità inquirente per fare luce sulle morti criminose o sospette tali, quando ancora non era

ufficialmente consentita la dissezione dei cadaveri a scopo di indagine anatomica. Fiorì in quei tempi e nei successivi la *Chirurgia forense*, consacrata ai referti e ai rapporti medico-legali, cui si dedicavano quei chirurghi che avevano il compito di stabilire la natura, la gravità e la letalità delle lesioni. Il sopralluogo ebbe una parte importante nella procedura penale della Cina in epoca corrispondente al nostro Medioevo. A tal riguardo, si ha notizia di un manuale di tecnica di sopralluogo, lo *Shi-Yang-Lu* (1217), scritto per fissare le regole di ispezione e rimozione del cadavere.

La tecnica del sopralluogo andò perfezionandosi nei secoli seguenti fino all'epoca moderna quando, nella seconda metà dell'Ottocento, i Codici di Procedura Penale, tenendo a guida le indicazioni scientifiche e pratiche della medicina legale, dettero una regolamentazione assai precisa circa la ricognizione dei cadaveri nei casi di sospetto reato. Le Scuole di criminalistica, sorte fiorenti tra la fine dell'Ottocento e i primi del Novecento, specialmente in Francia, in Italia e Svizzera, portarono contributi notevoli allo studio teorico-pratico del sopralluogo giudiziario, che nel frattempo aveva assunto importanza scientifica crescente nell'ambito dell'inchiesta giudiziaria, come fonte di informazioni utili per una più precisa caratterizzazione dei delitti e dei loro colpevoli. In Francia, Bertillon (1897) ideò un metodo di segnalamento antropometrico per

l'identificazione dei recidivi (bertillonage), che fu poi completato dal metodo dattiloscopico, già proposto da Gallaton nel 1892 e perfezionato agli inizi del 1900 da Gasti. In Italia, Ottolenghi fondò la Polizia scientifica (1907) e sostenne il principio che nella lotta contro il delitto non bastavano le ricerche tecniche di laboratorio, ma occorreva una conoscenza approfondita di elementi di antropologia e psicologia.

Si affermò successivamente la teoria dell'interscambio avanzata da Locard (1931) secondo la quale il delinquente lascia sempre qualcosa sulla scena del delitto e nello stesso tempo porta con sé qualcosa che prima non aveva. La tecnica ispettiva del sopralluogo assunse la veste scientifica di una semeiotica giudiziaria indirizzata alla descrizione fedele di ciò che era stato trovato sul luogo del delitto. L'applicazione di questi principi portò a considerare il sopralluogo una specie di messaggio, la cui chiave di lettura deriva strettamente dall'esame accurato dei reperti raccolti sulla scena del delitto, rappresentando l'atto primo e fondamentale di ogni inchiesta giudiziaria e la base indispensabile di ogni altra indagine successiva. Significativi e rilevanti contributi alla tecnica del sopralluogo furono apportati da discipline quali l'antropologia, l'antropometria, e dal costante progresso delle tecniche analitiche di laboratorio, della segnaletica e dei sistemi di identificazione. In questo l'uso della fotografia segnò una importante rivoluzione nella tecnica del sopralluogo, rendendo più agevole

la fissazione dei vari aspetti della scena del crimine. Le regole per l'esecuzione del sopralluogo giudiziario vennero stabilite ed ordinate secondo una visione metodologica articolata in quattro fasi: l'atto di accesso ispettivo e l'esame della località, descrizione verbalizzata dello stato dei luoghi, documentazione grafica delle cose trovate e descritte, la ricerca ed il prelievo delle tracce e dei corpi del reato. Tali istruzioni vennero descritte e regolamentate da due Circolari, una del Ministro della Giustizia (24/07/1910) ed una della Direzione generale di Pubblica Sicurezza (1/02/1923), al fine di evitare le frequenti contestazioni sui dettagli della scena del crimine, considerato il fatto che spesso i sopralluoghi si limitavano alla raccolta di macchie e di impronte.

SOPRALLUOGO GIUDIZIARIO

Il sopralluogo giudiziario è la risultante di un complesso di operazioni, condotte con metodologia scientifica, finalizzate ad individuare, raccogliere e fissare tutti gli elementi utili alla ricostruzione dell'evento ed all'identificazione dell'eventuale reo. Tale momento rappresenta dunque inevitabilmente il punto di partenza di fondamentale importanza ai fini della comprensione dell'evento criminoso. Il valore e l'input alle indagini che può fornire la realizzazione di un efficiente sopralluogo sono inestimabili. *“Non si può giungere a formulare delle ipotesi sul reato, sulle modalità con le quali si è svolto, sul reo, se non si sono raccolti i dati di fatto, i quali costituiscono il punto di partenza inconfutabile delle ipotesi o delle intuizioni”* (Ottolenghi, 1932). Esso ha, pertanto, un duplice scopo: l'identificazione e la determinazione del contenuto dell'ambiente dove si è verificato presumibilmente il reato e la ricerca delle prove del reato e delle tracce di chi lo ha commesso. Con l'evoluzione delle scienze, in genere, tuttavia, il potenziale del lavoro effettuabile sul luogo del delitto, finalizzato ad ottenere in breve tempo il maggior numero di dati possibile, è notevolmente aumentato. Ora, non solo si deve prospettare la presenza del medico-legale sulla scena del crimine, al fine di fornire iniziali ipotesi su

causa e modalità della morte, ma anche quella di un gruppo nutrito di esperti in scienze forensi. La scena del crimine non si estingue in quella presente nell'immaginario collettivo: un cadavere rinvenuto all'interno di un appartamento, scannato, magari con segni di violenza sessuale. Ma scene del crimine riguardano anche il rinvenimento di cadaveri carbonizzati, di cadaveri in aperta campagna, talvolta in avanzato stato di decomposizione o, addirittura, di resti scheletrici occultati in fosse scavate decenni prima nell'hinterland delle grandi metropoli. Dunque è necessario formare e reclutare specialisti quali l'antropologo forense, il botanico forense, lo specialista in tracce ematiche, e così via. Il responsabile della scena del crimine dovrà quindi coordinare gli esperti al fine di ottimizzare la qualità e la quantità di informazioni immediatamente disponibili sul luogo. Tutto ciò può essere ulteriormente potenziato dall'ausilio di tecniche informatiche oggi a disposizione che, sempre indirizzate dalle conoscenze scientifiche forensi, aiutino a rendere la scena del crimine un vero "ritratto", addirittura rivisitabile, e a ricostruire la dinamica degli eventi. Questo argomento è forse ancora nota dolente per il sistema italiano che non prevede l'addestramento di specialisti nei singoli campi delle scienze forensi, se non in modo del tutto sperimentale; esistono comunque linee guida per il sopralluogo medico legale redatte da enti quali il GIPF (Gruppo italiano di patologia forense) alle quali il medico può attingere per

avere un quadro chiaro di come si debbano svolgere le varie parti del sopralluogo.

Le indagini tecniche prevedono due fasi distinte, la fase del rilevamento e quella dell'accertamento. La fase del rilevamento è quella in cui sostanzialmente si effettua la "ricerca degli indizi", quella cioè in cui gli operatori di polizia scientifica si limitano alla acquisizione dei dati e degli elementi materiali, senza alcuna elaborazione o valutazione critica degli stessi; mentre attraverso la fase dell'accertamento, gli indizi si trasformano in prove mediante procedimenti analitici e metodiche di laboratorio.

Gli indizi sono solitamente classificati in determinabili e indeterminabili.

Per indizi determinabili vengono intesi quelli che, per la loro evidente natura fisica e struttura, possono essere identificati grazie a un semplice, ma sempre attento, esame ad occhio nudo o con l'ausilio di lenti d'ingrandimento. Essi in genere esprimono una relazione con l'oggetto o la persona che li hanno prodotti e il loro rilevamento permette di determinarne immediatamente la natura; si pensi alle impronte digitali, ai bossoli, alle scritte e così via. Gli indizi cosiddetti indeterminabili, invece, sono quelli la cui natura o struttura può essere rilevata solo da analisi complete di laboratorio; si pensi a pillole sconosciute a sostanze di varia natura depositate sul fondo di bicchieri o a macchie di sostanze organiche o inorganiche.

Compito del medico legale è quindi identificare tali indizi e procedere al loro campionamento in modo chiaro e dettagliato tanto da potersene avvalere successivamente nel corso delle indagini.

Da quanto appena descritto si evince come il momento del sopralluogo sia atto di fondamentale importanza contrassegnata dalla sua irriproducibilità nella raccolta di indizi che successivamente potrebbero essere persi o alterati irrimediabilmente.

**INQUADRAMENTO LEGISLATIVO DEL SOPRALLUOGO
GIUDIZIARIO**

Le indagini riguardanti un'ipotesi di reato hanno inizio a partire dalla scena del crimine. L'intervento sul luogo del delitto, cioè il sopralluogo giudiziario, coinvolge o dovrebbe coinvolgere un insieme di esperti in Scienze Forensi, atti ognuno a raccogliere informazioni, repertare e conservare indizi probatori. I successivi passi verso la risoluzione del caso portano necessariamente alla separazione della squadra di esperti, ognuno operante nel settore di sua competenza. Il medico legale nel corso dei primi accertamenti è particolarmente importante per l'esame dei luoghi, per la ricerca e l'eventuale repertazione delle tracce biologiche, nonché per l'acquisizione dei dati relativi alla cronologia della morte, alla causa ed ai mezzi produttori della medesima, la cui adeguata valutazione, anche comparativa in successiva sede autoptica, può essere risolutiva ai fini della ricostruzione dell'evento criminoso.

Il sopralluogo rappresenta un'indagine diretta prevista nell'ambito degli accertamenti urgenti, costituendo un "mezzo di ricerca della prova" (art. 244 c.p.p.). Per prova può intendersi la verifica positiva effettuata dal giudice su una certa circostanza, essa può avvenire attraverso i mezzi più diversi (perizia, testimonianza ecc.). Le cose o persone che consentono tale

verifica potranno definirsi “fonti di prova” mentre gli atti processuali attraverso i quali si opererà la verifica sono i mezzi di prova.

Per definire le fonti di prova e i mezzi di prova, sarà necessario utilizzare i mezzi di ricerca della prova che rientrano nelle funzioni della polizia giudiziaria (art. 55 c.p.p. comma 1) “la polizia giudiziaria deve, anche di propria iniziativa, prendere notizia dei reati, impedire che vengano portati a conseguenze ulteriori, ricercarne gli autori, compiere gli atti necessari per assicurare le fonti di prova e raccogliere quant’altro possa servire per l’applicazione della legge penale. Svolge ogni indagine e attività imposta disposta o delegata dall’autorità giudiziaria...”.

Anche successivamente alla comunicazione del reato, la polizia giudiziaria continua a svolgere le funzioni indicate nell’art. 55 c.p.p., raccogliendo ogni elemento utile alla ricostruzione del fatto, nell’ambito di una più ampia attività di “assicurazione delle fonti di prova” (art. 348 c.p.p.) la quale prevede la preservazione dello stato dei luoghi, la ricerca delle tracce relative al reato e la loro conservazione, nonché la ricerca delle persone in grado di riferire su circostanze rilevanti per la ricostruzione dei fatti.

La polizia giudiziaria su delega del Pubblico Ministero (art. 370) viene a compiere atti od operazioni richiedenti una competenza tecnica specifica, per i quali può avvalersi di soggetti idonei che non possono rifiutare la loro opera (art. 348 c.p.p.).

Nelle circostanze di immediatezza di un evento criminoso, gli ufficiali ed agenti di polizia giudiziaria hanno l'obbligo di compiere "accertamenti urgenti sui luoghi, sulle cose e sulle persone" (art. 354 c.p.p.).

Gli accertamenti urgenti, sono sostanzialmente di natura ispettiva, descrittiva, talvolta repertativa, a differenza degli accertamenti tecnici che comportano l'espressione di un giudizio, di una valutazione, apparendo in tale ottica l'accertamento urgente il presupposto dell'accertamento tecnico.

Nella maggior parte dei casi l'accertamento urgente è "atto non ripetibile" e pertanto ben si comprende l'importanza che esso assume. Circa il significato di non ripetibile si fa riferimento agli art. 359 e 360 c.p.p. i quali prevedono che il Pubblico Ministero potrà svolgere accertamenti tecnici a mezzo di propri consulenti (art. 359 c.p.p.) e nel caso che tali accertamenti non siano ripetibili, dovrà richiedere anche l'intervento della difesa dell'indagato, alla quale la legge riconosce la facoltà di nominare propri consulenti per procedere in contraddittoria all'accertamento (art. 360 c.p.p.).

Tornando agli accertamenti urgenti, va ovviamente detto che tutte le attività svolte andranno annotate e quindi documentate secondo quanto stabilito a norma dell'art. 357 e dell'art. 115 c.p.p. In particolare, le annotazioni relative alle operazioni e agli accertamenti previsti dall'art. 354 c.p.p., debbono essere compilate sotto forma di verbale (art. 357 c.p.p.), che deve

essere successivamente trasmesso al Pubblico Ministero. Tale verbale contiene, tra l'altro, la data, l'orario e il luogo ove si è svolta l'attività; le generalità e la qualifica del personale operante e l'ufficio di appartenenza, nonché i motivi dell'intervento e le indicazioni circa il fatto delittuoso.

E' previsto inoltre che il conferimento dell'incarico possa essere indirizzato a più persone "quando le indagini e le valutazioni siano di notevole complessità ovvero richiedano distinte conoscenze in differenti discipline" (art. 221 c.p.p.). Tali professionisti assumono denominazioni diverse a seconda dell'Organo che conferisce loro l'incarico: Consulente Tecnico d'Ufficio (C.T.U.) se l'incarico proviene dal giudice civile; Consulente Tecnico del Pubblico Ministero (PM), quando l'incarico viene conferito nel corso delle indagini preliminari dallo stesso PM; Consulente Tecnico di Parte, quando l'incarico viene conferito dalla parte processuale; Perito, quando il giudice nel corso del processo penale dà incarico al professionista. Il compito del professionista è quello di dare immediata risposta ai quesiti posti dal giudice, nel lasso di tempo, che generalmente è di novanta giorni (art. 227, comma 3, c.p.p.), che il magistrato lascia al professionista per adempiere ai propri obblighi. Queste risposte, date all'organo giudicante attraverso perizia o eventualmente consulenza tecnica, sono determinanti al fine della decisione finale. Infatti, nonostante il magistrato sia legato al principio del cosiddetto "libero convincimento",

questi non può compiere scelte arbitrarie svincolate dai risultati dell'acquisizione probatoria. In base all'art. 226, comma 2, c.p.p. il giudice pone i quesiti, "sentiti i periti, i consulenti tecnici, il pubblico ministero ed i difensori presenti", assurgendo così il quesito a frutto dell'incontro sul tema della prova peritale, in cui il patrimonio di conoscenze di coloro che a vario titolo intervengono nel giudizio si sintetizzano nel dispositivo giudiziale.

METODOLOGIA DEL SOPRALLUOGO MEDICO-LEGALE

Il sopralluogo della scena del crimine prevede l'analisi del luogo ove è stato commesso il reato, ma tale luogo non è di facile identificazione dato che il ritrovamento del cadavere in una data locazione non necessariamente implica che il reato sia stato ivi commesso. Molto spesso nel corso delle indagini risulta che la vittima sia stata aggredita in un luogo, uccisa in un altro per poi essere ritrovata in un altro ancora. Da questo si evince come un'accurata analisi possa permettere di distinguere, nella maggior parte dei casi, gli avvenimenti accaduti in ogni sede per identificare la reale cronologia degli eventi.

Il sopralluogo prevede un'accurata ricerca di prove indiziarie seguita da un campionamento delle stesse in modo che possano essere successivamente analizzate in laboratori specializzati. La dinamica con cui si svolge il sopralluogo è un aspetto molto importante in termini di futura tenuta probatoria, in quanto gli elementi raccolti in questa fase irripetibile, insieme alla relativa documentazione, saranno oggetto di discussione nell'ambito del dibattimento. A tal riguardo occorre agire con metodo, seguendo procedimenti logici e sistematici, senza giudizi precostituiti, attraverso un *modus operandi* che risponda a criteri di uniformità ed

omogeneità, che consentiranno di poter confrontare e comparare i dati raccolti, con quelli ottenuti dalle indagini indirette, cioè le informazioni ottenute da terzi, a verificare l'attendibilità della ricostruzione della dinamica e la veridicità delle testimonianze.

