



Thesis Title

Thesis Subtitle

Author Name

A thesis presented for the degree of
Doctor of Philosophy

Department Name
University Name
Country
Date

Indice

1	Cosa é la fotografia	3
1.1	Introduzione	3
1.2	Storia della fotografia	4
1.2.1	La fotografia nell'800	4
1.2.2	La macchina fotografica nell'Ottocento	7
1.2.3	La fotografia analogica del Novecento.	9
1.2.4	Dal 1975 ad oggi: la macchina fotografica digitale.	10
1.3	Parole chiave della fotografia	11
2	Fotografia Forense.	15
2.1	Introduzione.	15
2.2	Storia della Fotografia Forense.	16
3	La fotografia forense e i suoi principali utilizzi.	20
3.1	Introduzione.	20
3.2	Fotosegnalamento.	21
3.3	Sopralluogo scena del crimine.	25
3.4	Documentazione video in servizi di Ordine Pubblico.	28
3.4.1	Documentazione Preventiva.	28
3.4.2	Documentazione Giudiziaria	29
3.5	Fotografia Satellitare.	30
3.6	Fotografia Forense e Medicina Legale.	31
4	Analisi Forensi di immagini.	32
4.1	Introduzione.	32
4.2	Software di Image Editing.	33
4.3	Tecniche di Analisi Forense.	34
4.3.1	Geometric Based.	34
4.3.2	Phisically Based.	35
4.3.3	Camera Based.	35
4.3.4	Format Based.	36

4.3.5	Pixel Based.	36
4.4	Software per l'analisi forense.	37
4.4.1	Amped Five.	37
4.4.2	Jpeg Snoop.	39
4.4.3	NFI PRNU Compare.	39
4.4.4	PRNU Decompare.	39
4.4.5	Image Forensics Search System.	40
5	Esempi di casi risolti grazie alla fotografia	41
5.1	Primi Casi.	41
5.2	Delitto Garlasco.	42
5.3	Omicidio di Yara Gambirasio.	44

Capitolo 1

Cosa é la fotografia

1.1 Introduzione

Una fotografia é un'immagine che si ottiene tramite registrazione permanente delle emanazioni luminose prodotte dagli oggetti nel loro essere, che vengono proiettate su una superficie fotosensibile. Superficie che, come vedremo, in passato era il "rullino" e al presente é il sensore elettronico.

La fotografia nasce sin dall'ottocento con primi tentativi che analizzeremo nel prossimo paragrafo e si concretizza nel 1839 per mano di Daguerre.

In principio venne accolta con scetticismo nel mondo dell'arte poiché si aveva paura che sostituisse la pittura. Per questo motivo fu presentata come uno strumento utile ai pittori per avere sempre a disposizione il soggetto da dipingere e fu quindi accolta tiepidamente.

Col passar del tempo e quindi con i successivi miglioramenti di tecniche e strumenti la fotografia inizia ad acquisire sempre più popolarità e a trovare impiego in diversi ambiti. Innanzitutto fu usata in ambito giornalistico per i reportage di guerra, ma fu utilizzata anche per l'intrattenimento e la pubblicità. Inoltre viene utilizzata in ambito scientifico soprattutto in ambito astronomico.

E avendo scelto per la mia tesi per il corso di laurea in scienze per l'investigazione e la sicurezza proprio questo argomento, approfondiremo nel prossimo capitolo la sua applicazione in ambito investigativo e forense.

In questo capitolo familiarizzeremo con la storia della fotografia e con i termini chiave utili e necessari per comprendere meglio l'argomento che stiamo affrontando.

1.2 Storia della fotografia

1.2.1 La fotografia nell'800

Sebbene se ne trovino origini sin dai tempi dell'antica Grecia, la fotografia come la conosciamo noi inizia il suo percorso dal 1800. In principio nacque per raffigurare i paesaggi e gli elementi architettonici, successivamente per la rappresentazione di uomini della borghesia e del popolo. Ebbe inoltre un ruolo importante nel giornalismo ma anche e soprattutto, per quel che ci riguarda, in campo investigativo.

Iniziamo quindi il nostro excursus storico a proposito delle tecniche e tecnologie usate nella fotografia.

In principio, nel 1727, lo scienziato tedesco Johann Heinrich Schulze, durante alcuni esperimenti con carbonato di calcio, acqua regia, acido nitrico e argento, scoprì che il composto risultante, fondamentalmente nitrato d'argento, reagiva alla luce. Ciò accadeva però solo alla luce solare e non a quella artificiale (prodotta dal fuoco), così rivestì una bottiglia di vetro con questo composto e notò che si scurì solo il lato esposto alla luce del sole.

Questi studi diedero la possibilità ad altri personaggi di studiare e migliorare questi processi che porteranno all'uso del "negativo" che tutti (eccetto i più giovani) conoscono e hanno usato.

Altro personaggio che diede il suo contributo a questi studi fu, nei primi anni dell'Ottocento, il ceramista inglese Thomas Wedgwood.

Wedgwood iniziò a rivestire dei vasi di ceramica col nitrato d'argento che poi ricoprì con fogli di carta e sui quali posizionò degli oggetti che sottoposti alla luce del sole produssero nella carta un annerimento circostante lasciando la porzione coperta dall'oggetto del colore originario.

Queste immagini però non riuscivano a stabilizzarsi e se sottoposte alla luce naturale tendevano a uniformarsi. Era invece possibile osservarle in una stanza al buio usufruendo della luce prodotta da una candela.

A causa della sua salute cagionevole non poté proseguire gli studi.

Nel 1816, Joseph Nicéphore Niépce, bagnò un foglio con cloruro d'argento e lo espose all'interno di una piccola camera oscura. Il risultato di questo esperimento fu un'immagine degli oggetti in "negativo" ovvero oggetti bianchi su fondo nero. Non soddisfatto, poiché il suo obiettivo era quello di produrre un'immagine "positiva", continuò le sue ricerche che lo portarono a scoprire il Bitume di Giudea. Questo è un asfalto solubile all'olio di lavanda che esposto alla luce del sole si indurisce. Lo usò per la prima volta nel 1822 per produrre delle copie di un'incisione del Cardinale di Reims, George I d'Ambosie.

Niépce ricoprì una lastra di peltro con il Bitume di Giudea e vi sovrappose l'incisione del cardinale. Dove la luce riuscì a raggiungere la lastra di peltro,

attraverso le zone chiare dell'incisione, sensibilizzò il bitume che indurendosi non poté essere eliminato dal successivo lavaggio con olio di lavanda.

La superficie rimasta scoperta venne scavata con dell'acquaforte e la lastra finale poté essere utilizzata per la stampa.

Questa nuova tecnica venne chiamata "eliografia" e fu utilizzata anche in camera oscura per produrre dei positivi su lastre di stagno.

Il tempo necessario all'esposizione per poter rendere l'immagine permanente raggiungeva anche le otto ore, rendendo difficile (se non impossibile) creare un'immagine in ambienti esterni.

Fu però molto utile e ampiamente utilizzata per le riproduzioni di ambienti interni usando la luce controllata. Durante il 1829 firmò un contratto con un pittore parigino, Daguerre, per continuare insieme lo studio.

Purtroppo Niépce morì dopo 4 anni dalla firma del contratto, senza produrre alcun risultato. Il contratto quindi venne esteso al figlio di Niépce, Isidore, il quale però non fornì alcun risultato utile e quindi Daguerre decise di escluderlo e di rinominare il processo "Dagherrotipia" pur mantenendo il contributo di Niépce.

Circa dieci anni dopo, Daguerre era alla ricerca di fondi. Questi gli vennero proposti dal francese François Arago per conto dello Stato francese.

Il procedimento venne reso pubblico durante una riunione dell'Accademia delle Belle Arti il 19 Agosto 1839. Successivamente Daguerre riuscì anche a pubblicare un manuale in cui spiegò tutti i procedimenti e i riferimenti storici dell'evoluzione della fotografia.

Al fianco di Daguerre e Niépce merita di essere menzionato anche il fisico inglese William Henry Fox Talbot. A lui va il merito di aver inventato la fotografia come la intendiamo al giorno d'oggi, ovvero come una matrice riproducibile all'infinito. Con i suoi esperimenti, iniziati nel 1834 all'abbazia di Lacock nel Wiltshire, egli rese sensibile alla luce un foglio coprendolo di una soluzione di sale e nitrato d'argento. Questo foglio, esposto alla luce del sole e coperto in parte da una foglia si anneriva nelle zone non coperte producendo così un "negativo". Questa tecnica fu da lui chiamata "Sciadografia". Per stabilizzare l'immagine scoprì che si poteva lavare il foglio con ioduro di potassio o con una forte concentrazione di sale.

Questo metodo prende il nome di "fissaggio".

Nell'anno seguente egli intuì come ricavare dal "negativo" il "positivo", usando un procedimento che chiamò "Calotipia".

Questa tecnica è composta da sei fasi:

- La prima consiste nella scelta del supporto, ovvero bisogna scegliere una carta di ottima qualità, senza imperfezioni.

- La seconda prevede la preparazione della carta che può essere eseguita con due varianti.

Nella prima bisogna incerare la carta eliminandone l'eccesso ponendola poi a contatto con una superficie calda, successivamente deve essere iodurata immergendo i fogli in una soluzione. Questa si realizza con 6 litri di acqua e 400 grammi di riso portati a ebollizione e poi filtrata e aggiunti 90 gm di zucchero di latte , poi rifiltrata e aggiunti 20 gm di ioduro di potassio e 5 gm di bromuro di potassio. I fogli devono essere immersi per 3 ore e lasciati ad asciugare. Devono essere poi sensibilizzati , immergendoli (al buio) per 6 minuti in una soluzione di acqua distillata con nitrato d'argento e acido acetico. Vengono poi risciacquati e asciugati.

Nella seconda variante la carta viene prima immersa in una soluzione di nitrato d'argento e parzialmente asciugata, poi imbevuta in una soluzione di iodato di potassio, rilasciata e asciugata e conservata al buio. Al momento di dover essere impressionata dalla luce va coperta da una soluzione di nitrato d'argento e acido gallico e asciugata solo in parte.

-La terza é l'esposizione, che varia da 10 secondi a qualche minuto.

-La quarta é lo sviluppo, che consiste nell'immersione del foglio in una soluzione composta da 2 litri di acqua distillata e 2 grammi di acido gallico. Dopo la comparsa dell'immagine viene asciugata e reimmersa nella soluzione con in più qualche goccia di nitrato di argento.

-La quinta é il fissaggio, che avviene immergendo il foglio in una soluzione di iposolfito di sodio al 12% o bromuro di potassio per circa mezz'ora e poi lavato in acqua comune. In questa fase si ottiene il negativo, base per tutte le successive stampe.

-La sesta é, finalmente, la stampa: in un primo momento si rifotografava il negativo ma ne risultava una qualità molto scarsa. In un secondo tempo si utilizzarono fogli di carta da scrittura immersi in una soluzione di sale da cucina, asciugati e pennellati da un lato con nitrato di argento. Il foglio così ottenuto veniva unito insieme al negativo all'interno di due lastre di vetro e successivamente esposto alla luce del sole per 15 minuti.

La stampa finale mostrava quindi un'immagine positiva in una tonalità rosastrea.

Talbot presentó, 7 mesi dopo la presentazione della dagherrotipia, la sua tecnica fotografica all'Accademia nazionale inglese delle scienze (Royal Society) cercando di rivendicare la paternità dell'invenzione della fotografia ma non ottenne nessun riconoscimento. Ottennero gli stessi risultati tecnici e in ambito scientifico anche Antoine Florence, che condusse i suoi esperimenti tra il 1833 e il 1834, e Hippolyte Bayard, inventore di un procedimento che permetteva di ottenere una stampa positiva diretta ma non riproducibile.

In Italia i primi esperimenti furono condotti nel 1839, sulla base degli studi di Daguerre, da Federico Jest e Antonio Rasetti.

Nel decennio successivo la fotografia inizia ad essere sempre più popolare e ad essere usata in diversi ambienti. Innanzitutto nasce il primo giornale per fotografi, "The Daguerrian Journal". Successivamente sarà la fotografia stessa strumento del giornalismo. Verrà utilizzata per realizzare reportage di guerra e civili. La fotografia verrà utilizzata anche per scopi scientifici e industriali ma troverà applicazione anche per scopi profani (erotismo e pornografia) sebbene limitata e ampiamente condannata dallo Stato Pontificio. La prima fotografia aerea fu scattata nel 1858 per mano dell'aeronauta francese Gaspard-félix Tournachon. Egli inoltre introdusse in ambito fotografico la luce artificiale.

L'invenzione che cambiò il modo di vedere la fotografia fu la nascita nel 1861 del "colore" per mano di James Clerk Maxwell, fisico e matematico scozzese. Egli usò la sovrapposizione dei filtri rosso, blu e verde (ad oggi il nostro RGB) per avere un'immagine a colori. Il metodo consisteva nel fotografare tre volte il soggetto con i tre diversi filtri.

Solo 10 anni dopo, nel 1868, verrà inventato da Louis Ducos du Hauron il procedimento di sintesi sottrattiva tricromatico.

Alla fine del 1800 la fotografia verrà utilizzata anche nel campo che più ci interessa, ovvero in ambito giudiziario, per mano di Alphonse Bertillon ma entreranno in merito nel secondo capitolo.

Adesso approfondiamo lo sviluppo della macchina fotografica nel periodo storico già fin qui studiato.

1.2.2 La macchina fotografica nell'Ottocento

I primi modelli di fotocamere nacquero anch'esse per mano di Daguerre, ma in collaborazione con suo cognato Alphonse Giroux che era un ottico.

La fotocamera di Daguerre era composta da due scatole di legno che scorrevano una dentro l'altra per permettere la messa a fuoco. Sul retro si trovava una fessura per inserire la lastra di rame, frontalmente era collocato un obiettivo fisso di vetro e ottone. La luminosità dell'ottica, creata da Charles Chevalier, era compresa tra $f/11$ e $f/16$. La lunghezza focale era fissa, 360mm.

Il 14 Agosto 1839 Daguerre depositò il brevetto della sua fotocamera a Londra, rendendo così autentiche solo le camere che riportavano lateralmente la scritta "Dagherrotipo".

Contemporaneamente al Dagherrotipo fa la sua entrata nel mercato un altro dispositivo per la dagherrotipia, uguale a quello di Daguerre, realizzato dai Fratelli Susse.

In Italia, il primo a produrre apparecchi fotografici fu Enrico Jest a Torino. A Milano, invece, Alessandro Duroni si occupò dell'importazione dei Dagherrotipi originali.



Figura 1.1: Dagherrotipo

Nel 1840 venne realizzato il primo obiettivo calcolato matematicamente da Josef Petzval. Questo era costituito da 4 lenti che aumentavano la luminosità, arrivando a misurare $f/3.7$ e diminuendo così il tempo di esposizione. L'obiettivo fu montato sulle macchine fotografiche prodotte dalla Voigtländer, nata in Austria nel 1756.

La pellicola fotografica, come la intendiamo noi oggi, nacque dalle mani di Richard Leach Maddox che usò negativi in gelatina e come elementi fotosensibil bromuro di cadmio e nitrato d'argento.

Le più grandi industrie di pellicole nascono sin dal 1870, tra queste ricordiamo la Konica e l'Ilford.

Nel 1875 fu l'ingegnere polacco Leon Warnerke a inventare la pellicola in rullo su supporto di carta e a cui si ispirerà successivamente George Eastman, fondatore della KODAK. Proprio lui, nel 1879 inventò la prima macchina per la stesa dell'emulsione. E fu sempre lui nel 1888 a dare una svolta al mercato delle macchine fotografiche fondando la Kodak e promuovendo la prima macchina fotografica destinata a tutti: la Box Kodak. Il suo slogan, "You press the button, we do the rest", la rendeva più vicina al grande pubblico. Con le parole "the rest", infatti, Eastman intendeva tutte le operazioni collaterali che richiedevano tempo e strumenti costosi. La macchina veniva venduta per 25 dollari con carta sufficiente a produrre 100 scatti. Finiti gli scatti doveva essere spedita alla Eastman Dry Plate and Film Co che, per ulteriori 10 dollari, si sarebbe occupata del trattamento del negativo, della stampa delle copie (tonde) e della ricarica con pellicola nuova. Il tutto tra i 5 e i 10 giorni.

Questa fu la prima vera rivoluzione, poiché permise fattivamente la distribuzione della fotografia al grande pubblico, dandole così la possibilità di essere conosciuta e apprezzata.

1.2.3 La fotografia analogica del Novecento.

Durante il XX secolo assistiamo allo sviluppo di diverse macchine fotografiche che nascono per soddisfare le esigenze giornalistiche e popolari.

Nel 1902 nasce negli Stati Uniti la Graflex, reflex monobiettivista usata per decenni dai giornalisti americani e ritenuta, per la sua solidità e il suo essere super maneggevole, la migliore macchina fotografica al mondo.

Nel 1907, grazie ai fratelli Lumière (già inventori del cinematografo), viene inventato l' "Autocromia" ovvero quel procedimento che permette la fotografia a colori tramite sintesi additiva.

A Monaco, nel 1921, venne realizzato l'otturatore centrale Compur per mano di Friedrich Deckle. Questo sarà adottato da tutti i fabbricanti del mondo e sarà leader nel settore per oltre 40 anni. In questo stesso anno furono prodotte la Speed Graphic e la Vest Pocket Kodak che usava la nuova pellicola in rullo formato 127 per formati 4,5x6cm.

Nello stesso periodo Oskar Barnak decise di realizzare una macchina fotografica tascabile che potesse usare la pellicola cinematografica da 35 mm. La pellicola di allora era però reperibile solo in formato 18x24mm e quindi non abbastanza largo. Barnak decise quindi di raddoppiarne le misure e ruotare la pellicola in orizzontale. Nacque così la Leica I, 35mm, compatta e che consentiva la fotografia a mano libera.

Una seconda impresa si sviluppò nel 1917, durante la prima guerra mondiale, come produttrice di ottiche per la Marina Imperiale giapponese con il nome di Nippon Kogaku K.K. che nel 1932 iniziò la propria produzione di obiettivi targati Nikkor. Questa diventerà nota successivamente col nome di NIKON. La Kodachrome, ovvero la pellicola a colori universalmente riconosciuta, fu creata l'anno successivo dai musicisti americani Leopold Mannes e Leopold Gowoski.

In contrapposizione alla Nikon, nacque nel 1935 la Canon. Questa prese vita per mano dell'imprenditore Tashima Kazuo con l'aiuto della Nippon Kogaku stessa. Sempre in Giappone si svilupparono negli anni successivi anche le industrie conosciute come Olympus e la Pentax.

Parallelamente allo sviluppo di ottiche e camere si sviluppano anche i supporti, ovvero le pellicole. Nel 1948 venne presentata la pellicola negativa a colori giapponese: la Fuji.

Al fianco delle classiche macchine fotografiche con sviluppo successivo, Edwin Land nel 1948 produsse la Polaroid modello 95: prima macchina a sviluppo immediato.

In Italia fu prodotta la Rectiflex, l'unica reflex prodotta e progettata in Italia, 35mm con otturatore focale e mirino a pentaprisma.

Insieme ad essa vennero presentate l'americana Hasselblad 1600F (conside-

rata la migliore dai fotografi professionisti) e la Nikon I a telemetro.

Le importanti invenzioni di questi anni furono due: l'innesto a vite per gli obiettivi, che diventò lo standard universale, e il mirino pentaprisma che permise di vedere nel mirino l'immagine come realmente é.

Fu solo nel 1959 però che arriva sul mercato la reflex professionale per eccellenza, la Nikon F. Essa si distinse per la possibilità di ottiche e mirini intercambiabili e per il motore elettrico per il trascinamento della pellicola.

La Canon invece, l'anno successivo creò la R2000 capace di una velocità di scatto pari a 1/2000 di secondo, rendendola la reflex più veloce al mondo.

Dal 1960 in poi le case di produzione giapponesi misero a punto dei sistemi che potessero calibrare automaticamente tempi di scatto e di apertura del diaframma dando vita alle "35mm automatiche", adatte anche ai fotografi principianti.

Questo fu il secolo dell'analogico, della diffusione delle reflex e della nascita delle più grandi case produttrici di macchine fotografiche. Ma quando avvenne il passaggio al digitale?

1.2.4 Dal 1975 ad oggi: la macchina fotografica digitale.

Nel 1969 fu creato il CCD (dispositivo ad accoppiamento di carica) che permise la creazione di elementi costituiti da linee su superfici di pixel.

Da questo dispositivo nasce l'idea di Steve Sasson, ingegnere della Kodak, di realizzare la prima fotocamera digitale. Il prototipo costruito nel 1975 fu però congelato per paura che la produzione di pellicola ne risentisse e fu reso pubblico solo nel 2005.

Sempre di casa Kodak fu il Filtro RGB, realizzato da Bryce Bayer, che consentì ai sensori sensibili alla luce di registrare i colori in modo simile a come li percepisce l'occhio umano.

Sebbene il progetto del CCD fu congelato, altri produttori di macchine fotografiche applicarono alle proprie fotocamere elementi sempre più votati all'elettronica, arrivando alla produzione nel 1980 della Nikon F3, emblema di questi miglioramenti elettronici, che fu disegnata da Giorgio Giugiaro e che rimase in produzione fino al 2000.

Il primo supporto digitale mobile di memoria per una reflex venne presentato nel 1981 da Akio Morita, fondatore della Sony, che realizzò la Mavica: reflex che utilizzava come strumento di memorizzazione un floppy.

Al fianco di questa innovazione va ricordata anche quella prodotta dalla Pentax che annunciò la prima reflex autofocus.

La prima scheda flash memory venne inventata dalla Toshiba nel 1984.

La prima fotocamera digitale nacque nel 1986 per mano della Canon e fu la RC-701. Grazie a queste innovazioni nacque anche da Adobe System Incorporated il software per la gestione dell'immagine, alle riviste di moda tanto caro, Photoshop.

Nel 1994 Kodak creó dei sensori per riprendere le immagini in formato elettronico e si alleó prima con la Canon e poi con la Nikon per la creazione di fotocamere che avessero come base un'analogica a cui furono montati i sensori prodotti da Kodak.

Durante il quinquennio successivo furono sempre piú popolari le nuove invenzioni digitali fino a quando, nel 1999, la Nikon presentó la D1: prima reflex digitale professionale alla metà del prezzo proposto dai concorrenti.

Dal 2000 le case produttrici di pellicole crollarono ma iniziarono a crescere esponenzialmente le vendite delle macchine digitali. Si susseguirono quindi innovazioni tecnologiche che riguardavano i formati Quattro Terzi, la trasmissione dei dati e la capacità dei sensori e degli obiettivi. Nel 2008 fu introdotta dalla Nikon anche la possibilità di registrare video.

Ad oggi le capacità e le possibilità di una reflex sono infinite, ma rimangono centrali la “mano” e l’ “occhio” del fotografo.

Andiamo quindi a familiarizzare con le parole chiave che chiunque usi una macchina fotografica deve conoscere.

1.3 Parole chiave della fotografia

Vi sono molteplici termini tecnici utilizzati in fotografia, ma i piú importanti da conoscere quando ci si approccia a questo particolare mondo, sono quelli basilari e i piú frequenti.