Chi svolge il sopralluogo adotta un suo metodo, che può variare molto da soggetto a soggetto, anche perché le possibilità che si possono presentare sono innumerevoli e talvolta complesse, tanto che una standardizzazione della tecnica del sopralluogo è compito molto arduo. Alcuni autori consigliano di porsi, una volta giunti sul luogo del reato, una serie di domande fondamentali, secondo il principio delle “7 golden W” dei patologi forensi: “*What happened*” (cosa è successo, distinzione tra morte naturale e morte violenta), “*When*” (quando, epoca della morte o dell'aggressione), “*Where*” (dove, luogo della scoperta, della morte o dell'aggressione, loro coincidenza o meno), “*With what*” (con cosa, con che tipo di arma), “*in Which manner*” (in che modo), “*Why*” (perché, il movente), “*Who is the murderer*” (chi è l'assassino ed esame dei possibili sospettati). L'esecuzione tecnica del sopralluogo richiede un'attrezzatura adeguata, di cui oggi dispongono le stazioni di polizia scientifica per quanto concerne il prelievo e l'analisi del materiale repertato. Il medico dovrà munirsi di macchina fotografica per una corretta documentazione della scena e del cadavere, ed inoltre dovrà essere provvisto di un'adeguata

attrezzatura per l'esame dello stesso e la repertazione dei materiali biologici. L'operatore che deve eseguire il sopralluogo deve essere inoltre dotato di un abbigliamento adeguato (consistente in una tuta protettiva non lacerabile, calzature gommate, guanti e maschera anatomica). A tal riguardo, in un interessante articolo di Ruddy et al. (2003) viene dimostrata sperimentalmente l'effettiva efficacia dell'abbigliamento sopra descritto in termini di riduzione di contaminazione della scena del crimine. Tuttavia, gli autori indicano precauzioni addizionali da intraprendere al fine di minimizzare il più possibile l'inquinamento del luogo del delitto da parte dell'operatore. Tra queste, è stato dimostrato che indossare guanti e mascherina al di fuori della scena del crimine, così come limitare il più possibile la comunicazione verbale durante la permanenza sulla stessa si associavano ad una ridotta contaminazione.

Un altro aspetto molto importante per la preservazione della scena del delitto è rappresentato da una sua adeguata ed efficace delimitazione e protezione. Gli operatori che per primi arriveranno sulla scena dovranno tenere fondamentalmente due tipi di comportamento, entrambi fondamentali, uno passivo e l'altro attivo. Nel senso che da una parte non dovranno toccare nulla (il semplice spostamento di un oggetto potrebbe dare un'immagine distorta dell'evento), astenendosi dal compiere qualsiasi verifica tecnica collegata al delitto, anche quella ritenuta più semplice.

Dall'altra il personale dovrà curare l'evacuazione dei luoghi e impedire l'accesso a chiunque, al fine di salvaguardare l'integrità della scena. Gli operatori dovranno inoltre identificare al più presto tutte le persone che, inevitabilmente, hanno avuto accesso ai luoghi prima dell'intervento e soprattutto capire quali, tra loro, possano essere considerati i testimoni utili, in grado cioè di fornire informazioni significative per ricostruire l'accaduto. Appare opportuno poi impedire che i potenziali testimoni entrino in contatto tra di loro, al fine di evitare che le loro percezioni del fatto subiscano, attraverso l'inevitabile confronto, un reciproco condizionamento. Per ottenere un soddisfacente risultato "conservativo" è indispensabile quindi procedere a un rigoroso piantonamento dei luoghi, imprescindibile condizione per assicurare un efficace sopralluogo tecnico da parte della scientifica. In conseguenza di ciò è di fondamentale importanza eseguire una doppia recinzione con paletti e bande bicolori bianche e rosse. L'immotivata invasione della scena del delitto da parte di curiosi o da parte degli stessi tutori dell'ordine non autorizzati o peggio ancora scarsamente preparati, rischia di compromettere l'esito di molte importanti indagini, ad ulteriore dimostrazione della delicatezza di questa fase. La prima recinzione, attentamente piantonata, sarà la più ampia possibile e dovrà possedere un'unica via d'accesso alla scena del crimine (Figura 1). Quest'unico varco dovrà essere controllato preferibilmente da

un operatore il quale avrà il compito di impedire il transito a chiunque non sia stato preventivamente autorizzato (Figura 1). Per rendere più efficace il suo intervento è opportuno che egli si serva di un semplice registro sul quale annotare i soggetti transitati prendendo nota degli orari di entrata e uscita. Questa semplicissima precauzione agevolerebbe alcuni aspetti organizzativi legati alla gestione della scena del delitto nel suo complesso, eliminando le croniche difficoltà nel ricostruire a posteriori il numero, gli orari degli accessi e l'identità dei soggetti autorizzati. La seconda zona recintata deve essere quella del cosiddetto "epicentro del delitto", cioè quella circoscritta al sito in cui si è verificato il fatto (Figura 1). In questa zona potranno accedere esclusivamente gli operatori della scientifica ed eventualmente il magistrato, i quali entreranno solo dopo aver indossato l'abbigliamento adeguato. Qualora ne ricorrano le condizioni e ve ne sia la necessità, saranno compiute una serie di attività ispettive e di controllo in alcune zone limitrofe alla scena del delitto, alla ricerca di oggetti o altre tracce fisiche immediatamente ricollegabili al fatto.

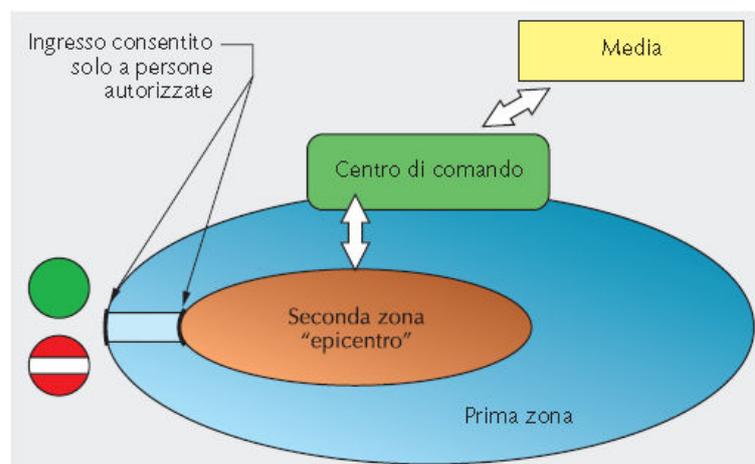


Figura 1. Rappresentazione ottimale di delimitazione e protezione della scena del delitto

Durante le indagini di sopralluogo medico-legale si distinguono tre momenti fondamentali:

- a) l'esame dell'ambiente in cui viene rinvenuto il cadavere;
- b) l'esame del cadavere;
- c) l'esame delle tracce;

a cui fa seguito la rimozione del cadavere e la conclusione del sopralluogo.

a) Esame dell'ambiente in cui viene rinvenuto il cadavere

Viene definita scena primaria del crimine il luogo caratterizzato dalla presenza del corpo della vittima. Vi possono essere, tuttavia, più scene del crimine, oltre alla primaria, definite secondarie che possono divenire oggetto di indagine medico-legale per la ricerca di tracce ed oggetti: il luogo da cui è stata rimossa la vittima, quello in cui è avvenuta l'aggressione, dove vengono rinvenute tracce od oggetti connessi con il crimine, il veicolo utilizzato per spostare il corpo ed altri ancora (Figura 2).

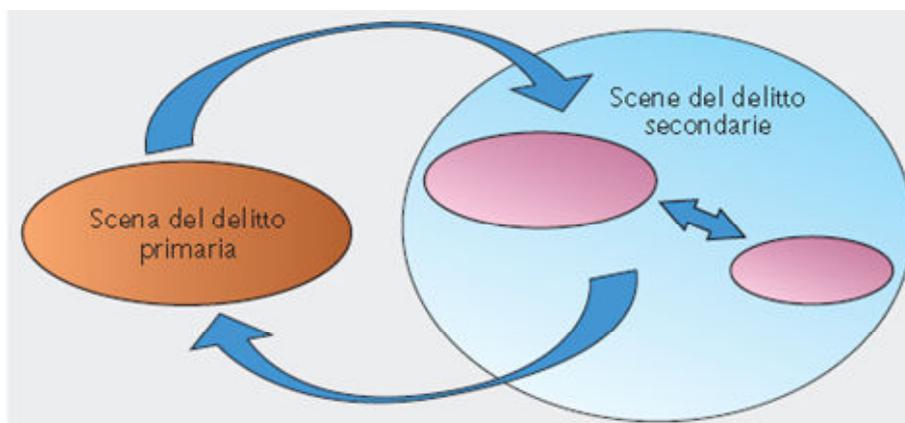


Figura 2. Interazione tra scena del delitto primaria e secondaria

Molto spesso non è sempre agevole rendersi conto se ci troviamo a operare su una scena del delitto primaria o su una secondaria, né tantomeno stabilire l'esistenza o l'intensità del collegamento, anche nel senso spazio-temporale tra i due tipi di scene, specie nei casi di *staging*, cioè la cosiddetta messa in scena posta in opera dal criminale o da suoi complici per depistare le indagini o disorientare gli investigatori. Molto spesso il collegamento tra le due scene è suggerito dalla presenza di alcune tracce tipiche, in grado di orientare l'investigatore verso l'autore del reato o verso la scena primaria. In linea di principio la scena del delitto primaria è in grado di fornire gli indizi più significativi, ma non sempre. Basti pensare che, più frequentemente di quanto si immagini, gli investigatori si trovano a che fare esclusivamente con scene del delitto secondarie, pensiamo alle scene del delitto conseguenti all'attività dei *serial killer*. Ma le tracce rilevate sul secondo tipo di scena in questo senso non saranno meno importanti ai fini dell'identificazione del criminale.

Nel corso del sopralluogo primaria importanza assumono le riprese fotografiche e con videocamera. L'incomparabile capacità, aumentata a dismisura con l'introduzione delle ultime tecnologie, di catturare con fedeltà assoluta anche gli aspetti più impercettibili della realtà, fa della "fotografia giudiziaria" un mezzo decisivo per consentire la ricostruzione fedele della scena del crimine in tutti i suoi aspetti, per diradare eventuali

dubbi sulle dichiarazioni di testimoni o delle persone indagate ed eventualmente per effettuare confronti tra scene diverse. L'operatore addetto al rilevamento fotografico seguirà un piano sistematico di lavoro, ponendosi in una situazione tale da avere una visione di insieme della scena. Egli procederà con l'osservazione e la descrizione dal generale fino ai minimi dettagli, dall'esterno all'interno, da destra verso sinistra, dal basso verso l'alto, dopo avere indicato ogni particolare rilevante con gli appositi riferimenti alfa-numeriche. Nelle foto dei particolari si usa la "striscetta metrica" in modo da ottenere le misure e le proporzioni di ciascuna particolarità (Figura 3).



Figura 3. Impronta insanguinata di una vittima di omicidio impressa su una parete con relativa striscetta metrica

In occasione di eventi particolarmente gravi o che presentano determinate caratteristiche (attentati, esplosioni, calamità ecc.) in cui i normali rilievi fotografici e planimetrici si dimostrano di impossibile o difficile

esecuzione, si potrà utilizzare la speciale rilevazione fotogrammetrica, che consiste nella determinazione delle dimensioni di oggetti lontani mediante fotografie scattate da diverse angolazioni, realizzate con apparecchi posti agli estremi di una base la cui misura è nota.

Da qualche anno l'uso della videoripresa sulla scena del crimine, sta affiancando e integrando con successo il classico rilievo fotografico. Le ragioni sono molteplici, innanzitutto si tratta di un mezzo pratico e semplice da maneggiare che consente, nelle mani di un operatore esperto, di avere una rappresentazione più realistica e dinamica degli ambienti e delle cose in essi contenuti. Grazie a sapienti spostamenti di angolazione, è possibile cogliere una ricchissima e utile varietà dei "punti di vista" della scena, che restituiranno la spazialità, la tridimensionalità e sopra tutto l'atmosfera sul luogo dell'evento. La videoripresa è in grado di fornire materiale di elevata qualità da sottoporre a verifica e analisi praticamente immediate. Se usata correttamente e con metodo la videoripresa può essere estremamente utile per documentare, evitando commenti personali, l'attività tecnica svolta dagli stessi operatori nel corso del sopralluogo; la successiva possibilità di verificare le metodologie adottate sarà in grado di, se non eliminare, ridurre fortemente le sempre più frequenti eccezioni o contestazioni procedurali. Inoltre, grazie a sofisticate apparecchiature (*laser scanner*), è possibile eseguire ricostruzioni grafico-digitali tridimensionali,

che consentono di “rivivere” la scena del crimine, “muoversi” al suo interno, utilizzando opportuni programmi di grafica digitale.

Quando si parla di ispezione dell’ambiente bisogna distinguere tra luogo aperto e luogo chiuso. Esistono delle differenze operative per quanto i principi siano sempre gli stessi. In entrambi i casi va fissata subito con precisione l’ubicazione del cadavere e devono essere rilevati orario di accesso, temperatura, umidità e condizioni di ventilazione dell’ambiente, vista la loro importanza ai fini della diagnosi di epoca della morte. Vanno valutate le condizioni di visibilità e di acustica per stabilire se qualcuno abbia avuto la possibilità di vedere o sentire qualcosa riguardante il fatto.

Quando si tratta di un **luogo aperto**, dopo avere rilevato le vie di accesso e quelle di egresso, occorre osservare e descrivere le condizioni del terreno che può essere regolare, piano, accidentato ecc. Vanno valutati eventuali dislivelli, sentieri, pozzi e corsi d’acqua con la relativa profondità. Devono essere ricercate tracce di veicoli, orme, macchie di sangue e di liquidi organici segni indicativi di eventuale colluttazione o di altri atti compiuti durante lo svolgimento del fatto, come il trascinamento del cadavere. La descrizione va corredata con disegni, planimetrie e fotografie. E’ bene, inoltre, annotare eventuali nascondigli che possano essere stati sfruttati dal reo o per eventuali armi, quali siepi, cancellate e mura.

Nel caso di un **ambiente chiuso** si devono annotare eventuali entrate ed uscite che possono essere scale, corridoi ecc. ponendo particolare attenzione se gli accessi sono aperti o chiusi e se presentano segni di effrazione. Oltre ai lavandini ed alle tubature di scarico devono essere controllati gli impianti elettrici ed ispezionate le condutture del gas, le stufe, i forni (nel caso di sospette esalazioni di gas). Dei singoli locali si forniscono dati circa l'ampiezza, la larghezza, l'altezza, lo stato del pavimento e delle pareti. Si passa poi a valutare le suppellettili e le eventuali impronte digitali presenti su di esse. Il controllo va esteso anche al cassonetto dei rifiuti, al telefono (verificando l'ultima chiamata effettuata), computer ed ad altri strumenti elettronici ed audiovisivi. Quando sono state usate armi da fuoco, devono essere rilevate il punto di rinvenimento dell'arma, dei proiettili o dei bossoli. Se si sospetta un avvelenamento si verifica la presenza di resti di cibo e di medicinali che andranno repertati insieme a fiale, siringhe, flaconi e bottiglie. Quando l'ambiente ispezionato è un'abitazione consente anche di acquisire dati sulla personalità di chi la abita e fornisce elementi di valutazione psicologica della vittima o del colpevole.

Il medico legale una volta giunto sulla scena del sopralluogo deve prendere nota del giorno e dell'ora di arrivo, definire le caratteristiche generali del luogo, identificare chi coordina le indagini, registrare l'identità

del deceduto o predisporre le procedure atte all'identificazione. Inoltre il medico deve essere informato, prima di iniziare l'esame del cadavere, di tutte le circostanze relative all'evento, dei rilievi già svolti, delle procedure utilizzate e di quanto altro sia utile ai fini della valutazione dell'evento, comprese le notizie concernenti le circostanze del ritrovamento del corpo e la storia medico-sociale del deceduto, per poter determinare natura e scopi dell'indagine medico-legale, soprattutto per quanto riguarda la distinzione tra morti sospette o non sospette. A tal fine è importante la raccolta di notizie relative al periodo precedente il decesso, soprattutto se ci sono stati trattamenti medici di emergenza, durante i quali possono essere stati prelevati campioni biologici ed effettuate manovre di rianimazione.

b) esame del cadavere

Una volta inquadrato l'ambiente dovrà essere preso in considerazione il cadavere. Il primo esame del corpo va effettuato sulla stessa località del ritrovamento, prima che venga manipolato. Del cadavere andranno descritte l'ubicazione, la posizione, l'atteggiamento, lo stato di integrità, lo stato degli indumenti, gli eventuali mezzi di contenzione, la presenza di macchie ipostatiche, la rigidità la temperatura, le lesioni ed eventuali imbrattature. Accertamenti più approfonditi sono affidati all'esame esterno completo del cadavere, cui il medico procederà successivamente in sala settoria o nella camera mortuaria, ed all'eventuale autopsia. Molto

importante in questa fase è l'accurata documentazione fotografica del cadavere generale e nei particolari significativi.

Per quanto riguarda l'ubicazione del cadavere, deve essere descritta la sede nell'ambiente in cui è stato rinvenuto, avvalendosi di riferimenti metrici rispetto a punti predeterminati e preferibilmente fissi. Occorrerà inoltre prestare attenzione al fatto che il cadavere possa essere stato trasportato sul posto, essendo la morte avvenuta in un luogo diverso.

Relativamente alla posizione (ad es. supina, prona, in decubito laterale, accovacciata seduta ecc.) essa può essere quanto mai varia e può fornire indicazioni utili sulle modalità di commissione del reato, nonché consentire l'acquisizione di elementi di giudizio circa eventuali spostamenti a cui il cadavere è stato sottoposto, valutando anche la compatibilità delle ipostasi.

Successivamente va analizzato l'atteggiamento complessivo del corpo, valutando se il cadavere presenta già segni della rigidità cadaverica. Noti sono l'atteggiamento da "lottatore" assunto nel caso di morte da "fiamma" e per annegamento, da "lustmord" suggestivo per violenza sessuale.

Inoltre viene preso atto dell'integrità e dello stato di conservazione del cadavere. In caso di mutilazioni, a prescindere da quelle il cui fine è occultare il cadavere o impedirne il riconoscimento, la sede di ritrovamento dei resti può in parte chiarire la modalità di esecuzione del fatto. Inoltre, è ben valutabile il buono stato di conservazione o la presenza di fenomeni

trasformativi. In questo contesto la macro- micro-fauna cadaverica, le condizioni climatiche e tutti i fattori che influenzano l'evoluzione dei fenomeni cadaverici possono essere responsabili di una maggiore o minore distruzione del cadavere.

Dall'esame degli indumenti indossati dal cadavere si possono trarre importanti elementi che in nessuna altra sede si potranno poi rilevare a causa dei successivi spostamenti della salma che potranno alterare, tra l'altro, la disposizione dei vestiti e la compatibilità delle loro lacerazioni con le eventuali ferite presenti, o cancellare tracce quali fili d'erba, pezzi di carta, ciocche di capelli, polveri. Dai vestiti sarà possibile rilevare ad esempio macchie, liquidi, affumicature di cui dovranno essere descritte dal medico che esegue il sopralluogo, la natura, la sede e i caratteri. Particolare attenzione sarà rivolta, oltre che allo stato e alla disposizione degli indumenti, alle scarpe, ricercando, in particolare, reperti sulla suola (sia dal punto di vista del confronto con le orme presenti sul terreno, sia dal punto di vista del materiale presente su di essa), ai guanti, agli oggetti di ornamento e a quanto contenuto nelle tasche degli indumenti stessi.

Sulle armi rinvenute sul luogo del delitto, una volta repertate andranno prelevati materiale ematico, resti di polvere da sparo, impronte digitali ed altre tracce presenti in sede di impugnazione dell'arma stessa. I bossoli

delle armi automatiche e i proiettili recuperati andranno anch'essi fotografati e repertati per le successive prove identificative.

La presenza di strumenti di contenzione riveste una notevole importanza in ambito di sopralluogo giudiziario. Dei mezzi di contenzione eventualmente presenti (corde, sciarpe, bavagli, nastri adesivi, cappi, ecc.), vanno attentamente descritti la sede, la foggia, i caratteri morfologici e metrici, la presenza di tracce (ad es. sangue, alimenti rigurgitati), il serraggio, il tipo ed il numero dei nodi. La presenza di legature complesse è generalmente indice di suicidio più che di omicidio, in quanto il suicida vuole essere sicuro dell'esito dell'atto che si appresta a compiere. Inoltre, il tipo di legatura può essere indicativa della professione dell'eventuale omicida (ad es. nodi da marinaio o da chirurgo), per cui è importante non sciogliere ma prelevare il nodo con un taglio a distanza, apponendo preventivamente dei fili o delle etichette a collegare i capi recisi, al fine di poterne ripristinare la continuità anche in tempi successivi.

Le macchie ipostatiche, la rigidità e la temperatura del cadavere acquistano notevole importanza nel determinismo della cronologia della morte. Per quanto riguarda le ipostasi, con il cessare dell'attività circolatoria, il sangue contenuto nei vasi tende a defluire verso i punti più bassi del cadavere in cui compaiono chiazze di colore rosso-vinoso, mentre le parti elevate tendono ad impallidire. Queste costituiscono un cenno certo del decesso e,

ad esempio, si verificherà se la loro localizzazione sia o meno compatibile con la posizione in cui il cadavere è stato ritrovato. La rigidità muscolare si riferisce al *rigor mortis*, per cui in capo a 3-4 ore i muscoli tendono ad irrigidirsi e il cadavere appare tutto d'un pezzo. Tale fenomeno, utile per stabilire l'epoca del decesso, non è duraturo, infatti, dopo 36-48 ore dalla morte la rigidità tende a risolversi in modo progressivo. I tempi di formazione della rigidità sono condizionati da fattori quali l'età della vittima e la robustezza delle sue masse muscolari e la temperatura dell'ambiente, per cui quando questa è elevata la rigidità insorge e si risolve rapidamente, mentre persiste a lungo se il cadavere si trova in un luogo freddo. La temperatura del cadavere, invece, si ottiene attraverso una misurazione rettale, ripetendo le determinazioni per tre volte ad intervalli di due ore l'una dall'altra. In normali condizioni ambientali, la temperatura del cadavere si mette in equilibrio con quella dell'ambiente in 15-20 ore.

Particolarmente importante, inoltre, risulta la rilevazione di tracce organiche ed eventuali lesioni del cadavere. Per quanto riguarda le tracce organiche, sul cadavere possono ritrovarsi terriccio, macchie di sangue, di sperma, di orine, tracce di feci e di liquidi organici, polveri, ecc. Di esse devono essere specificate la sede, la diffusione e le caratteristiche. Particolare attenzione sarà rivolta al rilevamento di eventuale materiale sotto le unghie della vittima: terriccio e sabbia potrebbero essere indicatori

della zona in cui è avvenuto l'omicidio, mentre, in caso di colluttazione, è possibile rinvenire capelli spezzati o strappati, materiale ematico, lembi cutanei che possono far risalire, ad esempio grazie al test del DNA, all'aggressore. Delle lesioni invece si indicherà la natura (escoriazioni, ecchimosi, ematomi, etc.), la sede, il numero, la direzione, le dimensioni, la forma. Delle ferite il medico descriverà i caratteri, l'aspetto dei margini, eventualmente del fondo, e lo stato dei tessuti circostanti. Un maggiore approfondimento viene rimandato all'esame esterno da effettuare prima dell'autopsia. In questa sede è importante valutare la presenza di artefatti riferibili a trattamenti di rianimazione e non rimuovere gli eventuali presidi medici presenti sul corpo.

Nel caso in cui il cadavere non sia stato ancora identificato vanno ricercate e descritte le caratteristiche del viso e degli occhi (rilievi segnaletici), il sesso, la dentatura, la statura, lo stato di nutrizione, l'età apparente, i segni particolari quali deformità, mutilazioni tatuaggi, oltre al rilevamento delle impronte digitali. Molto utile è il rilievo fotografico ai fini identificativi. Importanti informazioni possono essere dedotte dagli abiti, dagli oggetti personali, dai biglietti aerei e ferroviari, ed altro ancora trovato addosso all'individuo.

c) Esame delle tracce

Un altro dei principali compiti degli investigatori è la sistematica ricerca delle tracce, cioè di tutti quegli elementi materiali in base a cui si può stabilire se è stato commesso un crimine, se c'è legame tra il crimine e la vittima e tra il crimine e il suo autore. Da questo emerge l'intima correlazione tra la scena del crimine, l'autore, il mezzo lesivo usato e la vittima e, pertanto, ben si comprende l'importanza di un'attenta ricerca delle tracce nel corso del sopralluogo, secondo modalità che possono variare a seconda dell'ambiente, in maniera da esaminare attentamente e completamente una determinata area attraverso un percorso stabilito. A tal riguardo Fisher (1993) ha proposto diverse modalità di effettuare la ricerca, il cui scopo principale è quello di razionalizzare e disciplinare tale attività, distribuendo zone, funzioni e compiti.

I metodi proposti sono:

a. Metodo a spirale: l'operatore procede seguendo un'immaginaria linea a spirale previa indicazione esatta e facilmente reperibile del luogo di partenza (Figura 4A). Tale metodo viene utilizzato preferibilmente per la ricerca delle tracce negli spazi privi di barriere fisiche.

b. Metodo della griglia: in tal caso l'operatore dividerà il luogo secondo linee orizzontali e verticali in modo da delineare dei corridoi. Inizialmente si percorrerà lo spazio dall'alto in basso, spostandosi alla fine di ogni

corridoio lateralmente di circa un metro. Successivamente si effettuerà la stessa operazione spostandosi orizzontalmente da destra verso sinistra (Figura 4B). Tale metodo risulta particolarmente utile per la ricerca in vasti spazi o in zone esterne.

c. Metodo dei quadranti: prevede che l'area sia suddivisa in quadranti o settori numerati per facilitare l'individuazione topografica della provenienza dei reperti, ciascuno dei quali sarà ulteriormente ripartito in altre quattro porzioni (Figura 4C). Esso è particolarmente indicato per la ricerca all'interno di garage, interni, palazzi ecc.

d. Metodo a ruota o a raggi: prevede che il gruppo di ricerca si riunisca al centro dello spazio e proceda nella ricerca dall'interno verso l'esterno lungo ipotetici raggi (Figura 4D); tale metodo è preferito per gli spazi di piccole dimensioni e di forma circolare.

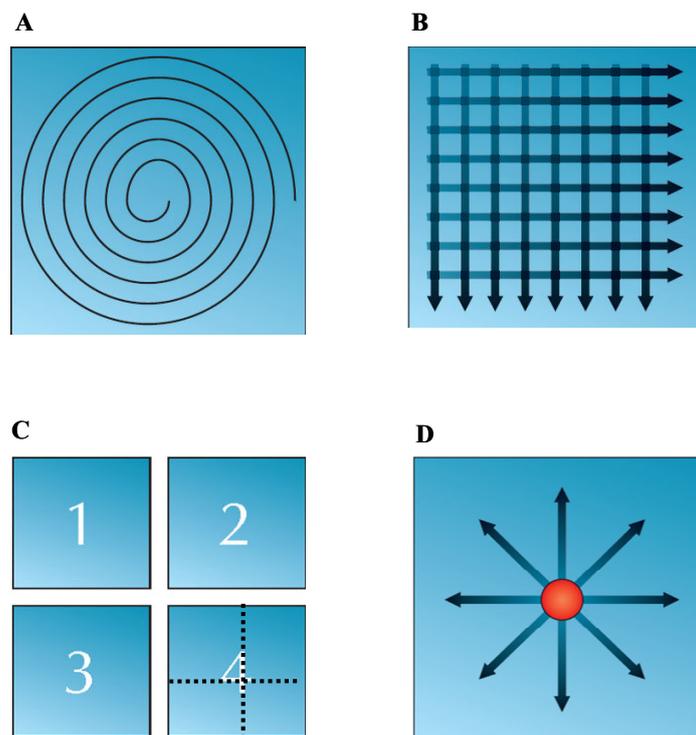


Figura 4. Modelli di ricerca delle tracce: (A) modello a spirale, (B) modello a griglia, (C) modello a quadranti; (D) modello a ruota.

Qualsiasi sia il modello di ricerca utilizzato, sul luogo del delitto occorre fare quello che viene definito l'inventario delle macchie per poi interpretarne il significato. Per esempio, la presenza di macchie di sperma indica che sul posto sono stati compiuti atti sessuali, mentre tracce di vomito sono compatibili, ad esempio, con l'ipotesi di un'intossicazione.

Le tracce possono essere distinte in **biologiche** (sangue, sperma, saliva, formazioni pilifere, urina, feci, vomito, ecc.) e **non biologiche** (impronte digitali e palmari, impronte dentarie, di piedi, reperti balistici e tracce chimiche).

La repertazione delle tracce biologiche richiede una particolare cura e attenzione, infatti è frequente individuare in più punti sostanze biologiche apparentemente simili tra loro e quindi presumibilmente appartenenti al medesimo individuo. In questi casi i materiali debbono sempre essere posti in contenitori diversi. Inoltre, il presumibile materiale biologico non dovrà mai essere conservato in sacchetti di plastica in quanto la mancanza di aerazione, favorendo la proliferazione di muffe e batteri, contribuisce alla degradazione e alla contaminazione del reperto.

Le tracce di sangue rilevate sul luogo del delitto o sul cadavere sono fonte di notevoli indicazioni sia per l'identificazione dell'autore del reato (il sangue può appartenere alla vittima o all'aggressore) attraverso l'esame del DNA, che sulla dinamica dell'evento e sulle circostanze in cui esso si è

realizzato. A tal riguardo, notevole importanza riveste l'attenta descrizione della sede di rinvenimento delle tracce ematiche, della loro forma, dei loro margini, dell'orientamento, delle dimensioni (unitamente alla quantità), del colore e del loro stato fisico. In particolare, importanti indicazioni medico-legali possono pervenire da una attenta analisi della forma delle tracce ematiche, che può fornire informazioni circa la dinamica di produzione. A tal riguardo, la "Bloodstain pattern analysis" o BPA, come sarà ampiamente descritto nel capitolo successivo, rappresenta una disciplina fondamentale per l'analisi della localizzazione e della conformazione delle tracce di sangue.

Per quanto concerne l'analisi del luogo dell'imbrattamento ematico, esso andrà compiutamente descritto e fotograficamente documentato, sul cadavere, sul mezzo lesivo (se presente), nonché nell'ambiente. La posizione delle tracce ematiche dovrà essere indicata anche metricamente, prendendo punti di riferimento fissi e preferibilmente con misure ortogonali, così come si procede per altri reperti inerenti il reato. E' necessario inoltre tenere conto sia della distribuzione spaziale assoluta, cioè il complesso di tutte le tracce, sia di quella relativa, cioè i rapporti spaziali esistenti tra le singole tracce ematiche.

Se la traccia di sangue è rinvenuta su strati permeabili, come stoffe e indumenti, è opportuno ritagliare la parte macchiata o conservare il capo di

vestiario per intero. Nel caso risulti difficoltoso ritagliare sul tessuto la macchia è possibile imbibire dei piccoli quadrati di stoffa bianca con soluzione fisiologica per strofinarli sulla macchia di sangue in modo da asportarne la maggiore quantità possibile. Se la traccia ematica è presente su substrati non permeabili, come vetri, pavimenti, armi bianche, ecc., è opportuno reperire e inviare il tutto presso i laboratori. Qualora questo non sia possibile, si dovrà raschiare con delicatezza la presunta sostanza ematica, se secca, con una apposita lametta e riporre il materiale asportato in provette di plastica da conservare in locali appositamente refrigerati.

Tra le varie tecniche di cui l'operatore può avvalersi per rilevare imbrattature ematiche, riconosciamo test presuntivi e successivi test di conferma.