Il primo termine é, senza dubbio, **REFLEX**: con questa parola sono classificate tutte le fotocamere che usano come sistema di mira quello che permette di vedere nel mirino l'inquadratura d'ingresso dell'obiettivo. Il sistema di cui si avvale per renderlo possibile é composto da tre elementi: obiettivo, specchio e pentaprisma. Come mostrato in foto, tramite l'obiettivo(1) la luce passa e viene riflessa dallo specchio(2) sul pentaprisma(7) tramite uno schermo opaco(5) e una lente di condensazione(6). Attraverso il pentaprisma l'immagine viene poi riportata sul mirino(8). Dietro lo specchio si trovano l'otturatore(3) e il sensore(4). L'otturatore nel momento di mira é chiuso ma al momento dello scatto lo specchio si alza (bloccando l'ingresso della luce al mirino) e l'otturatore si apre facendo si che la luce venga proiettata sul sensore.

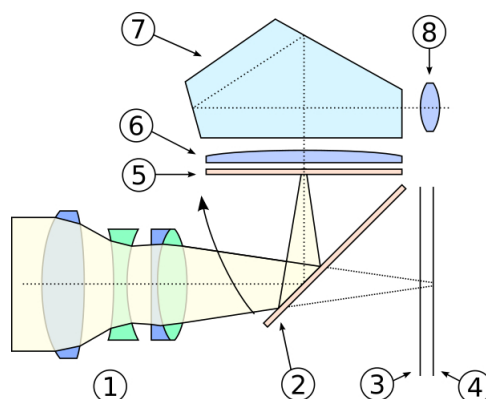


Figura 1.2: Sistema Reflex.

Attraverso questa prima descrizione abbiamo introdotto quasi tutte le componenti fisiche di una macchina fotografica che dobbiamo conoscere e che adesso approfondiamo singolarmente.

MIRINO: dispositivo che permette di scegliere e comporre l'inquadratura.

PENTAPRISMA: prisma ottico a 5 facce che permette la riflessione dell'immagine dall'obiettivo al mirino.

OTTURATORE: dispositivo elettronico o meccanico che controlla il tempo di esposizione alla luce per permettere la registrazione dell'immagine sul sensore. La luminosità che rimane impressa su una foto sarà direttamente proporzionale al tempo per cui l'otturatore sarà aperto. Esso collabora per la gestione della luce con il Diaframma che si trova all'interno dell'obiettivo.

OBIETTIVO: è un termine generico per indicare un dispositivo capace di raccogliere e riprodurre un'immagine. Può essere costituito da una o più lenti o da sistemi di specchi.

Elementi caratteristici di un obiettivo sono i seguenti: lunghezza focale (misura in mm della distanza tra il centro ottico dell'obiettivo e la lente), apertura (determina la luminosità dell'obiettivo utilizzando come misura il rapporto tra la lunghezza focale e il diametro max del diaframma. Più basso è il numero che indica l'apertura massima e più l'obiettivo sarà luminoso), messa a fuoco (immagine nitida).

DIAFRAMMA: meccanismo utilizzato dall'obiettivo per regolare la quantità e quindi l'intensità della luce che lo attraversa. Per misurare la quantità di luce vengono utilizzati i numeri F che sono i denominatori nel rapporto con la lunghezza focale, es: $f/4$.

Capiti quali sono gli elementi che compongono la macchina fotografica e l'obiettivo adesso cerchiamo di capire quali tra questi elementi possono essere impostati sia automaticamente che manualmente per la buona realizzazione di una foto.

Innanzitutto dobbiamo sapere che sulla macchina fotografica, di solito nella parte superiore, é una ghiera che permette di decidere se lasciare che la macchina funzioni attraverso impostazioni automatiche (Auto) o secondo impostazioni personali, scegliendo la modalit Manuale (M). Esistono spesso anche altre modalit che creano una via di mezzo tra questi due estremi.

In ogni caso i parametri piú importanti da considerare sono quattro:

Tempo di scatto/esposizione/otturazione: ovvero per quanto tempo l'otturatore dovrà rimanere aperto per permettere il passaggio di luce per imprimere l'immagine sul sensore (di cui parleremo tra poco). Piú é alto il tempo di esposizione piú la foto sarà luminosa, ma il soggetto deve rimanere fermo per tutto il periodo. Ci sono situazioni in cui il soggetto però é in movimento durante lo scatto o magari il luogo non é illuminato e diviene quindi impossibile usare un lungo tempo di esposizione. É per questo che si usano altre impostazioni che adesso andiamo a spiegare.

Rapporto Focale: é determinato, come già accennato, dal rapporto tra la lunghezza focale dell'obiettivo e il diametro del suo diaframma. Piú questo rapporto sarà piccolo piú l'immagine sarà luminosa, anche con tempi di esposizione brevi. (Nel menú della reflex é riconoscibile da f/numero).

ISO: indica la sensibilità del sensore della luce. Piú é alto il valore dell'ISO piú alta sarà la sensibilità alla luce rendendo l'immagine piú luminosa. Purtroppo però aumentando l'ISO aumenta anche il "rumore" (perdita di nitidezza e comparsa di macchioline) all'interno della foto, disturbandone la sua bellezza.

Per realizzare una foto con la giusta quantità di luce non é possibile fare affidamento a uno solo di questi valori, bisogna considerarli nell'insieme.

Ultimo elemento da impostare automaticamente o manualmente é la

Messa a fuoco: questa avviene automaticamente tramite un sistema chiamato Autofocus che permette, schiacciando a metà il pulsante dello scatto, di mettere il soggetto a fuoco. Questa impostazione é suggerita poiché risulta quasi sempre efficiente.

Si consiglia la manuale, impostandola sull'obiettivo tramite un pulsante e successivamente girando la ghiera apposita, nei casi in cui il soggetto non appare fermo nel mirino o nel caso di soggetti monocromatici o se é presente un ostacolo tra voi e il soggetto come ad esempio un gabbia per un animale in uno zoo.

Queste sono tutte le impostazioni che possiamo cambiare dopo aver raggiunto le conoscenze base di cui abbiamo trattato.

Adesso analizziamo l'ultimo elemento che ci darà la possibilità di capire i formati, le qualità e i formati digitali di compressione delle immagini.

Il **SENSORE**: dispositivo fotosensibile che trasforma un segnale luminoso in uno elettrico grezzo (in formato Raw). Questi tipi di segnali sono i più manipolabili attraverso altri apparecchi informatici. Successivamente tramite il processore di immagine della fotocamera sono trasformati in altri sistemi di visualizzazione di immagini (JPEG) e poi memorizzati in una memoria a stato solido (SD).

Il sensore ha una risoluzione che si misura in milioni di pixel. L'elevato numero di pixel garantisce un elevato dettaglio di immagine.

Le risoluzioni più frequenti sono le seguenti: 12mp con 4000 pixel in larghezza e 3000 pixel in altezza che danno un Aspect Ratio di 4:3 e 24,4mp con 6048 pixel di larghezza e 4032 in lunghezza per un aspect ratio di 3:2.

Ritornando ai formati di salvataggio delle immagini abbiamo menzionato RAW e JPG. Dal sensore permettendo una maggiore elaborazione successiva in post-produzione e dando la possibilità di apportare anche miglioramenti significativi quali aggiustare bilanciamento del bianco o l'esposizione o applicare filtri antirumore.

Il secondo è utilizzato maggiormente per la sua capacità di comprimere grandi file in piccole dimensioni ma perdendo dati che potrebbero essere utili in fase di post-produzione.

Adesso che conosciamo l'argomento e abbiamo le basi tecniche possiamo approfondire e studiare la fotografia in ambito forense nel prossimo capitolo.

Capitolo 2

Fotografia Forense.

2.1 Introduzione.

La Fotografia Forense comprende qualsiasi fotografia utile in qualsiasi modo alle indagini della polizia e del magistrato.

Essa documenta un crimine come fatto, nel momento della sua esecuzione oppure illustra le sue conseguenze rappresentando la scena del crimine. Può costituire prova di valore legale, inconfutabile e viene quindi utilizzata in caso di sopralluogo anche di eventi che potrebbero diventare fatti criminali.

La fotografia forense differisce dagli altri tipi di fotografia perché in questo caso il fotografo ha, di solito, uno scopo specifico per catturare una certa immagine.

Nasce principalmente durante il XIX secolo per mano di Alphonse Bertillon in Francia e Umberto Ellero in Italia, ma analizzeremo nel prossimo paragrafo quale sia la sua storia.

Considerata la sua importanza come prova e strumento di indagine sia la Polizia di stato (arma civile che dipende dal ministero dell'interno) che i Carabinieri (forza armata dipendente dal ministero della difesa) presentano un reparto che si occupa delle indagini forensi che avvalendosi del supporto fotografico e, all'interno di questo, anche un reparto di fotografia giudiziaria. Per quanto riguarda la Polizia, è stato creato il reparto di Polizia Scientifica. Per i carabinieri invece è stato creato il Ra.C.I.S. ovvero Raggruppamento Carabinieri Investigazioni Scientifiche di cui fanno parte 4 Reparti di Investigazione Scientifica (Ris- Roma, Parma, Messina e Cagliari.) e 29 Sezioni Investigazioni Scientifiche.

Di entrambi parleremo tra poco, analizzando anche in quali occasioni viene utilizzata la fotografia.

2.2 Storia della Fotografia Forense.

La fotografia forense nacque durante l'ultimo trentennio del 1800 per mano di Alphonse Bertillon, il quale nacque nel 1853 a Parigi e che nel 1892 divenne il capotipografo della questura di Parigi, inventando un metodo antropomorfo di identificazione dei soggetti basato sullo studio e sulla catalogazione delle misure delle ossa dei soggetti. Le ossa infatti non subiscono mutamenti, a meno che non siano sottoposti a gravi traumi, dopo il ventesimo anno di età. Il suo metodo divenne famoso col nome di "Bertillonge" e venne adoperato in Europa e negli Stati Uniti.

In Italia si sentì l'esigenza di introdurre il metodo Bertillon solo all'inizio del XX secolo, programmando un corso di Polizia Scientifica tenuto da Salvatore Ottolenghi: medico legale nato nel 1861 e pioniere nell'uso della fotografia per l'identificazione e l'investigazione.

Un altro uomo che deve essere menzionato per il suo contributo alla fotografia forense è Umberto Ellero, massimo teorico e pratico di fotografia giudiziaria italiano.

Egli scriveva anche didascalie esplicative delle fotografie criminali.

Poiché l'immagine e la sua descrizione erano considerate come documenti di precisione scientifica, erano regolate da "norme rituali". Ovvero una fusione tra le norme grammaticali, norme pertinenti alle espressioni giuridiche e di quelle interpretative della fotografia in quanto immagine particolare realizzata con utensili e materiali e precisate tecniche di uso. Inventò anche un sistema di fotocamere per le foto segnaletiche che analizzeremo più avanti.

Nel 1871 l'inglese Richard Leach Maddox inventò le macchine fotografiche "poliziotto/detective".

Queste erano fabbricate con lastre secche, alla gelatina, in luogo di quelle al collodio umide sensibilizzate nel bagno salato all'argento poco prima dell'uso.

La gelatina sensibilizzata e asciugata si poteva spargere oltre che sul vetro anche su pellicola o la carta che poteva essere resa trasparente lubrificandola. Erano utilizzate in principio per fotografare i criminali mentre fuggivano o agivano a loro insaputa. Venivano quindi camuffate con libri, fiori all'occhiello ecc.

Era una fotografia istantanea (senza il supporto del cavalletto), ben diversa da quella giudiziaria.

Poiché la fotografia è ampiamente utilizzata dalla Polizia Scientifica, dai Ris e dal medico legale, analizziamo i loro compiti e in quale casi la fotografia viene principalmente usata.

Dal 1902, la **Polizia Scientifica** ha ampliato i suoi ambiti di intervento soprattutto durante il sopralluogo della scena del crimine, ma si occupa an-

che di:

- produrre il segnalamento fotodattiloscopico, ovvero la fotografia di fronte e di profilo del soggetto e il prelevamento delle sue impronte digitali.
- ricostruire tridimensionalmente la dinamica dell'evento criminale con tecniche di realtà virtuale (progetto RitriDec).
- produrre la documentazione foto-video-audio nei servizi investigativi ed in quelli di ordine pubblico;
- disegnare il volto di un soggetto (identikit) al fine di individuarne l'identità;
- compiere indagini forensi (basati sulla scienza balistica, genetica, biologica, dattiloscopica).