Tra i test presuntivi disponibili, il luminol è quello utilizzato da più tempo (oltre 40 anni). Questa prova si basa sulla capacità dell'emoglobina di ossidare il luminol (nome IUPAC 5-ammino-2,3-diidro-1,4-ftalazindione) in presenza di una soluzione alcalina, che viene spruzzata sull'oggetto o l'indumento da analizzare, emettendo una luce azzurra. Tale analisi risulta essere una delle più sensibili tra i test presuntivi, sebbene siano presenti diverse formulazioni, caratterizzate da differenti gradi di sensibilità, intensità e durata dell'illuminazione, e alcune di loro possano interferire con il test del DNA. In particolare, la formulazione Grodsky (che

utilizza perborato e carbonato di sodio come agenti alcalini) risulta interferire in modo significativo con il test del DNA, a differenza delle formulazioni Weber, Weber II (in cui vengono utilizzati idrossido di sodio o idrossido di potassio come agenti alcalini e perossido di idrogeno) (Virkler e Lednev, 2009). Sebbene il test del luminol presenti notevoli vantaggi tra cui la facilità di applicazione e la non corrosività, non è esente da qualche svantaggio come ad esempio la necessità di oscurità nel luogo di utilizzo per un miglior apprezzamento della luminosità, e la possibile attivazione con metalli, perossidasi contenute nei vegetali, reattivi chimici (ipoclorito di sodio) e la tossicità. Un'altra metodica presuntiva è rappresentata dal Bluestar. Attualmente, il Bluestar è il miglior prodotto per la rilevazione del sangue disponibile sul mercato, sia per l'impiego sulla scena del crimine che in laboratorio. Quando mescolato con il catalizzatore perossido di idrogeno, e messo a contatto con il nucleo eme dell'emoglobina sanguigna, il Bluestar Forensic si ossida ed emette una intensa luminescenza (420-440 nanometri) visibile nell'oscurità. Il sangue è rilevabile sia da puro che diluito, sia fresco che asciutto da molto tempo, o sciacquato o lavato via. Tale reattivo non altera il DNA del sangue rilevato permettendone l'estrazione ed a differenza della formula standard del luminol, non è tossico. Tra le caratteristiche che rendono vantaggioso l'utilizzo del Bluestar rispetto al luminol ci sono inoltre,

l'estrema sensibilità che permette di rilevare ad occhio nudo macchie di sangue diluite sino a 1/1000 di volte, e una luminescenza più forte e duratura che non richiede l'oscuramento dei locali per essere visibile. Tuttavia anche questa metodica può generare falsi positivi a causa della presenza di alcune sostanze che possono interferire con la metodica come ad esempio: detersivi domestici, cloro, alcune pitture, vernici, rame, alcune piante che metabolizzano il ferro come i licheni, il timo, alcuni muschi degli alberi, ed alcuni terreni contenenti ferro (www.bluestar-forensic.com).

L'attività perossidasi del gruppo eme dell'emoglobina viene sfruttata da altri test presuntivi. Tra questi ritroviamo: a) il *test della benzidina*, scarsamente utilizzato a causa dei frequenti falsi positivi e della elevata tossicità (cancerogenità) del composto. b) il *test alla fenolftaleina* (test di Kastle-Meyer), in cui una soluzione alcalina di fenolftaleina reagirà con il gruppo eme del sangue virando il proprio colore da trasparente a rosa intenso. Tuttavia, sebbene non abbia le caratteristiche di cancerogenità della benzidina, presenta comunque tutte le limitazioni di questo test. c) il *Combur test* (o test alla tetrametil benzidina o TMB) rappresenta un altro test presuntivo molto utilizzato. Tale metodica sfrutta la capacità della TMB di colorarsi di verde intenso quando è in presenza di attività perossidasi ematica.

Successivamente ad un esito positivo dei test presuntivi, saranno utilizzati dei test di conferma al fine di garantire la natura ematica di una macchia. Queste analisi possono essere distinte in: test microscopici, metodiche spettroscopiche, test immunologici e metodiche cromatografiche.

I test microscopici si basano sulla elementare identificazione delle cellule sanguigne (globuli rossi, globuli bianchi e fibrina) sul reperto. Un'evoluzione di questa metodica è rappresentata dall'utilizzo del microscopio a scansione che permette una attenta osservazione della macchia e un'analisi della sua composizione chimica attraverso un analizzatore a raggi X (EDX) (Virkler e Lednev, 2009). Tra le metodiche spettroscopiche, l'analisi dell'assorbanza UV-visibile, è considerata molto valida per la conferma della presenza di sangue in una traccia. Tuttavia l'esposizione del campione alla luce solare, al calore, e all'acqua possono inficiare i risultati spettroscopici.

Un'altra metodica spettroscopica sfrutta la capacità dell'ematoporfirina di emettere luminescenza quando viene esposta alla luce ultravioletta. Questa metodica risulta particolarmente efficace nell'individuazione di tracce ematiche su metalli ossidati, macchie datate (fino a 10 anni), e tracce che sono state esposte alla luce solare, al calore e all'umidità.

Un'altra analisi confermativa molto utilizzata prevede l'impiego di test immunoenzimatici, o test ELISA, che sfruttano anticorpi contro l'emoglobina umana. Tali analisi rivestono una notevole importanza poiché oltre a confermare la presenza di sangue in una traccia, indicano specificatamente l'origine umana di quest'ultima (Virkler e Lednev, 2009).

Le formazioni pilifere possono essere rinvenute nell'ambiente, sugli abiti del cadavere o tra le sue mani o sotto le unghie oppure adese su mezzi contundenti che hanno colpito il capo. Nella repertazione delle formazioni pilifere, da effettuarsi con l'ausilio di apposite pinzette o direttamente con le mani provviste di guanti, deve essere posta particolare attenzione nel non danneggiare il bulbo, se presente, su cui è possibile eseguire l'esame del DNA, e nel descriverne la forma, il colore, la lunghezza, il diametro e lo stato (ondulati o lisci). Sulla base dello studio delle caratteristiche del pelo è possibile formulare diagnosi di genere e di specie, di provenienza, di sesso e di età.

Le tracce spermatiche possono essere rinvenuti per lo più su indumenti, lenzuola, coperte e/o sulla cute della vittima oltre che nelle cavità naturali (bocca, vagina, ano) e nel contesto dei peli pubici. Su superfici impermeabili, cute compresa, lo sperma si presenta come una tenue incrostazione biancastra, a morfologia variabile. Su superfici permeabili, venendo il liquido seminale assorbito determina una macchia che può

presentarsi a contorni netti oppure irregolari, di colore giallo-biancastro, conferendo al tessuto una maggiore consistenza. La ricerca di queste tracce, di solito esigue, deve essere molto accurata e ci si può avvalere ai fini orientativi dell'esame a luce ultravioletta (lampada di Wood), la quale determina a carico degli imbrattamenti una caratteristica fluorescenza bianco-azzurrognola. Oltre alla lampada di Wood un'altra tecnica di utile impiego, ed estremamente utilizzata, si basa sulla ricerca dell'antigene prostatico specifico o PSA. Tale metodica ha come aspetto positivo, il fatto di poter essere utilizzata anche su esigue quantità di campione. Questa analisi prevede l'utilizzo di tecniche immunoelettroforetiche o ELISA, sebbene negli ultimi anni siano stati validati kit (Biosign PSA test[®], OneStep ABACard[®]) che hanno accelerato questo tipo di indagine. Nei casi in cui non sia possibile reperire l'oggetto imbrattato bisogna raschiare e ritagliare parte dello stesso oppure farlo assorbire su quadratini di stoffa inumiditi. I reperti verranno poi sottoposti ad ulteriori accertamenti, come l'esame del DNA.

La saliva può essere rinvenuta in tracce sul bordo di bicchieri, su fazzoletti, su francobolli, buste, su mozziconi di sigaretta ecc., ma non è visibile a occhio nudo; pertanto occorre reperire gli oggetti che si ritiene possano presentare tale imbrattamento. Le tracce di saliva hanno

un'importanza particolare per la possibilità di eseguire su di esse l'esame del DNA, in quanto possono contenere cellule della mucosa orale.

L'urina può essere rinvenuta allo stato liquido, eventualmente sul pavimento e nelle immediate vicinanze del cadavere, oppure più frequentemente come macchia su lenzuola o su indumenti intimi. Alla luce di Wood le tracce di urina possono assumere un colorito bianco splendente, azzurrognolo o giallo-brunastro. Qualora siano presenti cellule di sfaldamento delle vie urinarie è possibile ottenere il DNA.

Nel corso del sopralluogo possono essere rinvenute ulteriori tracce di materiale organico, come ad esempio sostanza cerebrale, frammenti di cute, ossa e muscoli, meconio, liquido amniotico, latte, pus, secreto nasale. Tutto ciò andrà repertato per eventuali successive indagini di laboratorio.

La fase di conservazione dei materiali biologici repertati è fondamentale per evitare di compromettere i reperti. A tal riguardo è di fondamentale importanza conservarli a basse temperature, in modo che non subiscano trasformazioni.

Per quanto riguarda le tracce non biologiche, esse non sono oggetto di analisi biologiche anche se alcune, quali le impronte dentarie, hanno una certa valenza in tal senso, in quanto è possibile ritrovare della saliva sull'oggetto di rinvenimento delle stesse. Le impronte sono tracce lasciate

dalle mani, dai piedi, dai denti o da altre parti del corpo dell'uomo o di animali, ma anche da oggetti inanimati come i veicoli.

Le impronte papillari possono essere di due tipi: impronte visibili o impronte latenti. Le impronte visibili sono quelle che si producono o per contatto delle superfici digitali imbrattate di sostanze di varia natura (sangue, inchiostro, vernici, ecc.), le cosiddette “impronte per sovrapposizione”; o quelle prodotte dalla pressione o affondamento delle creste papillari su sostanze malleabili, come cera, plastilina e così via, “impronte per modellamento”. In genere questi tipi di impronte riguardano superfici che possono essere asportate con l'intero substrato su cui sono impresse e debbono perciò essere fotografate con gli opportuni accorgimenti tecnici, quali filtri, luce polarizzata, luce radente, al fine di esaltare il contrasto con la superficie stessa su cui si trovano. Le impronte papillari latenti sono quelle che non si vedono a occhio nudo e si producono per deposizione dell'essudato secreto dalle creste papillari, quando queste vengono in contatto con gli oggetti. Nel corso del sopralluogo le impronte latenti, quelle più comuni e frequenti, possono trovarsi su superfici inamovibili o su superfici trasportabili. Le impronte su superfici inamovibili sono esaltate grazie all'impiego di speciali polveri a base di alluminio, di diverso colore a seconda del substrato in esame, asportate mediante adesivi speciali e successivamente trattate

fotograficamente. Dal momento che la polvere esaltatrice attecchisce all'essudato papillare prodotto dalle parti "vuote" dell'impronta, questa, una volta asportata, non è altro che un "negativo". Per la qual cosa si rende indispensabile un trattamento fotografico d'inversione di posto e di colore (chiamato infatti passaggio da "negativo" a "positivo"), al fine cioè di rendere omogeneo e quindi comparabile il frammento con l'impronta assunta in occasione del fotosegnalamento.

È invece preferibile effettuare la repertazione degli oggetti trasportabili, al fine di adottare le tecniche più opportune in laboratorio. Qui la ricerca viene effettuata con diverse tecniche chimiche selezionate, anche in questo caso, in funzione del tipo di superficie da analizzare e della composizione dei reattivi chimici che con tale materiale devono interagire. In particolare l'evidenziazione dei frammenti latenti è possibile grazie all'impiego di nuovi sofisticati strumenti tecnici, quali il *Crimescope CS-16* che consente di esaltare impronte già trattate chimicamente con composti fluorescenti come la desferossamina (DFO), grazie alla possibilità di selezionare le radiazioni elettromagnetiche emesse da una lampada allo Xenon, nel campo Ultravioletto- Visibile-Infrarosso. Strumento simile è il *Scenescope UV Imager*, che permette all'operatore, dotato di maschera ottica del tipo "realtà virtuale" con visione diretta dell'oggetto in esame, di rinvenire frammenti di impronte su superfici non porose non pretrattate

chimicamente. La selezione dei reperti da sottoporre a successiva analisi di laboratorio dovrà ricadere su oggetti trasportabili fatti di plastica, vetro metallo e carta. La cosa più importante è che il materiale sia conservato in singole buste di carta o di plastica trasparente e catalogato, in relazione al luogo di rinvenimento, con un numero progressivo che trovi riscontro puntuale nel verbale dei rilievi descrittivi e fotografici. Sempre più frequenti sono le richieste di intervento volte a esaltare frammenti di impronta sui cruscotti di autoveicoli, costruiti in materiale plastico; la tecnica che ha assicurato i migliori risultati è quella che sfrutta la vaporizzazione degli esteri cianoacrilici, in condizione di temperatura e umidità costanti.

Le impronte dentarie sono assai rare. Si possono trovare sulla cute o sugli alimenti di consistenza pastosa. Considerata l'anatomia dentaria, solo una parte della dentatura sarà rappresentata sul substrato ed in particolar modo il margine masticatorio di incisivi, canini e premolari nel caso del morso sulla cute oppure sulla superficie vestibolare nel caso di morso su alimenti. Gli elementi utili per la comparazione sono il numero dei denti, la loro forma, la dimensione, la sede, la direzione e la disposizione. Importanti sono i segni lasciati dalle anomalie dentarie, delle scanalature della corona e degli apparecchi di protesi.

Le impronte del morso sulla cute si possono riscontrare nei delitti a sfondo sessuale, nei casi di maltrattamenti su minori, ovvero in situazioni criminose che abbiano comportato una colluttazione; in tutti questi casi, già in corso di sopralluogo, dovrà essere scrupolosamente esaminata tutta la superficie corporea del cadavere, ma in special modo il seno, gli arti superiori e le cosce delle donne, gli arti superiori e le spalle degli uomini. Non va inoltre trascurata l'ipotesi che la vittima si sia auto inferta il morso o abbia morso il suo aggressore. Quando si tratta di morso di animale, le impronte dentarie varieranno secondo la specie, dalla quale dipendono la conformazione dell'arcata dentaria, il numero e la forma dei denti. Il rilevamento delle impronte può essere fatto con la fotografia del tratto di cute o dell'oggetto che reca i segni del morso oppure mediante il calco dell'impronta stessa, procedendo poi alla comparazione con quella dell'indiziato.

Le impronte della mano si formano quando questa parte del corpo si appoggia in tutto o in parte sopra un piano rigido o cedevole o quando si afferra e serra in pugno un oggetto qualsiasi. La lunghezza della mano, calcolata tra l'estremità del dito medio e il polso, corrisponde indicativamente a un decimo della statura dell'individuo. La faccia palmare e delle dita presenta numerose linee, creste ed eminenze che possono accentuarsi o attenuarsi nel corso della vita, però mantengono costante il

loro numero e le loro caratteristiche. Particolare significato assumono le anomalie individuali, cioè le amputazioni delle dita, le cicatrici, le callosità professionali, la deformazione a martello delle falangi, le sindattilie, polidattilie ecc., che consentono un facile confronto con la mano di persone sospette. Le impronte delle mani sono rilevabili con la fotografia, con i calchi e con gli altri metodi usati per le impronte digitali.

Le impronte dei piedi, repertate sul luogo del delitto, forniscono importanti indicazioni circa il numero dei protagonisti, il percorso da essi tenuto, i punti in cui si sono soffermati e i segni di eventuale colluttazione. Le impronte dei piedi nudi riproducono l'ombra plantare a forma di volta, larga e suddivisa in cinque raggi in avanti, stretta e semplice dietro. Quando il piede poggia a terra sostenendo il peso del corpo, l'orma subisce un appiattimento evidente aumentando in larghezza e riducendo la concavità della volta. La lunghezza del piede corrisponde in media alla settima/ottava parte della statura dell'uomo. La lunghezza dell'impronta si prende dall'estremo dell'alluce a quello del calcagno, ma più importante è la lunghezza presa dal calcagno all'interlinea articolare della prima metatarso-falangica, alluce escluso, poiché essa non si modifica con il cammino né con il variare dell'impronta dell'alluce stesso. Importanti elementi di identificazione sono le anomalie di conformazione del piede, se piatto, cavo, torto o equino. Le impronte dei piedi nudi sul suolo si possono

esaltare, se poco visibili o latenti, e quindi disegnare, fotografare e asportare. Le impronte dei piedi calzati lasciate al suolo si possono reperire sui pavimenti di legno, in ceramica e in pietra, sulla polvere di strada, sulla sabbia umida o asciutta, sul fango secco o molle, sulla neve compatta o in via di liquefazione. Queste impronte, che riproducono la forma della calzatura, vanno misurate e fotografate dall'alto, ma quando le orme sono profonde perché formatesi su un substrato cedevole, occorre prima fissarle e consolidarle con metodi adatti per rendere più consistente e indurita la loro superficie.

Sul luogo di rinvenimento e sul cadavere possono poi essere rinvenute armi da fuoco, cartucce o parti di esse quali ogive, bossoli, pallini e borre, nonchè segni prodotti dall'impatto del proiettile su strutture (muri e pareti) o su oggetti (auto, mobili ecc.) dell'ambiente. Per quanto riguarda le armi, una volta descritte la sede del ritrovamento e la distanza dal cadavere, devono essere accertate la posizione dell'otturatore, del cane, delle sicure, del caricatore e l'eventuale presenza di imbrattamenti di materiale organico. Le necessarie manipolazioni dell'arma vanno fatte salvaguardando l'integrità delle tracce. E' opportuno esaminare la superficie dove è stata rinvenuta l'arma alla ricerca di scalfitture indicanti il punto di impatto originario. Successivamente viene ricostruito l'evento

balistico e vengono fatti prelievi volti alla ricerca dei residui dello sparo sul soggetto vivente o sul cadavere.

Rimozione del cadavere e conclusione del sopralluogo

Una volta effettuato l'esame del corpo e delle eventuali tracce presenti, il cadavere può essere rimosso. Il medico avrà il compito di assicurarsi che, durante la rimozione ed il trasporto, il corpo sia protetto da ulteriori danneggiamenti ed inquinamenti, controllando che non ci siano manomissioni o rimozioni di indumenti o di altri oggetti presenti su di esso. Le mani e i piedi del cadavere vanno protetti con sacchetti di carta e in caso di necessità il corpo può essere avvolto in un lenzuolo pulito. Il cadavere deve essere conservato in ambiente refrigerato in previsione di ulteriori indagini da svolgere.

A conclusione del sopralluogo bisogna controllare che siano stati raccolti e richiesti tutti i dati utili per ulteriori valutazioni, che i reperti e i prelievi siano stati adeguatamente conservati, identificati e consegnati al responsabile della custodia e che sia stato rimosso dalla scena tutto il materiale utile alle indagini. Va quindi redatto il verbale con la descrizione chiara precisa e completa del luogo del rinvenimento e del cadavere, elencando inoltre tutti i prelievi effettuati. La valutazione sul significato complessivo dei rilievi svolti può essere espressa come ipotesi o orientamento presuntivo, riservandosi un parere definitivo dopo lo studio di

tutti i dati raccolti, un esame esterno del cadavere in una sede più idonea, ed eventualmente un esame autoptico.

Il Magistrato valuterà infine l'opportunità di apporre sigilli per un successivo accesso al luogo del delitto.

CAPITOLO 5

SU UNA TECNICA SPECIALE DI SOPRALLUOGO: BLOODSTAIN PATTERN ANALYSIS

Una macchia di sangue sulla scena del crimine è utile non solo per individuare il DNA, ma fornisce molte altre indicazioni quali, ad esempio, la direzione, il movimento, l'altezza di caduta, il punto di contatto tra il mezzo lesivo e la vittima e, in alcuni casi, anche il tipo di lesione prodotta e con quale mezzo. L'analisi derivante dall'osservazione della struttura delle macchie di sangue, denominata *Bloodstain Pattern Analysis* (BPA) rientra tra le metodiche utilizzate nelle investigazioni scientifiche, contribuendo ad ampliare la serie di indicazioni utili alle indagini che possono essere raccolte sulla scena del crimine.

Classificazione delle macchie ematiche

Le macchie ematiche possono essere suddivise in tre categorie principali: a) le **macchie passive** (includono coaguli, pozze), b) quelle **da trasferimento** (o secondarie) (originano dal contatto con altri oggetti o indumenti) c) e quelle **da impatto** (getti arteriosi, schizzi).

a) MACCHIE PASSIVE

A questa categoria appartengono:

- POZZA: estesa traccia di sangue che può trovarsi parzialmente o completamente al di sotto del punto del corpo dal quale è originata. Le dimensioni sono condizionate dalla quantità di sangue fuoriuscito e dalle caratteristiche del substrato.

- COAGULO: massa gelatinosa conseguente alla coagulazione del sangue una volta fuoriuscito dal vaso.

b) MACCHIE DA TRASFERIMENTO (O SECONDARIE)

In questa categoria ritroviamo:

- MACCHIA DA PULITURA (WIPE): si originano quando una superficie non macchiata viene passata su una superficie ferma e sporca di sangue. Il sangue si deposita lungo il percorso della strisciata, accumulandosi lungo il movimento e quando il movimento cessa e l'oggetto imbrattato viene sollevato, si può osservare come sui margini si crei un accumulo più denso di sangue.

- MACCHIA DA STROFINAMENTO (SWIPE): si producono strofinando una superficie sporca su una ferma e pulita. La concentrazione di sangue è più evidente dove ha inizio il movimento e scema progressivamente lungo il suo decorso.

c) MACCHIE DA IMPATTO

Le quali comprendono:

- MACCHIA DA GETTO ARTERIOSO: la perdita ematica dovuta a lesione di un vaso arterioso è rapida e copiosa. Le arterie sono vasi con una pressione sanguigna elevata e di solito sulla scena del reato si rinviene un'abbondante quantità di sangue. La dispersione e la forma delle proiezioni ematiche sono determinate e caratterizzate dalla pressione arteriosa e dalla posizione della vittima: se questa rimane ferma le macchie sono ovali, se si muove la forma ricorderà quella di un girino. La macchia può avere un andamento ondulatorio dovuto alla sistole e diastole cardiaca e la dispersione è solitamente uniforme, anche se, a causa del volume del sangue, possono formarsi delle colature e schizzi secondari spesso anche ad una certa distanza dall'origine.
- SCHIZZO: si produce allorché il liquido ematico viene proiettato con forza su di un substrato.

Una più recente classificazione delle tracce ematiche distingue 3 principali categorie, individuate a seconda delle forze esterne complementari applicate alla fonte di sanguinamento, le quali, imprimendo una diversa velocità di proiezione del sangue, determinano differenti dimensioni delle tracce stesse anche con orientamenti spaziali diversi pur nell'ambito di una stessa tipologia. Le tre categorie sono:

- 1) **impatto a bassa velocità**: si realizza per forze esterne applicate con velocità massima di 1,5 m/s. le tracce che ne derivano presentano

ampiezza pari o superiore a 4 mm di diametro. Tra le circostanze che determinano questo tipo di tracce possiamo includere: gocce prodotte dalla forza di gravità, gocce che cadono su altro sangue, gocce cadute nell'aria orizzontalmente (es. soggetto sanguinante che cammina), tracce che si generano per camminamento nel sangue, tracce derivanti da contatto di oggetti.

2) *impatto a media velocità:* si verifica per forze esterne applicate con velocità compresa tra 1,5 e 7,5 m/s. Il diametro di tali tracce è compreso tra 1 e 4 mm. Queste tracce possono essere il risultato di traumi contusivi (colpi con bastoni, martelli, etc.) oppure da lesioni da taglio o da punta e taglio.

3) *Impatto ad alta velocità:* si realizza per forze esterne applicate con velocità pari a 30 m/s o superiore. Il diametro delle tracce così prodotte è minore di 1 mm. Esse possono conseguire a traumi da agente balistico, ad esplosioni oppure a traumi da strumenti animati da alta velocità.

Tuttavia, è utile ricordare che esistono reperti ematici che non sono completamente ascrivibili ad un'unica categoria, potendo invece essere inclusi nei range previsti per impatti a bassa, media ed alta velocità. Tra questi ricordiamo: il sangue che fuoriesce da un'arteria, il camminare attraverso pozze di sangue, urti su una superficie dove è presente una

raccolta di sangue ed infine il sangue emesso mediante espirazione dagli orifizi nasali o dalla bocca.

Inoltre, ci sono numerosi fattori che possono modificare sensibilmente le caratteristiche qualitative delle tracce ematiche, in particolare morfologia e dimensione. Tali fattori sono rappresentati da forze a cui il sangue è sottoposto (ad es. gravità, vento, movimenti della fonte di sanguinamento), altezza di caduta e direzione (perpendicolare od obliqua), inclinazione e natura del substrato investito dal sangue, purezza del sangue o sua eventuale commistione con altre sostanze (ad es. sostanza cerebrale, aria, grasso, capelli ecc.) e infine dalla quantità di sangue che fuoriuscendo può interessare ripetutamente lo stesso punto di una determinata superficie. Da questo si evince come il giudizio del medico legale debba essere posto con estrema prudenza, considerato che la morfologia di una tracce ematica non è sempre di agevole ed univoca interpretazione.

Determinazione della traiettoria

Una volta determinata la sequenza degli eventi e la direzione di provenienza della goccia, bisogna determinare il punto di origine della goccia e il punto di convergenza delle macchie, che permetteranno di individuare, definire e tracciare la traiettoria e fornire così un valido supporto alle ipotesi investigative. La traiettoria può essere ricostruita con tre metodiche: 1) ricostruendo il punto di convergenza, su un piano

bidimensionale; 2) ricostruendo il piano d'origine (alle misure prese sul piano bidimensionale si aggiunge anche l'altezza); 3) ricostruendo la traiettoria attraverso software di balistica. Ognuno di questi metodi sarà utilizzato in relazione alle necessità investigative.

Ricostruzione del punto di convergenza

Qualora una possibile fonte di sanguinamento venga sottoposta ad una forza esterna, le gocce di sangue risultanti dall'applicazione della forza colpiscono differenti bersagli e superfici con una velocità diversa e una diversa angolatura. Il punto di convergenza è l'area da cui le gocce sono proiettate. L'area viene individuata tracciando una retta, che dalla macchia, ricostruisce al contrario il percorso della goccia. Lungo questo percorso si trova il punto in cui si è originata la perdita ematica. Se le macchie sono diverse e si procede nella ricostruzione del percorso di provenienza per ognuna di esse, si crea un punto in cui le traiettorie si intrecciano (Figura 5). Questo è il punto in cui probabilmente si è originata la perdita ematica. La ricostruzione del punto di convergenza così trovato presenta dei limiti: non indica l'altezza dalla quale proviene la goccia, e possono crearsi delle aree di convergenza errate, come nel caso di poche macchie generate da eventi diversi.

Il punto di convergenza può essere stabilito, anche, usando dei fili che vengono tirati partendo dalla macchia fino a trovare il punto di

convergenza. La presenza di più aree di convergenza indica la presenza di molteplici siti d'impatto.

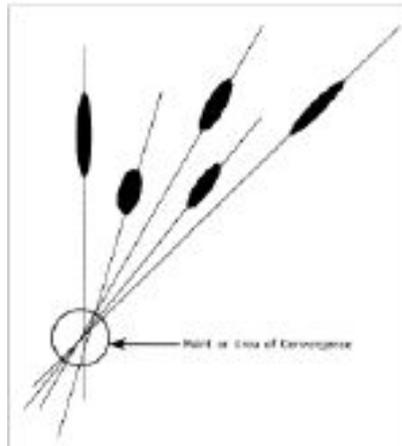


Figura 5. Esempio di determinazione del punto di convergenza.

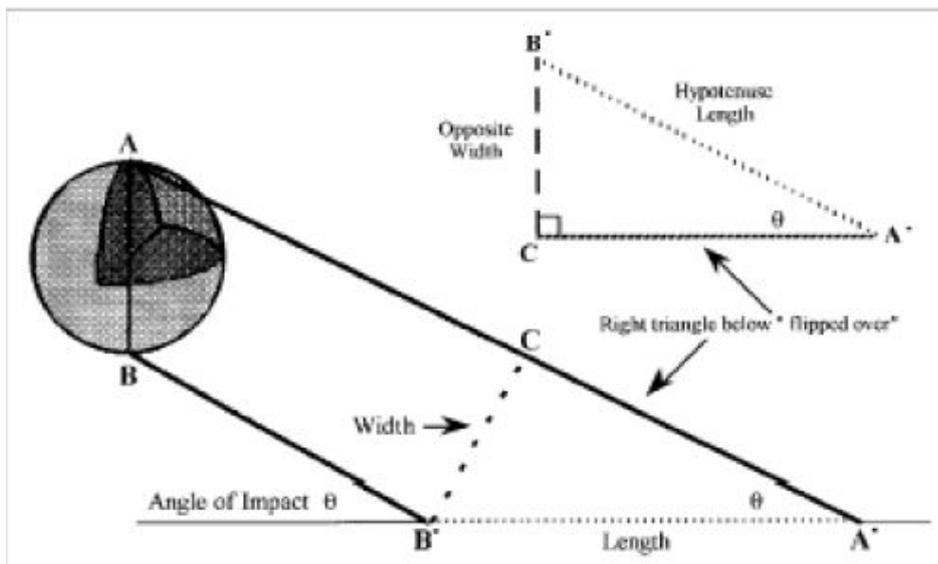
Angolo di impatto

L'angolo d'impatto è l'angolo che si viene a formare tra la traiettoria seguita dalla goccia e la superficie. La determinazione dell'angolo d'impatto avviene applicando le funzioni matematiche trigonometriche del seno, coseno e tangente. Partendo dal presupposto che la macchia quando è in volo assume una forma sferica (lunghezza e larghezza si equivalgono), nel momento dell'impatto perde questa sua forma allungandosi (tranne nel caso di impatto verticale in cui la forma della macchia è circolare).

La larghezza della goccia corrisponde alla larghezza della macchia e la lunghezza della goccia troverà corrispondenza in quella della macchia. L'angolo d'impatto è individuato tra la superficie e la retta BB' (Figura 6A).

Le relazioni trigonometriche sono più evidenti se si rappresenta la sezione della macchia e quella della goccia. Se viene tracciata una retta perpendicolare a AA' che parte da B' si forma un triangolo rettangolo che ci permetterà di determinare l'angolo d'impatto (Figura 6B).

A)



B)

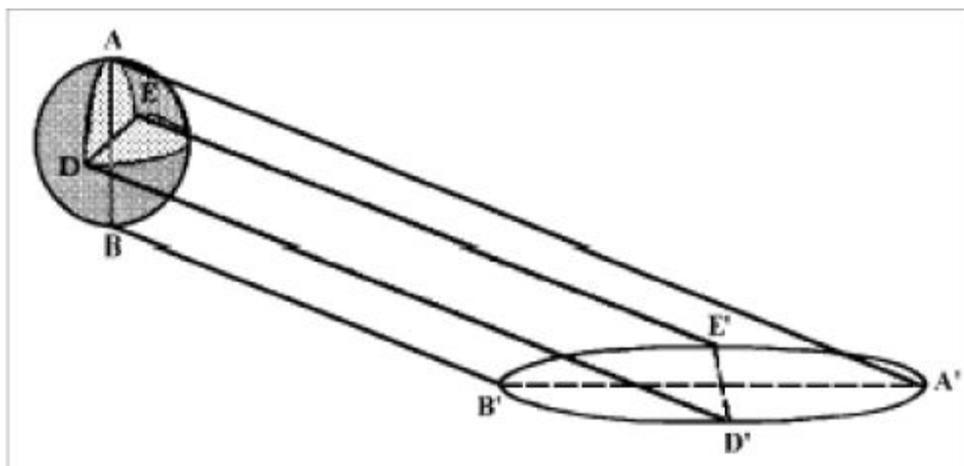


Figura 6. Metodi per la ricostruzione dell'angolo di impatto

Per definizione un triangolo rettangolo ha un angolo di 90° e due angoli diversi da 90° , la somma dei tre angoli deve essere uguale a 180° . Per convenzione il lato opposto all'angolo retto è l'ipotenusa, e due lati si chiamano cateti. La lunghezza della macchia risultante corrisponde all'ipotenusa del triangolo rettangolo, mentre la larghezza corrisponde al cateto. L'angolo del triangolo rettangolo rappresenta l'angolo d'impatto della goccia di sangue. Il seno dell'angolo sigma (nel nostro caso A') è uguale al risultato del rapporto del cateto diviso per la lunghezza dell'ipotenusa.

$$\text{Sen } \alpha = \text{cateto} / \text{ipotenusa} = \text{larghezza} / \text{lunghezza}$$

$$\text{Inverso Sen } \alpha = \text{angolo d'impatto}$$

Oltre a questo metodo, l'angolo d'impatto può essere calcolato anche con altri metodi come l'uso di tavole delle funzioni trigonometriche; si calcola il rapporto e il rispettivo angolo viene riportato dalle tavole. E' importante riconoscere che sia la formula, sia le relazioni così individuate, forniscono un valido aiuto nella ricostruzione della traiettoria. Vi è sempre la possibilità che, durante il volo, si palesi una piccola oscillazione, o intervenga un errore nel calcolo della traiettoria, quindi il valore dell'angolo d'impatto non può essere considerato come un valore assoluto, è sempre ipotizzabile una variazione di $5^\circ - 7^\circ$.