Inoltre si compone di quattro sezioni che si occupano di diverse attività:

-Laboratorio Fotografico: ha come compito quello di produrre i cartellini segnaletici e gli adesivi con le impronte digitali, di documentare fotograficamente le impronte latenti evidenziate con metodi fisici e chimici. A questo si affianca il laboratorio di fotografia speciale, che sperimenta nuove tecniche da utilizzare per l'identificazione della persona ed è specializzato nell'uso di nuove tecnologie strumentali per effettuare le riprese video in ogni condizione di luce e di ambiente.

-Identità preventiva: comprende il Casellario centrale d'identità, ovvero il più consistente archivio di dati personali della Direzione Centrale Anticrimine, dove sono raccolti i cartellini fotosegnaletici redatti dalla Polizia di Stato, dall'Arma dei Carabinieri, dalla Guardia di Finanza e, per le collaborazioni straniere, dall'Interpol. Per la gestione dei cartellini fotosegnaletici archiviati, che attualmente sono circa 12,5 milioni, il Casellario centrale d'identità si avvale del sistema automatico di riconoscimento delle impronte, AFIS, che consente di memorizzare le fotografie, le immagini delle impronte digitali e i dati anagrafici e biometrici delle persone sottoposte ai rilievi.

-Identità Giudiziaria: si occupa di identificare gli autori dei reati studiando i frammenti di impronte, digitali o palmari, rilevati sulla scena del crimine. Dopo il giudizio di utilità si procede al confronto che avviene per iniziativa, per esclusione o per sospetto, con le impronte delle persone segnalate dagli investigatori. Le ricerche vengono effettuate, oltre che per confronto diretto delle morfologie generali e particolari di ogni singolo frammento, anche con l'ausilio di sofisticate tecnologie informatiche collegate tra i vari Gabinetti Interregionali e con la Direzione Anticrimine Centrale (DAC).

Inserendo i dati nel precedentemente detto sistema AFIS e dopo laboriose analisi dattiloscopiche gli operatori specializzati riescono ad attribuire la paternità dei frammenti di impronte, dando molto spesso un nome all'autore del delitto.

-Identificazione Impronte Digitali: L'AFIS, acronimo di Automatic Fin-

gerprint Identification System, é un sistema specializzato in grado di svolgere tutte le attivit  necessarie per l'accertamento dattiloscopico dell'identit .

Il sistema acquisisce e memorizza i cartellini fotosegnalatici, li classifica, rileva e codifica i punti caratteristici e, infine, confronta le impronte inserite con quelle di tutti i cartellini archiviati nel casellario centrale di identit .

Come risultato di tutte queste elaborazioni l'AFIS fornisce una lista dei probabili candidati che sar  poi verificata dai dattiloscopisti.

I frammenti di impronta giudicati utili ma non identificati rimangono nella memoria del sistema e riaffiorano se si riscontrano sufficienti corrispondenze di dettaglio con frammenti inseriti successivamente.

Per quanto riguarda la formazione degli agenti della Polizia Scientifica, vengono curati corsi specifici che forniscono le conoscenze per diventare "video-segnalatori" e "dattiloscopisti". Inoltre vengono promossi corsi di perfezionamento e aggiornamento anche per il personale delle forze dell'ordine straniero per migliorare la collaborazione.

La Polizia Scientifica assume un ruolo molto importante nell'attivit  di ricerca delle c.d. prove materiali, in 3 settori particolari :

-FOTOSEGNALAMENTO.

Sistema di identificazione dei soggetti che consiste nel fotografare il soggetto, descriverne i tratti somatici e i particolare e assumerne le impronte digitali e palmari su opportuni moduli dopo aver inchiostroato le superfici cutanee. Successivamente le impronte vengono classificate nell'AFIS e comparate con quelle memorizzare nel database in modo da verificare se il soggetto   stato o no gi  inserito e con quali generalit .

-RILIEVI TECNICI.

La polizia scientifica ha il compito di salvaguardare e "memorizzare" lo stato dei luoghi e procedere alla ricerca, rilevazione, conservazione ed acquisizione di tracce ed elementi pertinenti al reato. Vengono realizzati rilievi descrittivi, planimetrici, fotografici o con VCR che mirano a fissare lo stato dei luoghi e degli ambienti ove si   verificata una certa vicenda criminosa ed a ricostruire il comportamento dei responsabili, delle vittime o di altri soggetti comunque coinvolti. Si provvede, inoltre, alla repertazione di oggetti, tracce o impronte utili per l'identificazione degli autori.

-INDAGINI DI LABORATORIO.

La ricerca e l'acquisizione di tracce su cose o su persone, possono, se necessario, essere realizzate in laboratorio, come nel caso della rilevazione di impronte digitali su oggetti trasportabili, con tecniche chimiche o del prelievo di residui dello sparo su superfici cutanee o su indumenti. Devono essere inoltre analizzati tutti gli elementi che possono essere prove o indizi.

Per quanto riguarda i **RIS** (Reparti Investigativi Scientifici) ognuno dei reparti é diviso in sezioni che si occupano di varie branchie della criminalistica o scienze forensi.

Le due sezioni principali dove viene usata la fotografia sono le seguenti:

-Biologia: gli specialisti di questa sezione si occupano dell'analisi del DNA e dei reperti biologici rinvenute su armi, reperti e sulla scena del crimine. É la sezione che si occupa del sopralluogo, importante occasione dove viene usata la macchina fotografica e che approfondiremo nel prossimo capitolo.

-Fonica e Grafica: si occupa di comparazioni vocali, grafologiche e del controllo documentale. É il laboratorio che si occupa del confronto antropometrico tra una persona sospetta ripresa da telecamere di sorveglianza con le foto segnaletiche già registrate nel database.

Nell'ambito della **Medicina Legale**, ovvero quella che Gerin definisce come “quella disciplina che avvalendosi delle conoscenze mediche porta il suo contributo all' elaborazione, alla retta interpretazione e all' esatta applicazione di determinati precetti giuridici nonché alla soluzione di casi concreti”, l'uso della fotografia ha un ruolo molto importante.

Nel Novecento, sempre per mano di Salvatore Ottolenghi venne fondato il primo istituto di medicina legale dell' Università di Roma.

In generale sono quattro i compiti di un medico legale: controllo e certificazione in ambiti di diritto al lavoro dei cittadini, medicina necroscopica, attività di certificazione di primo livello e collegiale e medicina fiscale.

Il nostro interesse si concentra maggiormente sull' attività necroscopica e conseguentemente sul sopralluogo sulla scena del crimine se si tratta di omicidi o morti sospette.

Durante queste due operazioni il Medico Legale si avvale della fotocamera per documentare tutti gli elementi che devono essere considerati come indizi e/o prove e tutti i passaggi del suo esame.

I rilievi fotografici, avendo un altro valore probatorio, devono essere realizzati con specifiche tecniche e metodi richiesti dalla situazione.

Questo sarà argomento di approfondimento del prossimo capitolo.

Capitolo 3

La fotografia forense e i suoi principali utilizzi.

3.1 Introduzione.

La fotografia forense in questo secolo ha trovato sempre piú occasioni per essere utile e ha assunto un ruolo fondamentale poiché, come abbiamo già detto, ha un alto valore probatorio.

Essenzialmente la fotografia viene utilizzata per 2 scopi: per identificare le vittime e/o i sospettati e per documentare tutte le operazioni e gli elementi che possono essere indizi o prove durante lo svolgersi delle attività investigative e di analisi.

Per quanto riguarda il primo scopo possiamo considerare due diversi impieghi.

-Innanzitutto per identificare i soggetti pericolosi/sospetti o coloro che non sono in grado o rifiutano di provare la loro identità vengono presi in considerazione, come strumento principale, i **Rilievi Segnaletici**, di cui fanno parte i rilievi descrittivi, dattiloscopici e fotografici.

-Per identificare i cadaveri senza generalità si analizzano tutti gli elementi deducibili dal corpo stesso, tra i quali ritroviamo anche le impronte digitali. In piú viene fotografato il volto e inserito in un archivio che é consultabile anche dai civili. Quella stessa foto viene utilizzata per un confronto con le foto presenti nei database delle persone scomparse o nell'archivio dei soggetti schedati per precedenti penali.

Esistono diversi software che permettono la comparazione foto/foto o video/foto o video/video che servono per identificare i soggetti impressi in video o foto.

Al fianco di questi esistono anche quelli che permettono di migliorare foto e

video per ricavarne elementi identificativi.

Per esempio, la possibilità di migliorare una foto in cui é presente una macchina e concentrarsi sulla targa per risalirne al proprietario o identificarla in altre video/ foto o ancora la possibilità di notare un tatuaggio che può facilitare l'identificazione del soggetto a cui appartiene.

Sempre per questi motivi vengono utilizzate anche le **Fotografie satellitari** che, sfortunatamente, hanno un ruolo controverso all'interno del processo penale a proposito del loro utilizzo.

Per quanto riguarda il secondo scopo, due sono gli impieghi principali:

-Sopralluogo sulla scena del crimine.

-Esame necroscopico in caso di omicidio.

In questo capitolo analizzeremo ogni impiego, considerando un po' la storia e l'evoluzione di tecniche e metodi e analizzando anche quali sono i software più utilizzati per svolgere queste attività.

3.2 Fotosegnalamento.

Sin dal principio, nella lotta contro il crimine, é stato fondamentale identificare i criminali. Ad oggi le esigenze sono molteplici: identificare un sospettato o un criminale, identificare uno straniero o chi non in grado/non vuole fornire le proprie generalità e identificare cadaveri non reclamati.

Per poterlo fare, prima della nascita della macchina fotografica, veniva utilizzato l'identikit. Un disegno eseguito a mano del soggetto sospettato sulla base delle descrizioni date dai testimoni. Oggi, sebbene ogni tanto ancora utilizzato, non é lo strumento prevalente nella ricerca e identificazione del soggetto, ma assume un'importante funzione psicologica nel rassicurare la società.

Con la nascita della fotografia, in quanto mezzo di traduzione di valore matematico dell'oggetto, é stato possibile razionalizzare l'arte della lettura del corpo e del volto dell'uomo e l'identikit venne quasi abbandonato.

Durante il XIX secolo, fu di nuovo Bertillon a usare la fotografia in ambito investigativo.

La fotosegnaletica doveva ritrarre il soggetto frontalmente e di profilo.

Per poter ritrarre un criminale egli ha creó un ambiente particolare: l'Atelier Criminale.

Questo serviva per rendere il soggetto criminale ben disposto alla foto.

Era costituito da una seggiola scomoda, quasi dolorosa: il piano del sedere, strettissimo e con i bordi a spigolo pungente, obbligava a stare raccolti e ritti contro la spalliera. Questa aveva un poggiatesta, o meglio, una morsa che costringeva il soggetto a stare immobile e proteso.

Sulla base di queste indicazioni fornite da Bertillon, in Italia fu Umberto Ellero il massimo teorico e pratico di fotografia Giudiziaria.

La fotosegnaletica, per Ellero, doveva essere realizzata con la collaborazione del soggetto poiché un volto spaventato produce un'effigie poco identificabile. Per riuscire in questa collaborazione in principio furono usati diversi metodi. I più usati furono la camicia di forza e speciali seggiole con manette, che per non potevano considerarsi scientifici e men che meno legali.

Successivamente furono usati il cloroformio e il gas esilarante con qualche successo, ma neanche questi erano consoni.

Per questo motivo si cercò di rendere predisposto il soggetto alla foto con delle piccole indicazioni e accorgimenti.

Innanzitutto il soggetto andava incoraggiato perché, dopo aver preso coscienza di dover collaborare, esso si abbatteva e si afflosciava mostrando nel volto solo rimorso. Il fotografo doveva quindi correggerne la posizione con cenni ma non con tocchi, poiché il tocco poteva lasciare segni (rughe e corrucciamenti) sul volto di soggetti particolarmente nervosi. Era necessario che il soggetto assumesse un atteggiamento calmo, parlandogli di cose indifferenti, con affabilità. Per capire quando il soggetto era ben predisposto bisognava fare attenzione al suo sguardo.

Successivamente lo si faceva sedere sulla sedia di posa, continuando con i discorsi generali, e osservandolo attraverso la fotocamera si aspettava il momento opportuno e si scattava.

Altri accorgimenti si usavano per soggetti miopi o presbiti poiché in questi casi il soggetto mostrava un'espressione facilmente fraintendibile.

Per i miopi si suggeriva di posizionare la fotocamera alla giusta distanza in base al grado di miopia del soggetto. Gli occhiali nella fotografia di profilo non disturbavano i connotati, in quella di fronte potevano aiutare a richiamare alla memoria l'espressione di una persona già vista, quindi si consigliava di lasciarli. In particolare i soggetti miopi senza occhiali manifestano un'espressione di sonnolenza. Per i presbiti l'uso degli occhiali non aiutava, ma se il soggetto li portava abitualmente gli si faceva indossare la montatura senza lenti.

La fotocamera usata per scattare le fotosegnaletiche fu, in un primo momento, la Macchina di Berillo. Questa era "millimetrica" vale a dire che conteneva in se le misure che consentivano, fatti i debiti rapporti e tenuto conto dei dati fissi (distanza focale etc.), di ricavare dall'immagine le misure dell'originale.

In Italia, Ellero cercò di realizzare entrambi gli scatti (frontale e di profilo) nello stesso momento.

Fu così che creò un impianto segnaletico noto come "Le Gemelle Ellero". Questo era costituito da due macchine fotografiche che scattavano le foto in

sincrono. Il cartellino per la foto frontale era di dimensioni 6x9cm mentre quello per la foto di profilo 7x9cm.

Questo metodo però aveva un problema: le foto venivano scattate su due cartoncini diversi, rendendo difficile l'accoppiamento delle stesse senza confondere il soggetto.

Questo sistema fu comunque utilizzato fino alla metà del XX secolo. Fu solo nel 1959 che entrò in scena l'APS ovvero "Apparecchio Polizia Scientifica". Questo era un sistema costituito da due unità differenti.

C'era un'unità laterale che costituita da un meccanismo di specchi rinviava l'immagine all'unità frontale. Quest'ultima era costituita da un singolo apparecchio Leica che compiva il doppio ritratto simultaneamente sopra un singolo fotogramma di formato 24x36mm.

Sebbene questo fosse un sistema funzionale fu ben presto sostituito nel 1966 dalle Polaroid ID-3 create da Land poiché capaci di produrre più di 200 fototessere a colori all'ora.

Il documento che veniva prodotto era plastificato, indistruttibile e non lo si poteva manomettere o falsificare senza distruggerlo.

Il soggetto veniva posto davanti la fotocamera e da questa usciva un sottile ma visibile raggio di luce che doveva essere puntato sulla base del naso per garantirne la centratura. Allo scatto si accendeva un lampo e si potevano fare simultaneamente 4 foto. Nello stesso momento, la macchina produceva anche la scheda precompilata con tutti i dati utili all'identificazione del soggetto.

Le foto infatti, sono parte centrale del cosiddetto cartellino segnaletico.

Questo è corredato da generalità complete, con eventuali alias e il motivo per cui il soggetto è posto a segnalamento. Inoltre è presente una sezione descrittiva (di caratteri fisici) e una con i rilievi dattiloscopici (impronte digitali e palmari).

Il cartellino segnaletico del XX secolo, su indicazioni di S. Ottolenghi appare come in foto, nella pagina successiva ¹.

¹Da "Dieci e tutte diverse. Studio sui dermatoglifi umani.", Andrea Giuliano, Tirrenia-Stampatori, 2004.

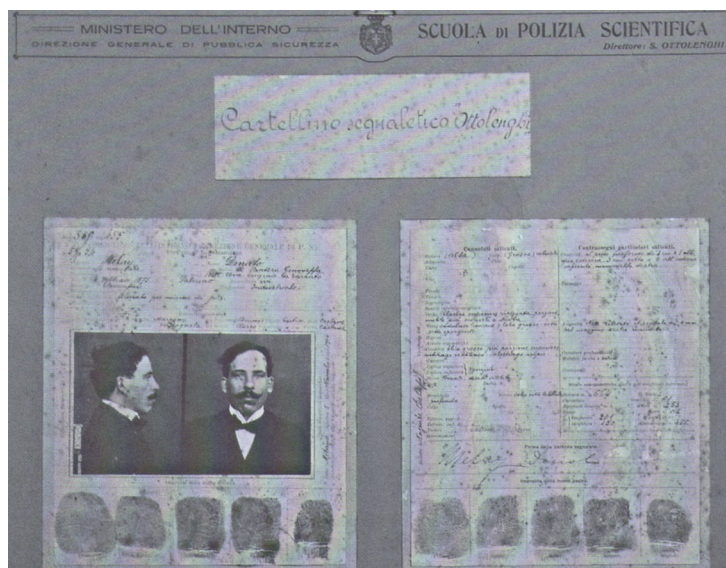


Figura 3.1: Cartellino Segnaletico Ottolenghi.

Ad oggi il sistema usato per il fotosegnalamento si chiama Identisysm. Il soggetto viene fotografato nell'atelier criminale descritto da Bertillone facendo attenzione che tra il soggetto e la fotocamera ci sia sempre la stessa distanza in modo tale che tutte le foto segnaletiche siano uguali e standardizzate.

Per quanto riguarda i rilievi dattiloscopici essi sono essenziali per l'identificazione poiché le impronte digitali sono uniche per ognuno e immutabili nel tempo. Inoltre sono classificabili in 4 categorie sulla base della loro forma: adelta, monodelta, bidelta, composta.²

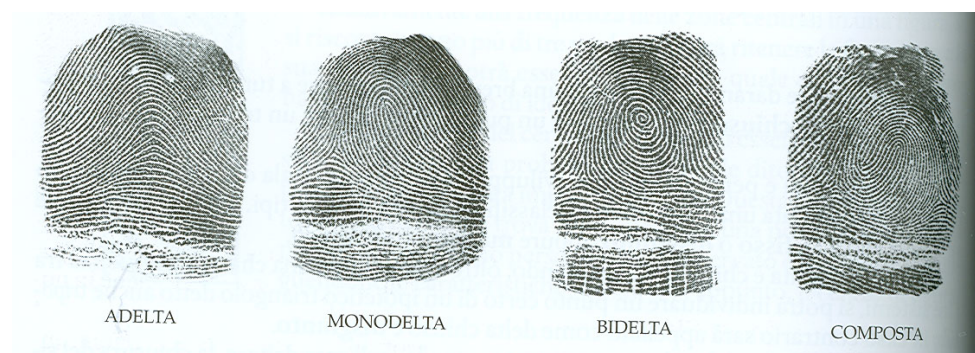


Figura 3.2: Classificazione.

²da <http://www.onap-profiling.org/identita-personale-filosofia-scienza-e-criminologia/>

Innanzitutto dobbiamo sapere che sulla pelle dei palmi delle mani esistono delle creste di circa mezzo millimetro che si dispongono in serie producendo dei disegni che, a causa del composto biologico prodotto dalla pelle chiamato essudato, vengono impresse sulle superfici con cui entrano in contatto.

I residui impressi sulle superfici possono essere evidenziati usando materiali appositi e poi collezionate per poter essere analizzate e comparate in laboratorio.

In passato le impronte venivano rilevate sporcando il dito con dell'inchiostro e poi premendo il dito sul cartellino. Venivano collezionate le impronte di tutte le dita, di entrambe le mani, singolarmente e per avere un riscontro completo, evitando che le impronte singole si confondessero e venissero scambiate di posto, veniva anche creato un foglio di controllo con l'acquisizione simultanea delle quattro dita indice, medio, anulare e mignolo.

Una volta collezionate venivano classificate. Il cartellino andava posto nel casellario alfabetico e la scheda di classificazione nello schedario.

Oggi le impronte vengono rilevate senza inchiostro ma attraverso un piccolo scanner digitale.

Dopo essere state collezionate, le impronte digitali, vengono inserite in un database nazionale chiamato AFIS tramite il quale é possibile svolgere una comparazione.

La comparazione tra due impronte viene fatta confrontando ogni "minuzia", ovvero ogni elemento caratteristico dell'impronta e tra i quali possiamo menzionare l'interruzione di una linea o la presenza di un cerchietto etc.

In Italia, per poter confermare che due impronte sono le stesse devono essere riscontrate 16/17 minuzie.

3.3 Sopralluogo scena del crimine.

Un secondo impiego della fotografia in ambito giudiziario é quello di documentare tutti gli elementi rinvenuti sulla scena del crimine.

Dal 1988 il processo penale italiano si é convertito da inquisitorio a accusatorio rendendo molto importanti le prove ricavate da indagini tecniche e di laboratorio.

Le indagini tecniche si compongono di due fasi: quella del rilevamento e quella dell'accertamento.

La prima é quella in cui si acquisiscono i dati e gli elementi senza elaborazione o valutazione degli stessi.

La seconda é la fase in cui gli elementi indiziari si trasformano in prove attraverso indagini di laboratorio e processi analitici.

A proposito del concetto di "scena del crimine" bisogna notare la differenza tra scena del crimine primaria e scena del crimine secondaria.

La prima é quella in cui ha origine l'attività criminale mentre la seconda é quella che, in qualche modo, é collegata al delitto.

I primi ad avere accesso alla scena del crimine sono di solito operatori di forze dell'ordine non specifiche i quali devono preservare la scena del crimine e non inquinarla fino all'arrivo degli operatori tecnici. Per riuscire in questo i primi operatori devono mettere in sicurezza la zona, evacuarla e controllarla. Successivamente devono occuparsi di identificare tutte le persone che si trovano lì e i possibili testimoni.

La squadra d'intervento che arriva per svolgere il loro compito di analisi e repertazione agir  con metodo, compiendo in ordine queste azioni: osservazione, descrizione, planimetri , rilievi fotografici e ricerca di tracce e loro prelievo. Durante queste attivit  la macchina fotografica sar  strumento fondamentale.

Le prime due fasi, osservazione e descrizione, hanno il compito di delineare nel verbale di sopralluogo la scena del crimine in modo tale che chiunque leggendolo sia in grado di ricostruire mentalmente il luogo, con tutte le sue caratteristiche. Perch  ci  avvenga assumono estrema importanza, a fianco della descrizione "in prosa", le fotografie scattate sul luogo. Questi sono detti i c.d. "rilievi fotografici".

In merito ai **Rilievi Fotografici** dobbiamo chiarire che devono seguire il piano di lavoro seguito durante la fase di descrizione. Si proceder  quindi a scattare le foto dal generale al particolare, dall'esterno all'interno, da destra verso sinistra e dal basso verso l'alto.

Ogni elemento rilevante va segnalato con un cartellino alfa-numerico e al fianco di esso deve essere posizionata una striscetta numerica che permetta di ricavarne misure e proporzionalit .³



Figura 3.3: Cartellino Numerico millimetrato.

³da "Scienze forensi. Teoria e prassi dell'investigazione scientifica", Picozzi e Intini, Utet Giuridica, 2009.

Nel caso in cui la scena del crimine presenti caratteristiche per la quale i rilievi fotografici siano di difficile esecuzione si userá una tecnica di speciale rilevazione fotogrammetrica.

Questa tecnica consiste nel fotografare gli oggetti da diverse angolazioni con apparecchi posti agli estremi di una base, la cui misura é nota, per poter poi dedurne le dimensioni degli oggetti stessi.