Il punto di origine

Il punto d'origine di una macchia di sangue è il luogo nel quale ha avuto inizio la perdita ematica che ha originato la macchia stessa. Per risalire al punto di origine si utilizzano le informazioni desunte dalla determinazione dell'angolo d'impatto e dalla localizzazione spaziale dell'area di convergenza. La combinazione di questi due parametri permette di individuare sia l'altezza sia la distanza esistente tra la macchia e la sua origine. I metodi usati per il calcolo sono diversi: la rappresentazione grafica, la sua ricostruzione mediante l'uso di softwares per calcolare la traiettoria, la sua definizione mediante l'uso delle funzioni trigonometriche. Anche in questo caso si parte dal presupposto che in un triangolo rettangolo la tangente di un angolo è equivalente al rapporto tra la lunghezza del lato opposto ed il lato adiacente. La ricostruzione avviene in diverse fasi: la determinazione dell'angolo d'impatto, la determinazione dell'arco di convergenza, la misurazione della distanza che intercorre tra l'area di convergenza e la singola macchia, il calcolo del punto d'origine (o altezza) applicando la seguente formula:

$$TG \alpha = \text{opposto/adiacente}$$

Sia la ricostruzione attraverso il calcolo della tangente sia la ricostruzione grafica, danno adito ad un certo margine di errore in quanto presuppongono una traiettoria "pulita" della goccia dal momento in cui inizia il percorso

fino alla formazione della macchia (Figura 7A e B). Questo tipo di traiettoria non è possibile nella realtà, infatti è necessario considerare sempre sia le forze d'attrito dell'area sia la forza di gravità. Nella ricostruzione del punto d'origine si deve tener conto di questi due fattori, per non incorrere in un errore di valutazione che può portare all'esclusione, a priori, di un'ipotesi investigativa

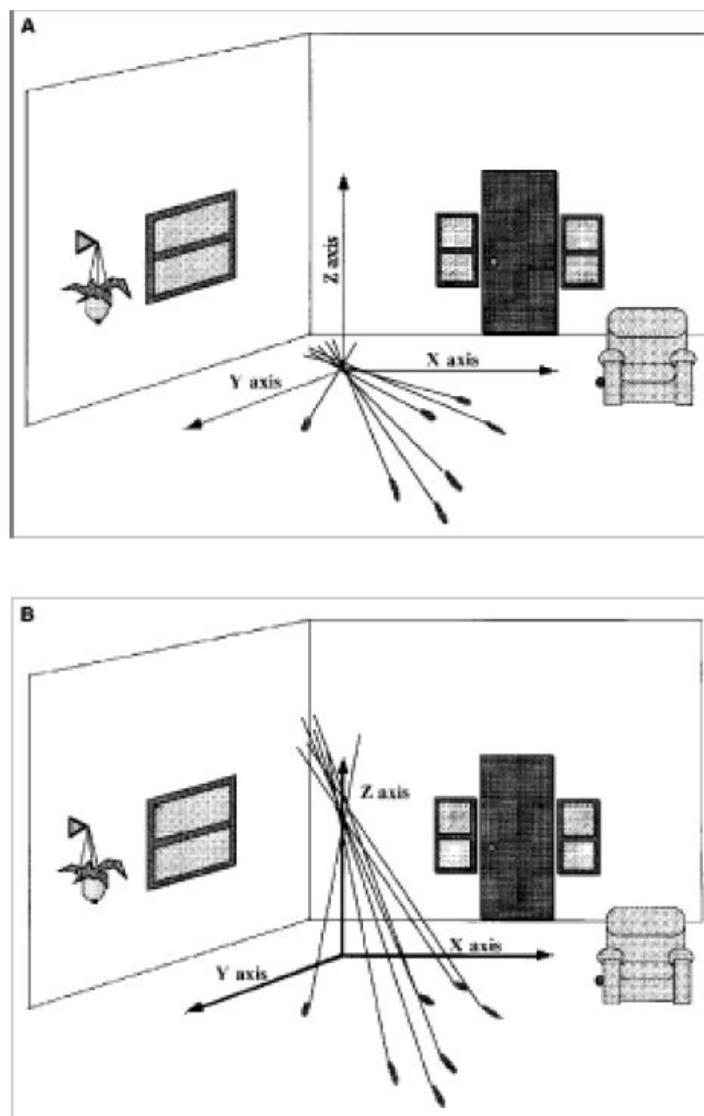


Figura 7. Esempi di ricostruzione del punto di origine

Le gocce seguono una possibile traiettoria dalla sede della lesione alla superficie d'impatto che dipende dalla velocità e dalla distanza percorsa. L'area d'origine può indicare se la vittima era seduta, in piedi o sdraiata nel momento dell'aggressione. In una stessa scena possono coesistere punti d'origine differenti, questo fenomeno può essere indicativo della variazione di posizione della vittima e dell'aggressore. Queste informazioni servono a supportare le ipotesi investigative, a dare credito o smentire le tesi sostenute dai testimoni e dalle persone coinvolte direttamente negli eventi.

Ricostruzione delle dinamiche del delitto

Il lavoro di classificazione, catalogazione e di definizione delle macchie di sangue è preparatorio a quella attività fondamentale che si esplica nella ricostruzione dell'evento per giungere all'elaborazione dei dati e alla formulazione di un'ipotesi investigativa. Fondamentalmente l'attività di ricostruzione si articola in tre fasi successive: 1) raccolta di reperti e d'informazione sulla scena del reato, 2) la ricostruzione vera e propria, che consta di analisi di laboratorio sui reperti, 3) la riproduzione dell'evento attraverso l'individuazione del punto di convergenza, dell'angolo d'impatto, del punto di origine e di sperimentazioni atte a ricreare la scena. La ricostruzione in laboratorio consta di due attività separate, ma complementari. Le analisi sui reperti, infatti, sono un elemento

fondamentale per la ricostruzione dell'evento, confermando o semplicemente orientando le ipotesi investigative. In certi casi soltanto con le analisi sui reperti è possibile rinvenire una traccia, evidenziarla e usarla ai fini ricostruttivi (come nel caso di tracce <0,1 mm). Una micro-macchia da contatto, ad esempio, analizzata in laboratorio si presenta in modo completamente diverso rispetto ad uno schizzo di sangue. Nella macchia da contatto depositata su un substrato assorbente quale un tessuto, i globuli rossi, nel processo di assorbimento del sangue, sono trattenuti dalle trame della stoffa. Al microscopio risulta evidente il punto nel quale si sono accumulati più globuli rossi e dove è avvenuto il contatto. Il sangue è presente non solo sulla superficie più esterna, ma in profondità e sul rovescio del tessuto. La traccia lasciata da uno schizzo si presenta in modo totalmente diverso, essendo molto superficiale, dello stesso colore e non impregnando le trame del tessuto. La riproduzione dello scenario può avvenire con l'utilizzo di approcci differenti e con l'ausilio di tecniche diverse. Gli approcci si basano su una ricostruzione soggettiva dell'evento utilizzando le testimonianze e i dati estrapolati dai rilievi effettuati sulla scena e i risultati dell'autopsia. La *Bloodstain pattern analysis* interviene soltanto in un secondo momento. Il secondo tipo d'approccio è prettamente oggettivo e più scientifico e lascia poco spazio alle teorie personali basandosi sostanzialmente sui dati acquisiti in sede di sopralluogo e

all'elaborazione di questi in laboratorio. Le macchie sono il punto di partenza per la ricostruzione dell'evento. La loro identificazione permette di dare una sequenza cronologica degli eventi: quando è intervenuta la lesione, e quanto tempo è intercorso tra accaduto e rinvenimento.

Cercando delle macchie compatibili con un impatto o una lesione arteriosa e i segni della dispersione degli schizzi si può collocare, presumibilmente, l'inizio dell'azione, la direzione dei colpi e i possibili spostamenti.

Le macchie di sangue più voluminose ed estese sono utili per determinare il tempo in cui la vittima è rimasta nello stesso posto. E' possibile accoppiare tra di loro le macchie, nel senso di collegare l'evento con uno successivo, sia come azione che come tempo. Una volta determinate le possibili sequenze temporali, è possibile ricostruire l'evento.

Tecniche ricostruttive

Il punto di origine può essere individuato attraverso l'uso di due tecniche principali che, sviluppatesi negli ultimi anni, hanno permesso di ridurre il margine di errore.

La tecnica del filo

Questo tipo di tecnica prevede che un filo (all'origine era di piombo) venga fissato in corrispondenza di una macchia di sangue e teso nella direzione, presunta, del movimento. La direzione è identificata dalla forma (è opposta

alla presenza di punte e prolungamenti), dall'angolo d'impatto della macchia e dall'area di convergenza. Nel punto in cui i fili si intersecano viene individuato il punto di origine (Figura 8).

La tecnica del filo ha sempre meno applicazioni, in quanto richiede tempo, energia e molta agilità (si forma un intrigo di fili in cui è difficile muoversi). Inoltre è una tecnica soggetta ad errore, soprattutto nel caso in cui siano presenti molte macchie sulla scena del reato. Negli ultimi anni sono stati messi a punto dei softwares capaci, sulla base dei dati relativi alla macchia, di tracciare dei fili virtuali fornendo una visuale laterale che fornisce l'altezza dell'origine del sangue, e una visuale dall'alto, che individua l'area di convergenza.

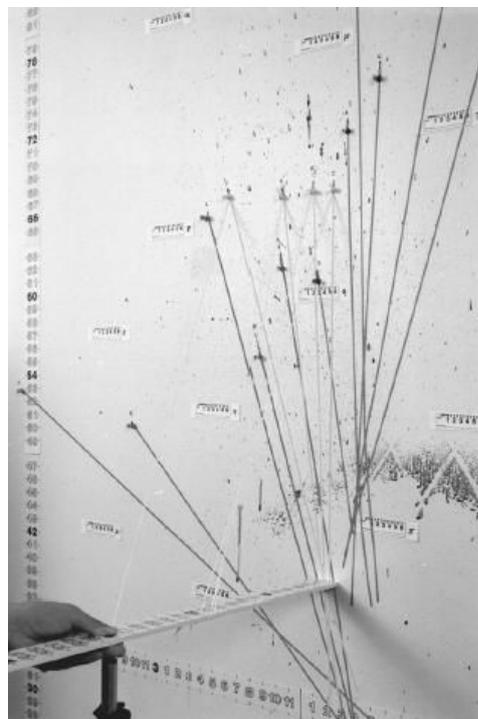


Figura 8. Esempio di applicazione della tecnica del filo.

La ricostruzione del punto di origine

E' la tecnica di maggiore applicazione e che fornisce i risultati più sicuri. Si parte dalla macchia e dalle sue misure per ricostruire l'evento. Si misurano la lunghezza e la larghezza della macchia e si calcolano l'angolo d'impatto applicando la formula:

$$\text{Sen } \sigma = \text{larghezza/lunghezza}$$

$$\text{Inverso Sen } \sigma = \text{angolo d'impatto}$$

Misurando la distanza tra la base della macchia e il punto di convergenza si può risalire al punto di origine graficamente o applicando il metodo della tangente. Nel primo caso le informazioni vengono elaborate graficamente, trasferendo i dati su un grafico che rappresenta sull'asse delle ascisse il punto di convergenza.

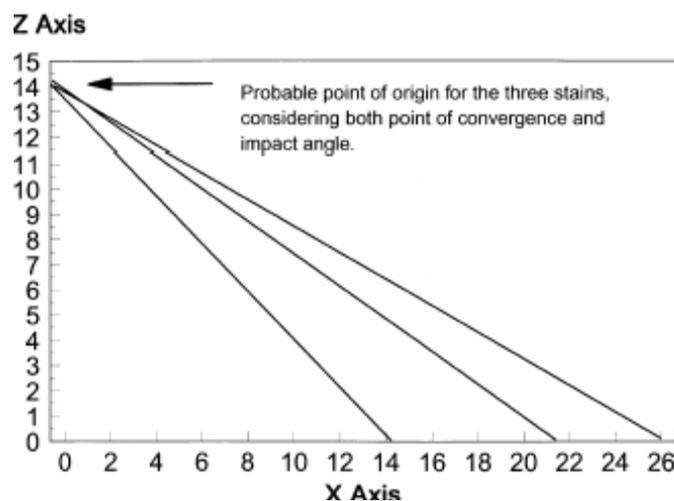


Figura 9. Grafico per la determinazione del punto di origine.

L'asse delle X rappresenta la distanza esistente tra la macchia e il punto di convergenza. Si segna una macchia, sull'asse delle X, usando un goniometro per segnare l'angolo d'impatto, si traccia una riga che arriva sino all'asse delle Z: si ripete questo procedimento per ogni macchia. Il punto nel quale ogni retta converge è presumibilmente il punto d'origine (Figura 9).

Il punto d'origine può essere altresì determinato usando il metodo delle tangente. Bisogna individuare delle macchie che, verosimilmente, abbiano un punto di convergenza comune; si misura la distanza della macchia di convergenza e l'angolo d'impatto. Si applica la formula $Tan I = H/D$ dove I è l'angolo d'impatto noto, D è la distanza tra aree di convergenza e macchia e H è la distanza, ricercata, tra origine e convergenza. L'attività ricostruttiva non si esaurisce con l'individuazione del punto d'origine, anche se è fondamentale per situare l'evento e inquadrare il tipo di dinamica che deve trovare un riscontro nella realtà. La ricostruzione, in questa fase, diventa una sperimentazione per ricreare macchie in laboratorio, possibilmente, il più simile a quelle rinvenute sulla scena. Per esempio, nel caso di macchie da contatto prodotte da un oggetto sconosciuto o da un'azione non accettabile, due sono gli approcci: si riproduce in laboratorio una macchia standard, compatibile con gli oggetti rinvenuti sulla scena. Usando questo standard si può ricercare una

particolarità che orienta verso un oggetto o un'azione. Il secondo tipo di approccio si basa sulla valutazione della scena del reato: si selezionano un gruppo di oggetti, si ricreano delle macchie standard in laboratorio e si confrontano con le macchie rinvenute, per giungere ad un giudizio di compatibilità/non compatibilità tra macchia vera ed ipotetica.

TIPO DI SCENA DEL CRIMINE E PROBLEMI ASSOCIATI

DELITTI CON ARMA DA FUOCO

Tra le varie tipologie della scena del crimine, quella caratterizzata dall'utilizzo di armi da fuoco rappresenta un aspetto molto interessante e complesso dal punto di vista del sopralluogo.

La varietà di armi utilizzabili, la tipologia delle munizioni, i diversi contesti ambientali in cui il delitto può essere stato commesso, rappresentano fattori che richiedono un'attenta e scrupolosa indagine finalizzata alla ricostruzione della dinamica dell'evento.

Caratteristiche dell'arma da fuoco

Una arma da fuoco leggera, corta o lunga che sia, è costituita da:

- una o più canne: La funzione della canna è quella di contenere la cartuccia, sia nel periodo statico di riposo, sia nel periodo dinamico dello sparo, di fungere da camera di compressione a volume variabile durante la deflagrazione del propellente, di guidare il proiettile durante l'accelerazione impulsiva, di stabilizzarlo giroscopicamente – se si tratta di canna con anima rigata – e di proiettarlo verso un bersaglio. La canna, la cui anima può essere rigata o liscia, può altresì vantare il montaggio di congegni sussidiari quali silenziatori, smorzatori di rinculo ecc.

In un'anima rigata si identificano delle creste in rilievo – definite pieni o nervature della rigatura – e delle righe in depressione che prendono, invece, il nome di cavi o solchi di rigatura. Ai fini identificativi l'anima della canna ha interesse perché, durante il forzamento della rigatura da parte del proiettile, lascia impresse le impronte negative della rigatura, che sono caratterizzate dallo standard progettuale del fabbricante e dalle imperfezioni casuali.

- un castello o fusto: costituisce il corpo ove sono contenuti i vari congegni destinati al funzionamento dell'arma stessa.
- un otturatore: l'otturatore è quella parte meccanica, fissa o mobile, che presiede all'introduzione ed alla tenuta, specie durante lo sparo del bossolo, nella camera di scoppio della canna. Il congegno di otturazione, ed in particolare la superficie che entra in contatto con il fondello del bossolo, ha notevole importanza ai fini della balistica identificativa considerato il fatto che ogni modello di arma da fuoco ha, per fabbricazione, una organizzazione morfologica, geometrica ed angolare degli organi che interagiscono sul bossolo durante l'introduzione, la percussione della capsula, lo sparo, l'estrazione e l'espulsione.
- un congegno di percussione e scatto: sono quasi sempre integrati al congegno di otturazione.
- un congegno di ripetizione (se prevista)

- un congegno di estrazione ed espulsione del bossolo esploso
- un sistema di mira o collimazione
- un sistema di sicura per la partenza accidentale dei colpi.