Al fianco dei rilievi fotografici hanno sempre piú utilitá anche le videoriprese. Questa permette di avere una rappresentazione piú realistica e dinamica degli ambienti e degli oggetti. Inoltre é possibile, tramite gli spostamenti di angolazione, cogliere la spazialitá e la tridimensionalitá dell'ambiente.

La videoripresa é un utile strumento per cogliere il punto di vista della vittima e per documentare tutte le azioni svolte durante il sopralluogo costituendo prova contro le contestazioni in fase processuale.

Altro elemento da non sottovalutare é la possibilitá di filmare tutti i soggetti che si trovano nei dintorni della scena del crimine individuando cosí qualche sospettato.

Finiti i rilievi fotografici essi permettono, in laboratorio, di essere rielaborati per ricostruire scientificamente la dinamica degli eventi.

In piú oggi esistono apparecchiature che permettono la ricostruzione tridimensionale grafico-digitale in combo con appositi software digitali.⁴



Figura 3.4: Rilievo Fotografico durante un sopralluogo.

⁴da "Scienze forensi. Teoria e prassi dell'investigazione scientifica", Picozzi e Intini, Utet Giuridica, 2009.

Principalmente gli operatori della Polizia Scientifica usano fotocamere e ottiche Nikon, per questioni economiche basate sul rapporto qualità/prezzo ma anche per mantenere la compatibilità macchina-obiettivo pur cambiando i corpi macchina.

Ad oggi vengono usate le Nikon D5000 con obiettivi AF 28-85mm f/3.5-4.5 con funzione macro per fotografare bossoli e altri piccoli particolari.⁵

3.4 Documentazione video in servizi di Ordine Pubblico.

L'impiego delle macchine fotografiche e delle videoriprese sono importanti nei servizi di ordine pubblico.

Questi servizi hanno il compito di controllare e monitorare la folla nelle manifestazioni pubbliche quali cortei o eventi di tipo sportivo.

Esistono due tipi di documentazione: preventiva e giudiziaria.

3.4.1 Documentazione Preventiva.

La preventiva consiste nel raccogliere le immagini relative a luoghi, persone e azioni che possono essere d'interesse per l'evento, prima o nel corso del suo svolgimento, indipendentemente dalla commissione di reati o comportamenti illeciti.

La sua finalità è quella di raccogliere dati specifici che possono essere utili per tre scopi:

- Descrivere ambienti e scenari che potrebbero essere teatri di azioni criminose.

- Identificare autori eventuali di reati o illeciti.

- Ricostruire la dinamica di eventuali azioni criminose.

Per riuscire in queste operazioni bisogna applicare tre tipi di tecniche in riferimento agli ambienti, alle persone e alle azioni.

Per gli ambienti l'operatore deve filmare i luoghi di interesse nella loro generalità con riferimento allo stato in cui si trova, agli spazi impegnati e agli oggetti presenti. Si prediligono quindi campi lunghi e panoramiche descrittive. L'operatore se l'ambiente lo permette può compiere riprese non solo da postazione fissa ma anche in movimento all'interno dell'ambiente.

La postazione fissa è preferibile porla in un punto sopraelevato per consentire

⁵Da "Trent'anni con Nikon nella polizia scientifica." Intervista di Dino del Vescovo per Nikonschool.it a Rosario Pappalardo, ex ispettore del Gabinetto Regionale di Catania di Polizia Scientifica.

una visione generale dei luoghi.

In merito alle persone, l'operatore deve filmare i soggetti che occupano la scena sia in primo piano che a figura intera evidenziandone fisionomia, connotati e abbigliamento. La ripresa deve essere ferma e della durata necessaria per favorire la lettura dei contenuti identificativi. Lo zoom può essere utilizzato solo se viene garantita la stabilità dell'apparecchio tramite cavalletto o base d'appoggio per una nitida ripresa.

Per quanto riguarda la ripresa delle azioni è necessario che l'operatore filmi le persone evidenziandone i loro movimenti. Bisogna che siano riprese le azioni che permettono di capire le relazioni tra i soggetti. Accorgimento importante è quello di avere correttamente inserito nella macchina le indicazioni di tempo (ora e data) per poter valutare i tempi delle azioni e degli eventi.

3.4.2 Documentazione Giudiziaria

In questo tipo di documentazione ci si occupa di raccogliere immagini relative a luoghi, persone e azioni che documentino eventi di rilevanza penale per esserne prova per attribuire la responsabilità agli autori.

Le finalità sono sempre tre:

- Descrivere ambienti e scenari teatri di azioni criminosi.
 - Identificare gli autori di reati o illeciti.
 - Ricostruire la dinamica delle azioni criminosi e attribuirne la responsabilità.
- Anche in questo caso esistono tecniche e accorgimenti diversi in base ai soggetti da filmare: ambienti, persone e azioni.

Per quanto riguarda gli ambienti l'operatore deve filmare l'illecito legandolo al luogo sempre da postazione fissa o mobile, se le condizioni lo consentono. Sebbene anche qui si possano usare campi lunghi e visione d'insieme è preferibile stringere l'inquadratura su quanto è di interesse giudiziario.

La postazione fissa anche in questo caso è preferibile in un punto sopraelevato che permetta di riprendere sia il generale che il particolare.

Bisogna fare attenzione all'illuminazione che deve essere favorevole in termini di angolazione e intensità.

In riferimento alle persone bisogna filmare i soggetti che compiono illeciti sia in primo piano che a figura intera evidenziandone fisionomia, connotati e abbigliamento. Le riprese devono sempre essere ferme e durature, preferibilmente da un punto sopraelevato che permetta però una visione ideale e completa dei volti. Per lo zoom bisogna usare gli stessi accorgimenti precedentemente detti e per attribuire la responsabilità è necessario che l'immagine sia valida per una corretta identificazione.

In riferimento alle azioni l'operatore deve evidenziare i movimenti delle persone, rendendo visibile anche i rapporti tra i soggetti e facendo sempre at-

tenzione che le indicazioni di tempo siano corrette.

Nel caso in cui la continuità delle azioni sia rilevante l'operatore deve filmare senza interruzioni.

Tutte queste operazioni sono molto importanti in sede preventiva per tenere sotto controllo i soggetti potenzialmente criminali ed evitare situazioni illecite e pericolose. In sede giudiziaria hanno il compito di facilitare il riconoscimento degli autori degli illeciti commessi durante la manifestazione.

3.5 Fotografia Satellitare.

Ad oggi un altro strumento importante a fini investigativi é la fotografia satellitare.

I satelliti che orbitano intorno alla terra possono essere muniti, e quasi sempre lo sono, di fotocamera/videocamera che producono immagini satellitare applicate in diversi ambienti: geologia, pianificazione territoriale, agricoltura, guerra etc.

In ambito investigativo bisogna quindi pensare che ogni evento criminoso potrebbe essere stato registrato da un satellite fornendo elementi utili per le indagini producendo riscontri e prove.

Principalmente l'analisi dei dati satellitari viene richiesta per casi di abusivismo edilizio e ambientale ma anche per la lotta contro la criminalità organizzata e per la ricostruzione delle dinamiche di incidenti stradali/navali/aerei. Purtroppo le immagini satellitari pur avendo grandi potenzialità hanno anche diversi svantaggi.

Innanzitutto poiché la superficie terrestre é immensa e la risoluzione di una foto satellitare per essere adeguata ha bisogno di molto tempo si hanno delle difficoltà nel consultare i database.

Secondariamente le condizioni climatiche possono peggiorare le qualità delle immagini.

Ultimi ma non ultimi, i problemi che hanno maggior peso come deterrenti sono l'elevato costo economico e il fatto che l'elevata risoluzione comporti problemi di privacy.

In ogni caso, se fosse decisiva la consultazione di immagini satellitari bisogna sapere che per interpretarle e analizzarle sono necessari dei software specifici di cui parleremo nel prossimo capitolo.

3.6 Fotografia Forense e Medicina Legale.

Sebbene la Medicina Legale abbia il compito di mediare tra la medicina e la legge in due campi diversi: quello giuridico per lo studio dell'evoluzione delle norme e della loro applicabilità dal punto di vista medico e quello forense per l'accertamento di singoli casi di interesse giudiziario, trova maggiore applicazione nel campo forense.

Principalmente il suo compito quindi é quello di collaborare con la polizia per stabilire causa e ora della morte di qualsiasi cadavere sia rinvenuto.

Egli non lavora solo nel proprio studio ma viene chiamato ad analizzare il corpo sulla scena del crimine compiendo egli stesso un sopralluogo.

Durante il sopralluogo e gli esami il medico legale deve documentare tutto fotograficamente.

In un primo momento bisogna prestare attenzione all'ambiente, considerando tutti gli elementi particolari quali macchie, impronte visibili, tracce biologiche ed ematiche. In merito alle tracce ematiche il medico legale deve essere capace di rilevarne ubicazione, colore e forma descrivendole e fotografandole per dedurne traiettorie, velocità e altre caratteristiche utili per capire la dinamica del crimine. Inoltre l'analisi in laboratorio permette, tramite comparazione, di dare una paternità a ogni traccia.

Per quanto riguarda l'esame del cadavere principalmente bisogna riscontrare e documentare gli elementi tanatocronodiagnostici esterni (ipostasi, rigidità e temperatura) e considerarne l'ubicazione in riferimento ai punti fissi già segnalati sulla scena del crimine. Non si deve spogliare il soggetto, ma farlo solo in sede autoptica quando andranno rilevate su ogni indumento le possibili tracce ematiche per poi fotografarle per evidenziare dove sono state rinvenute. Sugli indumenti bisogna sempre localizzare e fotografare ogni segno di interesse, quali bruciature o lesioni per compararle con le lesioni rinvenute sul corpo.

Infatti, tutte le lacerazioni epidermiche vanno accuratamente descritte e documentate concentrandosi, se visibile, su quella che ha prodotto la morte per poterne dedurre la forma dell'arma del delitto.

Inoltre, soprattutto nel caso in cui il soggetto non abbia dei documenti che lo identifichino, vanno fotografati e documentati tutti i segni particolari quali tatuaggi o piercing che sono spesso identificativi.

In questi casi inoltre é importante che il medico legale fornisca tutte le informazioni che possono portare all'identificazione della vittima, non solo dando la possibilità alle forze dell'ordine di collezionare le impronte digitali per una comparazione con il database AFIS ma anche la presenza di lesioni particolari quali rottura di ossa etc.

Capitolo 4

Analisi Forensi di immagini.

4.1 Introduzione.

Perché un'immagine sia utilizzata in un procedimento giudiziario bisogna che sia provata la sua originalità dimostrando che non abbia subito alterazioni artificiali.

Le principali categorie di analisi che si possono applicare sono le seguenti:

- **Source Identification:** ci si occupa di individuare la sorgente da cui è stata prodotta l'immagine identificando sia il tipo di apparecchio che lo ha prodotto, sia esso fotocamera o cellulare o scanner et simili, e sia il modello di quell'apparecchio.
- **Image Forgery Identification:** cercare elementi manipolativi dell'immagine come inserimenti o eliminazione di particolari per modificare l'informazione presente nella foto.
- **Image Reconstruction:** finalizzata alla ricostruzione e alla restaurazione di immagini deteriorate per poterne ricavare, anche parzialmente, il contenuto e le informazioni originali.
- **Self Embedding:** utilizzare tecniche di inserimento ed estrazione di informazioni di un'immagine per alterarne il contenuto.
- **Steganalisi:** individuare immagini nascoste usando tecniche steganografiche.¹
- **Ricostruzione 3D:** estrazione di informazioni bi-tridimensionali presenti nella foto per ricavarne le misure originali.

¹ “Tecniche che si prefiggono di nascondere la comunicazione tra due interlocutori”. Da <https://it.wikipedia.org/wiki/Steganografia>.