Le munizioni sono le cartucce a palla o a salve destinate a caricare armi da sparo. Sono munizioni a “*palla*” quelle che montano un proiettile unico, a “*carica spezzata*” quelle che contengono nel bossolo più palle di piombo (Figura 10A). La legge vieta i proiettili a punta cava (detti ad espansione), a nucleo perforante, traccianti, incendiari, a carica esplosiva.

Per quanto riguarda le munizioni da guerra (Figura 10B) sono ormai molto poche e ne è vietata la detenzione.



Figura 10. Esempio di munizioni comuni (A) (da sinistra: 40 S&W, 38-40 WCF, 44 Special e 45 ACP) e di munizioni da guerra (B) (da sinistra: 7,62x51 mm NATO, 5,56x45 mm NATO e 9 mm Parabellum)

I campi d’interesse dell’indagine balistica sono suddivisi nei tre ambiti della balistica generale, riguardante le armi in generale, la loro tecnologia, il loro uso, della balistica terminale, relativa allo studio degli effetti dei

proiettili o delle schegge sull'uomo (*soft living target*) o su materiale bruto (*soft or hard non living target*) e della balistica identificativa, riguardante la comparazione dei reperti, l'individuazione dei residui di sparo, l'estrapolazione degli effetti per risalire all'agente balistico usato.

La balistica generale convenzionale si suddivide nei due campi della balistica interna e della balistica esterna. La *balistica interna* si interessa alle armi ed al loro funzionamento ed ai comportamenti del loro impiego combinato, con particolare attenzione ai fenomeni che avvengono dentro l'arma prima che il proiettile inizi una sua traiettoria libera. Nello specifico si interessa di tutti quei problemi proposti in sede pratica di incarico di perizia o di consulenza, quali la natura dell'arma e del munizionamento sequestrati, quale ne sia l'origine, se si tratti di armi comuni o da guerra, se sono idonee all'impiego o se sono state manomesse, il perché di un eventuale malfunzionamento o di un'alterazione dell'originaria potenzialità offensiva.

La *balistica esterna* si interessa al comportamento del proiettile ed alle interazioni con esso da parte del fluido d'aria e della forza di gravità, dal momento che abbandona la canna dell'arma fino all'impatto sul bersaglio mirato o comunque contro un oggetto con densità diversa rispetto all'aria. Nello specifico campo applicato all'identificazione di prove giudiziarie o di riprove necessarie alla ricostruzione della dinamica di un fatto criminoso o

ritenuto tale, tratta soprattutto dell'andamento spazio-temporale delle traiettorie, valutando il comportamento del proiettile o della scheggia in funzione dell'arma, del tipo di munizione impiegata e dell'ambiente. Definire la cronologia degli spari, ricostruire la traiettoria dei colpi esplosi e verificare lo spostamento delle armi da fuoco sul *locus commissi delicti* sulla base degli elementi oggettivamente disponibili, può, difatti, assumere importanza preponderante nel caso di conflitto a fuoco o impiego simultaneo di più armi da fuoco. L'indagine di balistica esterna costituisce quindi la base di partenza per le indagini di balistica terminale ed integra quelle di balistica interna.

E' da considerazioni di balistica generale, quindi di balistica interna ed esterna, che prendono necessariamente origine le indagini di balistica terminale. Essa riguarda gli effetti dei proiettili o delle schegge sull'uomo (*soft living target*) o su materiale bruto (*soft or hard non living target*). Si tratta di quella branca di accertamenti per la quale é specifico l'interesse del medico legale che, per quella parte d'indagine che prende il nome di balistica della lesione (*wound ballistics*), è l'unico soggetto idoneo ad un intervento professionalmente abilitato.

Tracce e reperti balistici

In presenza di eventi balistici, sul luogo del reato possono essere rinvenute armi da fuoco, cartucce a carica singola o multipla, o parti di esse

(ogive, bossoli, pallini e/o borre), segni prodotti dall'impianto del proiettile su strutture (es. muri di edifici, pareti di stanze, etc.) o su oggetti (auto, mobili, etc.) dell'ambiente in cui si è svolto il fatto.

Per quanto riguarda le armi, deve esserne descritta la sede del ritrovamento e la distanza dal cadavere, con riferimenti metrici ortogonali rispetto a punti fissi ambientali. Le manipolazioni dell'arma devono doverosamente essere effettuate con i guanti per evitare inquinamenti e salvaguardare la successiva ricerca di impronte digitali, identificando il modello e la marca, il numero di matricola, il calibro, il numero e il tipo di cartucce presenti nel caricatore, nonché la presenza del colpo in canna per pistole semiautomatiche. Nel caso di revolver, andrà documentata la posizione delle cartucce nel tamburo, se queste sono esplose o meno. Infine, in alcuni casi è opportuno esaminare attentamente la superficie dove è stata trovata l'arma, soprattutto se si tratta del pavimento, cercando eventuali scalfitture prodotte dall'urto dell'arma stessa al suolo ed indicative del punto di impatto originario, importanti quindi per l'accertamento di eventuali spostamenti successivi.

I bossoli presenti nell'ambiente vanno contrassegnati con lettere e fotografati, tenendo presente che dalla loro dislocazione si possono ottenere importanti indicazioni circa il punto da cui sono stati esplosi i colpi e sulle modalità di svolgimento dell'evento. I bossoli, che non vanno puliti,

devono essere quindi repertati singolarmente in buste di plastica contrassegnate con la lettera corrispondente al rilievo fotografico, salvaguardando anche le eventuali tracce di materiale estraneo presente sui reperti. Analogamente, le ogive rinvenute libere sulla scena del crimine vanno indicate con lettere, fotografate e singolarmente repertate. Nel caso in cui le ogive risultino incastrate in strutture e oggetti vari, per estrarle è necessaria una grande cautela e l'utilizzo di strumenti adeguati, preferibilmente di plastica, per non causare su di esse ulteriori striature che potrebbero compromettere i successivi accertamenti balistici.

Nella ricostruzione di un evento balistico risulta di particolare importanza la determinazione della traiettoria del proiettile, cioè il tragitto rappresentato da una linea ideale compresa tra il vivo di volata e il punto di impatto dell'ogiva su un determinato bersaglio. La traiettoria può risultare rettilinea, oppure angolata nel caso in cui il proiettile subisca una deviazione dopo aver attraversato un bersaglio oppure abbia rimbalzato su di una superficie più o meno rigida. Per quanto riguarda il fenomeno del rimbalzo, vanno presi in considerazione l'angolo di incidenza (angolo compreso tra la traiettoria del proiettile e la superficie su cui c'è stato l'impatto) e l'angolo di rimbalzo (angolo compreso tra la superficie colpita e la traiettoria che il proiettile assume nel rimbalzare). A questo riguardo sebbene siano stati proposti diversi modelli matematici per la comprensione

e l'interpretazione di questo fenomeno, è possibile individuare solo in maniera approssimativa l'angolo di incidenza e di rimbalzo, alla luce della presunta posizione reciproca della vittima e del soggetto che ha esploso il colpo, dei segni prodotti dal rimbalzo e considerando qualsiasi altro aspetto emerso in sede di sopralluogo.

Bisogna infatti tenere presente i fattori in grado di condizionare il fenomeno del rimbalzo. Tra questi, la superficie colpita, dalla cui natura e consistenza dipenderà l'angolo critico di incidenza, cioè il valore al di sotto del quale il proiettile rimbalzerà, e al di sopra del quale si frammenterà o penetrerà nella superficie colpita. Sono altresì importanti la forma, le caratteristiche costitutive e la velocità del proiettile, sulla possibilità che il proiettile rimbalzi.

In corso di sopralluogo, è estremamente importante la ricerca dei segni prodotti dall'impatto del proiettile su una determinata superficie. Nel caso di colpi d'arma da fuoco a carica singola, si presentano come discontinuità ovalari a forma di striature o di semicanale per impatto obliquo o tangenziale, oppure da discontinuità crateri formi per impatto più o meno perpendicolare di profondità variabile e con il fondo che molto spesso riproduce l'impronta dell'ogiva. Nel caso di colpi d'arma da fuoco a carica multipla, qualora non abbiano colpito il bersaglio umano ma una superficie, saranno osservabili delle piccole discontinuità rotondeggianti, di grandezza

e in numero variabile. In questo caso occorre contare, per quanto possibile il numero delle discontinuazioni e misurare l'ampiezza complessiva dell'area interessata secondo un asse longitudinale e trasversale. Di queste tracce va documentato il numero, le dimensioni, le caratteristiche morfologiche, l'orientamento, il loro reciproco rapporto e la disposizione nell'ambiente. L'insieme degli elementi raccolti, insieme alla posizione del cadavere, alla disposizione di eventuali tracce ematiche sul luogo del reato, possono consentire di accertare la direzione dello sparo, la traiettoria dei proiettili e alle volte la distanza di sparo, riuscendo quindi a ricostruire la dinamica dell'evento criminoso.

Anche gli autoveicoli presenti sulla scena del crimine devono essere attentamente analizzati. Inizialmente, si procederà con una descrizione delle caratteristiche e delle condizioni in cui è stato rinvenuto il mezzo, eventualmente anche attraverso l'uso di schemi (sportelli, finestrini, chiavi, chilometraggio, etc.). Gli eventuali fori presenti sulla carrozzeria, devono essere indicati con lettere e numeri, ed essere descritti in maniera minuziosa riguardo alla sede, al numero e alle caratteristiche morfologiche e metriche. In maniera analoga si procederà per i fori presenti sui cristalli.

L'esame delle fenditure o linee di rottura radiali e/o concentriche che si dipartono dal foro, forniscono utili indicazioni per stabilire l'ordine cronologico in cui sono stati esplosi i colpi. Ad esempio, presi due fori

vicini, il secondo ad essere stato prodotto è quello le cui incrinature si arrestano in corrispondenza delle incrinature dell'altro.

Inoltre, può risultare utile prelevare piccoli campioni dei cristalli dell'auto per successive comparazioni analitiche con frammenti eventualmente rinvenuti sugli indumenti di soggetti sospettati di essere coinvolti nell'evento.

Una volta localizzati tutti i fori presenti sul mezzo e dopo averne verificato le corrispondenze in termini di entrata/uscita, è possibile visualizzare le relative traiettorie dei proiettili che li hanno prodotti congiungendoli con bacchette o fili di cotone.

Notevole cura deve essere prestata all'ispezione dell'interno del veicolo ed in particolare ai sedili, nei quali potrebbero essersi fermate le ogive, e sui quali potrebbero essere presenti tracce ematiche.

Le indagini di laboratorio

Nel laboratorio balistico vengono effettuate indagini di balistica generale e identificativa, unitamente alla ricerca di eventuali residui di sparo. Nell'ambito della balistica generale gli accertamenti riguardano le munizioni (tipologia e classificazione) e le armi, delle quali vengono studiate la tecnologia, verificata la funzionalità delle parti meccaniche, la rilevazione di eventuali modifiche apportate. La balistica identificativa, si

occupa dell'individuazione dell'arma presumibilmente impiegata, la comparazione dei reperti, l'estrapolazione degli effetti per risalire all'agente balistico usato.

In particolare, l'attività di prima indagine che viene compiuta a carico del materiale balistico (bossoli e/o proiettili) repertati a seguito della commissione di un delitto con l'utilizzo di armi da fuoco, concerne nell'esame dei fondelli di ciascun bossolo e dei corpi di forzamento di ciascun proiettile alla ricerca di tracce che possa consentire l'individuazione della marca dell'arma o del numero di armi impiegate.

Tali operazioni, compiute con l'impiego di strumentazioni microscopiche dotate di micrometri digitali, consentono di individuare, sul fondello dei bossoli, presenza, morfologia, dimensione e localizzazione spaziale, eseguita assimilando il fondello ad un quadrante di orologio, delle impronte di percussione, estrazione ed espulsione. Le stesse attività di individuazione, verifica del numero e del verso, e di misurazione vengono ovviamente compiute anche a carico dei solchi di rigatura che caratterizzano il corpo di forzamento di ciascun proiettile appartenuto a cartuccia deflagrata da un arma con canna rigata.

Questa prima operazione effettuata sul materiale in sequestro consente, quindi, di disporre di una serie di elementi che, confrontati con opportuni *data base* di riferimento, permettono di esprimere un importante giudizio

circa il tipo e la marca dell'arma o delle armi impiegate nella circostanza. I dati d'archivio utilizzati sono quelli presenti nel *Drugfire* del Federal Bureau of Investigation (F.B.I.), che raccoglie informazioni relative a circa 20.000 differenti armi da fuoco, e nel *Gun Store*, un sistema informativo della Polizia Scientifica italiana. Una volta accertate le caratteristiche di classe d'arma dall'esame dei reperti ed individuato il numero delle armi utilizzate, allo scopo di appurare l'eventuale collegamento tra il fatto oggetto d'indagine e precedenti delitti, i bossoli e/o i proiettili in sequestro vengono inseriti nel data base IBIS (*Integrated Ballistics Identification System*) della polizia di Stato.

Questo sistema è in grado di individuare l'eventuale correlazione tra episodi avvenuti in tutto il territorio nazionale.

Lo strumento che permette di comparare agevolmente le impronte sui reperti balistici è il microscopio comparatore. Tale apparecchiatura consiste essenzialmente di due microscopi con identici obiettivi collegati da un ponte ottico contenente una combinazione di prismi che convogliano le immagini ad un unico oculare. E' così possibile osservare due oggetti separati nel medesimo campo, compararli visivamente portando in giustapposizione le immagini di parti di ciascuno di essi. Gli oggetti appaiono in campo visivo circolare diviso al centro da una linea sottile verticale. Nel caso di proiettili sparati dalla medesima arma è spesso

possibile far coincidere, lungo la linea divisoria, le microstrie presenti nelle impronte lasciate dalla rigatura della canna.

L'individuazione di minime e microscopiche depressioni e striature, morfologicamente e dimensionalmente identiche oltre che ripetute, presenti sia sugli elementi a reperto sia su quelli sperimentali prodotti con l'arma sospetta costituisce prova di unicità d'arma.

Le tracce dello sparo sono il risultato della vaporizzazione degli elementi chimici contenuti nella capsula della munizione, che solidificandosi a contatto con l'aria, formano una sorta di nube, i cui residui andranno a distribuirsi nello spazio e a depositarsi su superfici vicine al punto dove è stato esploso il colpo. Questi residui si presentano come piccolissime particelle sferoidali, composti dall'associazione di 3 elementi: l'antimonio, il bario e il piombo. Queste particelle sono oggetto di osservazioni e analisi molto approfondite attraverso il microscopio elettronico a scansione (SEM) e rilevatori di dispersione di energia (EDX) (Figura 11A e B).

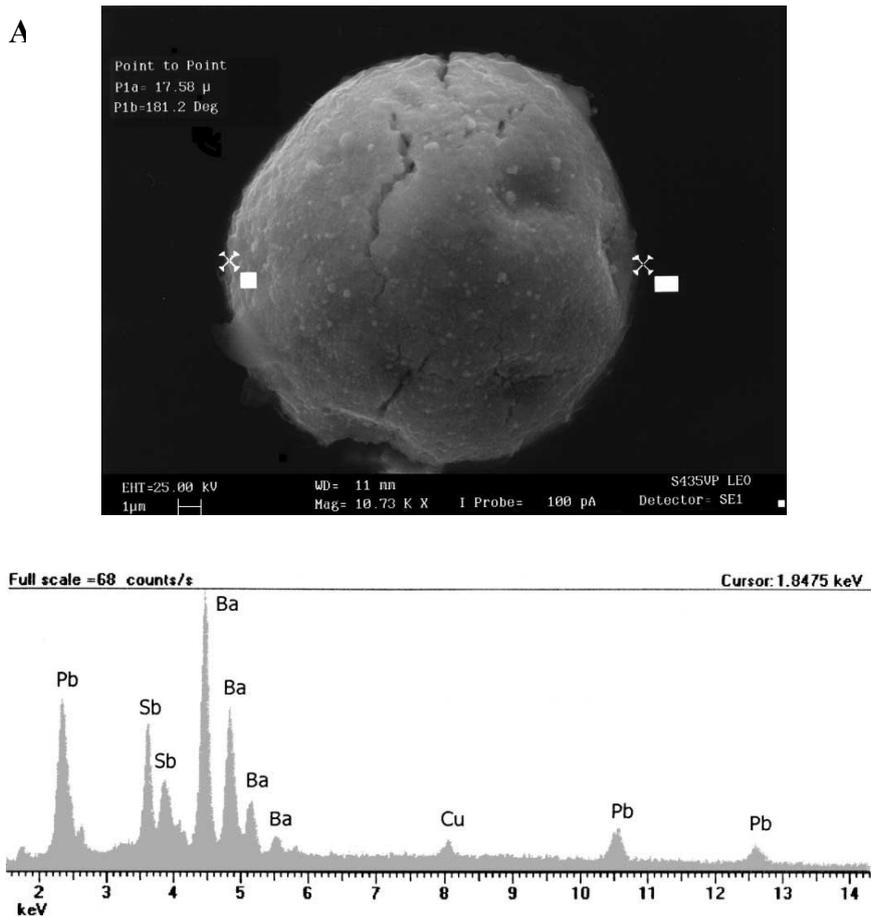


Figura 11. (A) Immagine al microscopio elettronico e relativo spettro all'EDX (B) di una particella prelevata da una Beretta cal 7.65 mm dopo aver sparato una cartuccia 7.65 Browning blindata.