Principalmente i quesiti a cui piú spesso si deve rispondere sono questi:

- Il file dell'immagine é autentico?
- L'immagine é stata manipolata? Dove?
- Quale dispositivo ha scattato la foto?
- Dove e quando é stata scattata la foto?

Se si é in possesso del file dell'immagine avendolo acquisito da un dispositivo digitale é piú facile rispondere a queste domande rispetto all'analisi di foto acquisite dalla rete internet.

Ad oggi però l'alterazione di un'immagine tramite l'uso di software di fotoretocco é alla portata di molti e conseguentemente bisogna analizzare bene ogni immagine prima di portarla come prova durante un processo.

Le alterazioni prodotte su un'immagine possono essere di tre tipi:

- Prodotte tramite programmi di computer grafica.
- Del significato senza però modificare il contenuto.
- Del contenuto inserendo o nascondendo parti significative.

Per risolvere questi problemi esistono software ma anche tecniche di Digital Forensics. In questo capitolo analizzeremo entrambe le possibilità, ma prima vediamo quali software possono essere utilizzati per la manipolazione.

4.2 Software di Image Editing.

Citando Sun Tzu, autore de L'arte della Guerra ², "Se conosci il nemico e te stesso, la tua vittoria é sicura" appare chiaro come sia importante conoscere alcuni dei software che permettono di manipolare un'immagine digitale.

Il piú conosciuto é senz'altro **Adobe Photoshop**.

É un software privato in produzione dal 1990 da Adobe Systems Incorporated, usato per l'elaborazione di fotografie e immagini digitali.

Attraverso questo programma é possibile effettuare ritocchi professionali usando filtri e strumenti. Inoltre permette di creare dei livelli che permettono di gestire singolarmente le diverse componenti della foto.

É facilmente intuibile come le applicazioni in ambito criminale siano svariate, permette di modificare parti della foto rendendo difficile l'identificazione dei soggetti, dei luoghi e dei particolari cambiando dimensioni e colori o oscurando elementi caratteristici.

Per esempio si potrebbe rendere non leggibile un targa, il nome di una via o si potrebbe cancellare un tatuaggio visibile e identificativo o ancora cambiare la forma di alcuni connotati dei soggetti in modo da rendere difficile per i software di riconoscimento facciale la comparazione. Ancora si potrebbero inserire soggetti che invece in quel momento non erano presenti o eliminare

²Edito da Mondadori, collana Oscar Varia, 2003.

soggetti che invece c'erano.

Le applicazioni sono pressoché infinite e proprio per questo esso può diventare sia il nostro peggior nemico sia il nostro miglior amico per analizzare un'immagine digitale operando con tecniche che approfondiremo nel prossimo paragrafo.

Ultima cosa da sapere è che Photoshop produce un file grafico nel proprio formato PSD che salva l'immagine completa con tutti i livelli che la compongono, risalendo quindi a ogni modifica.

Compatibile con Photoshop ma Open Source ³ è **GIMP**.

Anche questo permette fotoritocchi, fotomontaggi e conversioni di file.

Per quanto riguarda la compatibilità con Photoshop la cosa più utile è la capacità di GIMP di leggere e scrivere il formativo nativo di photoshop (il PSD precedentemente detto) mentre non è possibile per Photoshop fare altrettanto sul formato nativo di GIMP detto XFC.

Questi sono solo due dei programmi che permettono la manipolazione delle immagini, ma sono sicuramente i più diffusi. Adesso che conosciamo le insidie che dobbiamo affrontare vediamo quali tecniche possiamo usare per difenderci.

4.3 Tecniche di Analisi Forense.

Esistono 5 tipologie di tecniche che possono essere applicate: geometric based, physically based, camera based, format based e pixel based. Approfondiamole.

4.3.1 Geometric Based.

Queste tecniche si applicano per dedurre le posizioni degli oggetti dalla fotocamera e le loro misure reali.

Per sapere quale è la posizione dell'oggetto dobbiamo innanzitutto considerare che esiste un punto di riferimento che si chiama **punto principale**.

Questo nelle immagini reali si trova vicino al centro dell'immagine e quando si sposta un oggetto o una persona nell'immagine il punto principale si sposta in modo proporzionale.

Questa proporzionalità diviene elemento spia perché la differenza tra il punto principale stimato (vicino al centro dell'immagine) e quello effettivo può essere indizio di manomissione.

Per stimare il punto principale si fa riferimento agli occhi (se si tratta di foto

³"In informatica, di software non protetto da copyright e liberamente modificabile dagli utenti.", da Google.

con soggetti umani) o mediante altre metriche geometriche planari (tecniche però che necessitano di un'ottima formazione matematica-informatica-prospettica).

Per dedurre le misure reali di un oggetto si analizza la visione prospettica attraverso alcuni software in grado anche di misurare le dimensioni reali a partire dalle fotografie.

Questi due elementi, posizioni e misure, permettono di creare un modello 3D della scena del crimine dando la possibilità di studiare meglio la dinamica dei fatti.

4.3.2 Physically Based.

Queste tecniche servono a scoprire le anomalie focalizzandosi su luci e ombre. Dobbiamo considerare che la direzione e le condizioni della luce sulla scena del crimine e sui singoli soggetti può essere un elemento spia per capire se l'immagine è stata contraffatta.

Se un elemento o più sono stati inseriti successivamente nell'immagine infatti si noteranno delle differenze sia nella direzione della luce che colpisce i soggetti sia nella qualità e coerenza di direzione dell'ombra prodotta.

Per stimare la direzione della luce si deve avere come punto di partenza il glint (il riflesso prodotto dalla luce sull'occhio umano) e da questo dedurre le linee di direzione per identificare la posizione della fonte luminosa.

In più bisogna considerare che la luce artificiale e quella solare hanno caratteristiche quasi sempre diverse e producono sicuramente ombre diverse.

Ci sono alcune linee guida che possiamo considerare qui:

- I raggi solari sono praticamente paralleli mentre quello di una fonte artificiale divergono.

- Una fonte di luce morbida e vicina al soggetto non può produrre ombre dure.

- Se due soggetti vicini producono due ombre diverse è quasi sicuramente indizio di una manipolazione.

Per concludere quindi bisogna sempre:

- Identificare la fonte luminosa e la sua posizione.

- Analizzare se per ogni soggetto la fonte e la posizione della luce sia compatibile o no.

- Analizzare se le ombre prodotte da ogni elemento siano compatibili tra di loro e con la fonte.

4.3.3 Camera Based.

Come i segni lasciati dalla canna dell'arma da fuoco segnano in modo inequivocabile il proiettile, anche le fotocamere durante l'elaborazione e produzione

dell'immagine lasciano tracce che determinano un collegamento univoco tra foto e fotocamera.

L'elemento spia che deve essere studiato é il **rumore del sensore**: l'immagine al momento della sua acquisizione e elaborazione può essere affetta da rumore⁴ o da altre imperfezioni determinate sia dal sensore della fotocamera sia da situazioni ambientali.

Principalmente il rumore si nota nelle aree uniformi o scure con poco dettaglio.

Poiché esistono 60 elementi distintivi che classificano il rumore, si possono utilizzare quelli che sono presenti nella foto per compararli con quelli che vengono prodotti da una certa fotocamera, identificando quindi la sorgente.

4.3.4 Format Based.

Queste si occupano di analizzare le correlazioni statistiche contenute nelle compressioni *lossy*, ovvero con perdita di dati.

Per riuscire ad analizzare bene un'immagine é necessario che siano presenti tutti i dati originali quindi le compressioni *lossy* sono il peggior nemico per l'analista forense ma al tempo stesso un ottimo amico per scovare le manomissioni.

Il principale formato di compressione *lossy* é il JPG di cui abbiamo già dato qualche informazione.

Poiché questo sistema di compressione permette di selezionare diversi gradi di compressione che vengono utilizzati in modo diverso dai differenti produttori attraverso l'analisi di questi gradi si può risalire alla sorgente dell'immagine.

4.3.5 Pixel Based.

Vengono analizzate le anomalie statistiche dei pixel.

Le principali contraffazioni che si possono effettuare sono le seguenti:

-Metodo **Copia e Incolla**: per eliminare o aggiungere persone e oggetti alle foto. Se effettuata con precisione può essere difficile da scovare visivamente, inoltre può risultare difficile anche dal punto di vista computazionale perché le aree clonate possono essere di qualsiasi dimensione e forma.

-Metodo **Ricampionamento**: azioni di ridimensionamento, rotazione o variazioni di proporzioni. Per riuscire in questo é necessario che si crei una nuova griglia di destinazione generando correlazioni periodiche nei dintorni dei pixel manomessi.

⁴“Variazione casuale (non presente nell'oggetto fotografato) della luminosità o delle informazioni sul colore in immagini.” da [https://it.wikipedia.org/wiki/Rumore-\(immagine\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Rumore-(immagine))

-Metodo **Fusione**: unire due o piú scatti. Se fatta perfettamente la linea di fusione é difficilmente individuabile.

4.4 Software per l'analisi forense.

Dopo aver analizzato la foto applicando le tecniche sopra descritte si puó ancor di piú approfondirne l'analisi usando alcuni software specifici. Ne presenteremo cinque, analizzandoli uno per uno.

4.4.1 Amped Five.

Questo é un software che permette di analizzare una foto in modo completo. Permette di svolgere piú di settanta funzioni, risolvendo tutti i problemi che si manifestano durante un'indagine quando si analizza una foto o un video. Per compiere le dovute analisi su un supporto digitale foto/video il programma ha una base di settanta filtri che applicati permettono di notare gli elementi che ci interessano.

Tra tutte le funzioni ne riportiamo alcune:

- I filtri possono essere applicati automaticamente in una stessa sequenza evitando di reimpostarli per ogni foto.
- I filtri possono essere applicati anche solo a una regione dell'immagine.
- Corregge distorsioni geometriche, convertendo anche immagini omnidirezionali e a 360 gradi in panoramiche.
- Corregge la prospettiva.
- Permette di misurare le distanze del mondo reale, altezze e lunghezze da immagini e video.
- Elimina disturbi o immagini di sfondo.
- Permette di migliorare la risoluzione, migliorare un filmato ripreso in condizioni meteorologiche avverse e in controluce.
- Genera automaticamente report dettagliati.

Ecco, di seguito, alcuni esempi visivi dei risultati che possono essere ottenuti.⁵



Figura 4.1: Correzione della prospettiva di una scena.

⁵tutte le foto sono tratte da <https://ampedsoftware.com/it/samples>



Figura 4.2: Deinterlacciamento di un filmato.

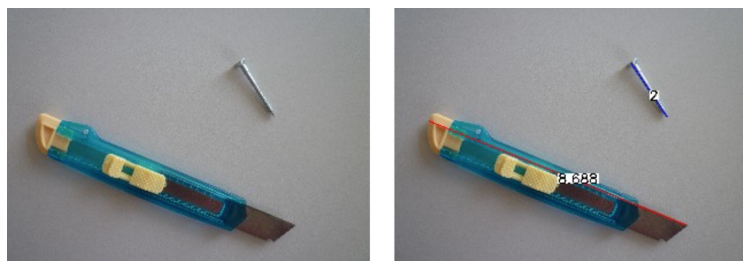


Figura 4.3: Misura di oggetti sulla scena del crimine.



Figura 4.4: Misura di altezze da filmati di video sorveglianza.

4.4.2 Jpeg Snoop.

Ogni immagine digitale contiene dentro di sé dei dati e dei metadati che possono diventare informazioni importanti per capire quale sorgente ha generato l'immagine e se è stata modificata.

Questo software permette di conoscere i dati e i metadati presenti nei file Jpeg.

All'interno di questo software è presente un database che permette di confrontare i dati dell'immagine con quelli presenti nel database.

Da questo confronto è possibile riconoscere la sorgente e la firma di compressione.

Per esempio, se la firma di compressione è quella utilizzata da Photoshop possiamo dedurre che probabilmente ha subito delle modifiche e manomissioni.