Tali residui si depositeranno sulle superfici più vicine e sulla mano di colui che ha esploso il colpo, dove possono rimanere per ore, sebbene si possano allontanare con una semplice detersione. Tuttavia le particelle possono essere proiettate anche in direzioni diverse a seconda del tipo di arma utilizzata, per cui la relativa ricerca andrebbe ampliata all'avambraccio, al braccio, al viso, al torace. Va comunque puntualizzato che non necessariamente la presenza di residui su di un soggetto deriva dall'azione di sparo, anche la sola manipolazione di un'arma o il solo contatto con

persone e/o oggetti contaminati dai residui può giustificare la presenza di residui da sparo su di individuo.

Utilizzo della tecnica *Bloodstain pattern analysis* nei delitti con arma da fuoco

I colpi d'arma da fuoco creano schizzi di solito associati esclusivamente al gruppo dell' elevata velocità d'impatto. La forza individuata è quella del proiettile che impatta sulla superficie, trasferendo la sua energia cinetica ai tessuti. Gli schizzi che si disperdono con una forma conica trovando il punto d'origine nel centro dell'impatto (foro d'entrata o d'uscita del proiettile).

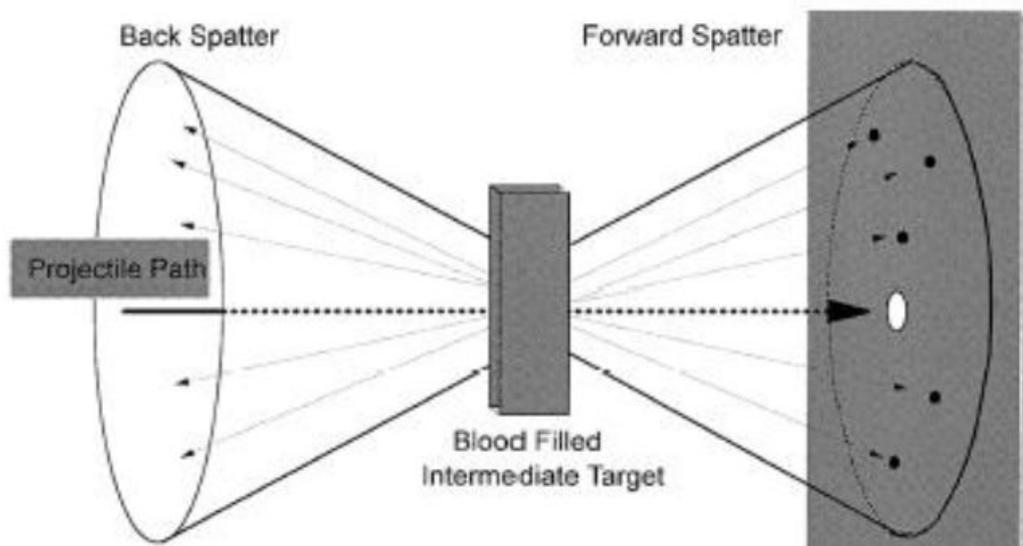


Figura 12. Schema rappresentativo degli schizzi di sangue derivanti da un colpo d'arma da fuoco.

Vengono distinti due tipi di schizzi: i *forward spatter* (schizzo in avanti) e i *back spatter* (schizzo indietro). I *fordward spatter* si originano con lo

sparo, seguono la direzione e la forza impressa dal proiettile e il sangue si disperde irradiandosi verso le diverse superfici.

I *back spatter* sono causati dai gas compressi, che rimangono intrappolati tra la cute e le ossa e determinano l'espulsione di materiale biologico dal foro d'entrata.

I *back spatter* si dividono in *micro back spatter* (diametro < 0,5 mm) e in *macro back spatter* (diametro compreso tra 0,5 e 4 mm). Esistono schizzi con un diametro inferiore a 0,1 mm, non visibili ad occhio nudo, che tendono ad asciugarsi e ad essere sparsi dalle correnti d'aria. I *back spatter*, per le loro piccole dimensioni, al punto da risultare spesso quasi atomizzate, dovranno essere indagati con l'ausilio di ingrandimento. La distanza percorsa in volo per i *micro back spatter* varia tra i 0 – 69 cm, con un picco di massima presenza intorno ai 40 cm, mentre per i *macro back spatter* la distanza può arrivare fino a 119 cm, e questi costituiscono di solito il 90 % dell'intera macchia. Per quanto riguarda la forma, la presenza e la disposizione non si notano delle sostanziali differenze tra i *forward spatter* e i *back spatter*, anche se i primi sono di solito più densi e disposti in maniera simmetrica, mentre nei secondi si può notare la presenza di materiale biologico diverso dal sangue (frammenti di osso o di tessuto). Frequentemente i *back spatter* sono associati a colpi a contatto alla testa e hanno una dispersione caratteristica che ricorda una nebulizzazione e si

irradiano dal foro d'entrata lungo la linea dello sparo (polsino, zona dorso-mediale della mano, braccio, canna dell'arma) (Figura 13).



Figura 13. Esempio di back spatter rinvenuti sulla mano di una vittima di suicidio

Tali proiezioni di sangue sono orientate verso la fonte di energia, in questo caso l'arma da fuoco, ed hanno una forma peculiare, che ricorda un vulcano. La quantità di *back spatter* è influenzata dal tipo di arma e munizioni, dalla distanza del bersaglio, e dalle caratteristiche anatomiche del foro di ingresso. Va inoltre ricordato che quando la distanza tra l'arma da fuoco e il bersaglio è ampia il *back spatter* può essere completamente assente. La quantità di schizzi di sangue in avanti e indietro può inoltre essere ridotta dall'effetto ostruente dei capelli e dei vestiti e dei copricapi indossati dalla vittima.

CAPITOLO 7

CONCLUSIONI

Fornire precise indicazioni sulle metodiche di realizzazione di un'indagine di sopralluogo è un'impresa pressoché impossibile per una serie di considerazioni che è opportuno puntualizzare. Innanzitutto, l'enorme varietà di reati per i quali si procede non consente assolutamente un'unica linea di condotta, sia in relazione alla diversa gravità dei fatti che presuppone un necessario e conseguente atteggiamento dell'investigatore, sia con riferimento alle molteplici tipologie di reato, che richiedono esigenze accertative enormemente differenziate.

Bisogna però sottolineare che modalità di indagine uniformi e ripetitive, standardizzate nel tempo, possono comunque essere utilizzate nei confronti delle tipiche azioni illecite. Inoltre, le diversità geografiche comportano evidenti influssi sulla condotta umana delle varie realtà sociali, a volte radicalmente difformi tra loro, per cui la disomogenea incidenza delittuosa sul territorio e la varietà di *modus operandi* determinano consequenziali differenziazioni anche nel processo investigativo.

Si ritiene comunque importante sottolineare il concetto di metodo investigativo come paradigma centrale dell'azione di ricerca.

A grandi linee, si individuano nel concetto di metodo investigativo caratteristiche quali l'analisi (ovvero scomposizione sistematica della

materia oggetto d'indagine), la spiegazione (che assume la valenza di semplificazione), la progressività (procedere dall'argomento più semplice a quello più complesso), la formalizzazione (fare in modo di astrarre i concetti dal contesto reale), la memorizzazione (attuazione di strategie tese ad ottimizzare l'archiviazione ed il recupero dei concetti), l'intuizione (intesa come capacità di penetrare meglio gli eventi riuscendo a intuirne i passaggi), la sintesi (ricomposizione di quanto scomposto in sede di analisi).

In questo contesto, appare molto importante il contributo del medico legale. E' evidente la rilevanza dell'accesso sul luogo del crimine da parte del medico legale, elemento questo che costituisce il primo atto dell'indagine tecnica che viene richiesta allo specialista. Ovviamente, la ricognizione della scena del crimine dovrà essere eseguita secondo competenze e criteri ben delineati, in modo così da essere riproducibili in tutti quei casi che riconoscono elementi in comune nella loro dinamica e costituire così un elemento unificante che possa permettere l'interattività fra le, talvolta numerose, figure coinvolte durante un'indagine. Nello svolgimento di questa tesi particolare attenzione è stata rivolta alla descrizione della Bloodstain Pattern Analysis, esempio di criteri specifici ai quali fare ricorso durante un sopralluogo in cui siano presenti tracce ematiche. Infatti questa metodica, consolidata per l'analisi della forma, della dimensione e

disposizione delle tracce ematiche, è finalizzata alla raccolta di una serie d'informazioni di notevole importanza che permetteranno, in un secondo momento, la ricostruzione degli eventi.

APPENDICE

Data base di riferimento per l'identificazione delle armi da fuoco

Drugfire

Nella sua prima realizzazione, nei primi anni 80, rappresentava lo strumento di supporto dell'FBI per collegare gli innumerevoli delitti commessi con le medesime armi da fuoco nell'ambiente dello spaccio di stupefacenti (da cui il nome). E' un sistema completamente automatizzato in grado di archiviare, ricercare e confrontare immagini di impronte su bossoli e su proiettili. Questo sistema nell'attività di correlazione presenta due peculiarità tecniche: il confronto sui proiettili viene fatto sull'intera superficie e non solo sui solchi di rigatura; il confronto sui bossoli viene fatto sull'area compresa fra il cratere di percussione ed il bordo esterno della capsula d'innesco.

I microscopi e l'illuminazione delle stazioni di lavoro assicurano la standardizzazione del processo di acquisizione delle immagini.

Il sistema è corredato da due interessanti archivi:

- il **GRC** (*General Rifling Characteristics File*) la guida più completa ed utilizzata nel mondo per l'identificazione dell'arma che ha sparato attraverso i dati balistici riscontrabili sui proiettili e sui bossoli, curata dai laboratori dell'F.B.I.

- il **SAF** (*Standard Ammunition File*), un catalogo completo ed illustrato nei minimi dettagli della produzione di cartucce per armi da fuoco, suddivise per calibro. L'archivio disponibile attualmente è ancora parziale ma è in via di definizione il suo completamento.

Negli Stati Uniti il DRUGFIRE opera in collegamento fra gli Uffici FBI e di polizia di diversi Stati: Washington D.C., Florida, Texas, California, Oregon, Kansas, Illinois, Maryland.

IBIS (Integrated Ballistics Identification System)

Ha come scopo principale quello di fornire uno strumento idoneo alla gestione automatica di tutte le informazioni tecniche ed investigative relative a manufatti balistici repertati in occasione di fatti delittuosi nonché ai bossoli e proiettili ottenuti sperimentalmente con armi sequestrate.

Il sistema IBIS, adottato e messo a punto inizialmente dalla Polizia canadese, è stato il primo sistema integrato totalmente automatizzato in grado di archiviare, ricercare e confrontare le immagini di impronte balistiche su bossoli e proiettili.

Il principio su cui si basa è quello di acquisire ad alta risoluzione, tramite un microscopio ed un processo controllato da computer, le immagini dei proiettili e dei bossoli esplosi, di sottoporle, tramite specifici algoritmi di calcolo ad un processo di estrazione di un codice di segnatura univoco in grado di identificare i segni caratteristici lasciati sui reperti da parte delle

armi che li hanno esplosi e di memorizzare immagini e codici di segnatura in una base di dati.

I dati identificativi di ogni nuovo reperto potranno così essere sottoposti ad un processo di correlazione con quelli dei reperti già presenti al fine dell'eventuale identificazione dell'arma che ha esplosi il reperto e/o quella di altri reperti esplosi con la medesima.

Detto processo di correlazione, basato su di un modello matematico proprio del sistema IBIS, che opera per similitudine, produce una lista ordinata di candidati per probabilità decrescente che viene sottoposta all'esperto balistico. Lo stesso, impiegando la funzionalità di analisi video-grafica propria del sistema IBIS, potrà confermare o meno la presenza di uno o più *match*.

Attualmente il sistema IBIS è operativo, oltre che presso gli organi di investigazione scientifica di Polizia di Stato ed Arma dei Carabinieri, in altri 11 Paesi del mondo tra cui il Dipartimento di Polizia di New York, la polizia del Sud Africa, l'agenzia ATF – ALCOHOL, TOBACCO & FIREARMS del Ministero del Tesoro Statunitense, le polizie di Spagna, Germania, Turchia ecc.

Per il futuro occorre infine sottolineare che dal 2000 NIBIN (DRUGFIRE) e FORENSIC TECHNOLOGY INC. (IBIS), hanno dato inizio all'unificazione dei relativi data-base che daranno così vita ad un unico

sistema in grado di ovviare a quelle imperfezioni di insieme che di volta in volta possono risolversi in virtù del graduale progresso tecnologico di calcolatori ed ottiche.

Gunstore

Si tratta di una banca dati che memorizza i dati tecnici e le "impronte di classe d'arma", cioè i segni che le parti meccaniche di un'arma rilasciano sul corpo del bossolo, relative alle armi in produzione ed a quelle di importazione. Il principio di base è che ogni arma viene prodotta dal fabbricante con caratteristiche uniche di costruzione. La particolare forma, detta "morfologia", viene dunque classificata e memorizzata in una scheda tecnica del sistema "GunStore". La banca dati è in costante aggiornamento. Periodicamente le fabbriche di armi presenti in Italia inviano 4 bossoli-test relativi ad un modello di arma da fuoco in produzione oppure già prodotta, allo scopo di incrementare il patrimonio informativo del sistema.

Se sulla scena del crimine vengono quindi ritrovati bossoli o proiettili ma non l'arma che li ha esplosi, e nessun aiuto arriva da eventuali armi sequestrate, per avere informazioni utili è possibile interrogare "Gun Store".

Sulla base dello studio delle morfologie del bossolo, questo sistema è in grado di dare subito un input investigativo fornendo le informazioni relative all'arma richiesta. Inoltre è in grado di effettuare comparazioni,

sovrapposizioni e confronti delle immagini memorizzate, mediante l'utilizzo di un software, di una telecamera ad altissima risoluzione e di un programma di "manipolazione" delle immagini.

BIBLIOGRAFIA

Puccini Clemente, Istituzioni di Medicina Legale, VI edizione (2003), Milano, Casa Editrice Ambrosiana.

Prada Carella Ozrem, Tancredi Dino Mario. Il sopralluogo giudiziario medico legale, I edizione (2000), Roma, Società Editrice Universo.

Giustino Gatti. Codice di Procedura Penale, annotato con la giurisprudenza. XV edizione (2007), Napoli, Edizioni Giuridiche Simone.

Vanezis P, Busuttil A. Suspicious death scene investigation, I edizione (1996), London, Hodder Arnold Publication

Fisher BAJ. Techniques of crime scene investigation, V edizione (1993), Boca Raton (FL., USA), CRC Press

Menzel ER. Recent advances in photoluminescence detection of fingerprints. *ScientificWorldJournal*. 2001; 1: 498-509.

Virkler K, Lednev IK. Analysis of body fluids for forensic purposes: from laboratory testing to non-destructive rapid confirmatory identification at a crime scene. *Forensic Sci Int*. 2009; 188: 1-17.

Bevel T, Gardner RM. Bloodstain Pattern Analysis. CRC Press, Boca Raton (FL, USA)

Yen K, Thali MJ, Kneubuehl BP, Peschel O, Zollinger U, Dirnhofer R. Blood-spatter patterns: hands hold clues for the forensic reconstruction of the sequence of events. *Am J Forensic Med Pathol* (2003); 24:132-140.

Romolo FS, Margot P. Identification of gunshot residue: a critical review. *Forensic Sci Int*. 2001;119: 195-211.

Bachrach B. Development of a 3D-based automated firearms evidence comparison system. *J Forensic Sci.* 2002; 47: 1253-1264.

www.bluestar-forensic.com