4.4.3 NFI PRNU Compare.

Un altro aiuto per l'individuazione della sorgente è NFI PRNU Compare, un software *open source* che si basa sul "Photo Response Non-Uniformity" ovvero una caratteristica del sensore che, pur dovendo dare a ogni pixel lo stesso valore, in realtà mostra la variazione dei valori dei pixel.⁶

In questo modo la prima azione da far compiere al software è quella di *extract pattern* estraendo i *pattern* dell'immagine da confrontare con altri di riferimento estratti da un set di immagini.

Una volta estratti i *pattern*, li possiamo confrontare attraverso il comando *compare* mostrando in lista i risultati con la correlazione più alta.

I risultati possono essere copiati o esportati.

Il punto debole si manifesta se le immagini hanno subito manipolazioni del *noise pattern* falsando così i risultati.

4.4.4 PRNU Decompare.

Al fianco del software precedentemente detto possiamo presentare "PRNU Forging", sempre *open-source*, che compromette il *pattern noise* dell'immagine. Per farlo offre tre opzioni:

-**Destroy**: l'immagine viene in sequenza doppiamente filtrata (*blurring* e *sharpening*) e ne segue una variazione del *pattern noise*.

-**Remove**: estraendo i PRNU da un set di immagini di riferimento rimuove il *pattern* dall'immagine.

⁶Per saperne di più: <http://www.stemmer-imaging.co.uk/en/knowledge-base/prnu-photo-response-non-uniformity/>

-**Forge**: supportato da 2 set di riferimento, elimina il *pattern* primario e ne inserisce un secondo.

4.4.5 Image Forensics Search System.

Per ultimo presentiamo “IFSS”, programma *open source*, che da un immagine “*target*” permette di cercare immagini che la contengono o che sono simili ad essa.

É utile per chi ha bisogno di comparare un’immagine con un grosso database già in possesso.

Permette tre tipi di ricerche:

- Ricerca di immagini simili all’interno di una *directory*.⁷

- Ricerca dell’immagine all’interno di una seconda immagine scelta.

- Ricerca dell’immagine all’interno di tutte le immagini di una *directory*.

Per funzionare a dovere però ha bisogno di macchine ottime perché richiede molto tempo per l’elaborazione dei risultati.

⁷ “In informatica, indice dei contenuti in una unità di memoria” da Dizionario.

Capitolo 5

Esempi di casi risolti grazie alla fotografia

5.1 Primi Casi.

Il primo caso che presentiamo é stato risolto grazie a una foto scattata per sbaglio.

Una donna anziana che viveva in un appartamento ad Hammersmith rimase vittima di un'aggressione. Fu ritrovata uccisa e coperta da un lenzuolo da un fornitore che spalancó la porta, che era accostata, dopo aver bussato senza aver ricevuto risposta. Senza indizi, la polizia chiese agli abitanti della zona se avessero visto qualcuno. Alcuni risposero di aver notato un uomo e una donna ma, pur non sapendoli descrivere, dichiararono che avrebbero saputo riconoscerli se li avessero rivisti. Il caso volle che, quella mattina, lavorasse di fronte casa della signora un fotografo ambulante (che ritraevano i passanti consegnando loro uno scontrino per convincerli ad acquistare le foto). La polizia si fece consegnare le foto, le proiettó su un grande schermo e verso la fine furono riconosciuti i soggetti . Tramite la foto furono in grado di identificarlo e successivamente, dopo svariate ricerche, riuscirono ad arrestarlo. ¹

Un secondo caso avvenne il 10/09/1854 e fu raccontato dal *Journal des Tribunaux* nell'articolo "Nuovi mezzi d'inchiesta".

Ci furono furti in chiese e presso proprietari benestanti. Furono compiuti in circostanze straordinarie con un particolare: nessuna traccia dopo il delitto. A Losanna fu istituita la procedura giudiziaria e tra i numerosi sospettati si individuó un misterioso personaggio di cui non si riuscivano a conoscere né il nome né i precedenti. Il giudice decise di fargli fare il ritratto con il dagherrotipo. Ne furono inviati alcuni esemplari alla polizia svizzera e ai paesi

¹Da "Polizia Scientifica" di R. Harrison, Fabbri editori, 1961.

vicini. Non si attendevano risultati, ma si ricevette notizia dal granducato di Bade che il soggetto era nato e cresciuto in un determinato villaggio e si riportavano così le generalità. Successivamente identificato e da tutti segnalato come pericoloso, il pervenuto non ha resistito e ha fornito importanti ammissioni.²

Dopo aver presentato brevemente due casi che risalgono ai primi anni dell'introduzione della fotografia come mezzo di indagine, possiamo analizzare il contributo che è stato dato in tempi più recenti.

5.2 Delitto Garlasco.

Il 13 Agosto 2007 a Garlasco (in provincia di Pavia) fu uccisa Chiara Poggi, 26enne laureata in informatica. L'ora della morte venne stabilita tra le 9 e le 12 della mattina stessa. Chiara era sola in casa, poiché i suoi familiari erano in vacanza, aprì la porta consapevolmente (non furono trovati segni di effrazione) e fu uccisa a causa di una decina di colpi violenti inferti con un'arma appuntita, mai ritrovata.

A dare l'allarme sarà il suo fidanzato, Alberto Stasi, alle 13.30 circa del 13 Agosto stesso.

Stasi dichiarò di aver lavorato tutta la mattina al computer a casa propria e che dopo aver provato tutta la mattina a chiamare la fidanzata senza ricevere risposta, preoccupato era andato direttamente a casa. Arrivato in casa avrebbe cercato la fidanzata e l'avrebbe ritrovata in cantina coperta di sangue, dopodiché chiamò i soccorsi e andò in macchina a sporgere denuncia.

Il condizionale nella frase precedente non è usato a caso, infatti Alberto Stasi divenne subito il primo e pressoché unico indagato, invalidando così la ricostruzione da lui raccontata.

Quali sono gli elementi che fanno di Alberto Stasi il principale accusato?

In un primo momento ci si concentrò su alcuni di questi aspetti:

- Chiara aveva aperto al suo assassino, quindi lo conosceva.
- L'alibi di Stasi, in un primo momento confermato, viene successivamente messo in dubbio perché l'intervallo dell'ora del decesso è sufficiente perché Stasi abbia avuto il tempo sia di commettere il reato sia di lavorare al computer.
- Due testimoni collocano a casa Poggi una bicicletta nera compatibile a una appartenente alla famiglia Stasi, che Stasi omette di avere.
- Nella chiamata fatta per chiedere soccorso Stasi appare troppo rilassato.
- Stasi dichiara di ricordare il "volto bianco" di Chiara, mostrando un'incon-

²Da "Wanted! Storia, tecnica ed estetica della fotografia criminale, segnaletica e giudiziaria". Di Aldo Gilardi, Mondadori, 2003.

gruenza. Se avesse visto Chiara dopo l'omicidio il di lei volto sarebbe stato ricordato come "coperto di sangue" perché é così che lo descrivono i soccorritori.

-Ultimo, ma il piú interessante per noi, Stasi consegna agli inquirenti le scarpe e i vestiti indossati il giorno dell'omicidio e sebbene abbia calpestato il pavimento pieno di sangue e toccato Chiara, quello che lui consegna é privo di macchie di sangue.

Tutti questi elementi sono indizi della sua colpevolezza, ma a causa di errori e negligenze durante le indagini tra i quali il non aver analizzato le tracce presenti sotto le unghie di Chiara, il non aver indagato a sufficienza sulla bici nera e sull'altra bici presente in casa Stasi e in piú la bravura degli Avvocati nel mettere il dubbio su tutte le prove presentate dagli inquirenti produssero l'assoluzione di Stasi in primo grado e davanti alla Corte d'Assise d'appello. Solo nel 2014, nel processo d'appello bis, Stasi viene condannato ma dopo poco la condanna viene annullata dal procuratore della Cassazione. Tuttavia, il 12 dicembre 2015 la Corte di Cassazione conferma la sentenza bis della Corte d'Appello e condanna in via definitiva Stasi a 16 anni di reclusione.

Quale fu l'elemento che permise di dichiarare Stasi colpevole?

Innanzitutto, oltre a tutti gli elementi che già abbiamo elencato, dobbiamo menzionare il fatto che un'analisi sulle bici della famiglia Stati (la nera vista dai vicini e omessa da Stasi e una bordeaux) hanno portato alla luce che i pedali montati sulla bici nera erano quelli che di serie vengono montati sul modello della bici bourdeaux. Analizzando i pedali ritrovati sulla bici bourdeaux sono state trovate tracce del Dna della vittima.

Il secondo elemento che definitivamente ha ampliato i dubbi, rendendo plausibile l'ipotesi che Stasi abbia consegnato le scarpe ripulite e che le abbia ripulite perché colpevole e volesse evitare prove a suo carico, é stata una perizia di tre esperti presentata a fine 2014.

Questa perizia ricostruisce, utilizzando la versione rettificata delle immagini scattate dei pavimenti di casa Poggi, il percorso condotto da Alberto Stasi quando ha ritrovato Chiara.

Dopo un milione e trecentocinquantamila simulazioni i tre esperti hanno dichiarato che la probabilità che Stasi non si fosse minimamente macchiato le scarpe é pari a tredici o sedici per ogni miliardo. Ne segue che per Alberto Stasi la possibilità di essere entrato in casa senza sporcarsi le scarpe é pressoché impossibile.

Alla luce di questa ricostruzione é ovviamente deducibile che Stasi abbia consegnato delle scarpe diverse o ripulite per evitare di collocarsi sulla scena del crimine in un momento antecedente al ritrovamento, non rendendosi conto di essersi esso stesso posto in una situazione di sospetto.

In definitiva Alberto Stasi viene ritenuto colpevole di aver ucciso la fidanzata,

Chiara Poggi, tra le 9 e le 12 del 13 Agosto 2007. Recatosi a casa Poggi con la sua bicicletta nera e inferendole una decina di colpi con un'arma appuntita (forse un martello comune) mai ritrovata. Tornato a casa, si disfa di scarpe, vestiti e arma del delitto e scambia i pedali della bici e si mette a lavorare al computer, provando a chiamare anche Chiara al telefono per costruirsi un alibi. Alle 13 e 30 circa avvisa i soccorsi e la polizia.

Ma come tutti sanno oltre ai mezzi e all'occasione deve essere dimostrato il movente. In questo caso però il movente non é mai stato individuato, sebbene in un primo momento fossero state trovate sul pc di Stasi immagini pedo-pornografiche che potevano essere state scoperte da Chiara e diventate così il movente. In seguito fu precisato che erano solo delle tracce mai scaricate e mai visibili all'imputato.

5.3 Omicidio di Yara Gambirasio.

Yara Gambirasio era una ragazzina di 13 anni scomparsa il 26 novembre 2010. Sul finire del pomeriggio, circa alle 18 e 44, Yara lascia il centro sportivo di Brembate di Sopra dove si allenava per non farvi più ritorno. Il suo corpo fu ritrovato casualmente da un aeromodellista il 26 febbraio 2011 in un campo aperto a Chignolo d'Isola.

Il corpo presentava numerosi colpi violenti, un trauma cranico e almeno sei ferite da armi da taglio non letali. La morte sarebbe sopraggiunta successivamente a causa del freddo e alle lesioni. Non sono presenti segni di violenza carnale.

Dopo alcune piste che non portarono a un nulla di fatto un elemento divenne decisivo nella ricerca dell'omicida.

Sugli indumenti intimi di Yara fu rinvenuta una traccia di Dna classificata come "Ignoto 1". Successivamente questo Dna fu comparato con quello di alcuni soggetti frequentatori di una discoteca vicina. Da questa comparazione e con quella di profili genetici di rami familiari fu individuato che Giuseppe Guerinoni, deceduto nel 1999, era il padre di "Ignoto 1". Investigando sulla vita di Guerinoni si risalí alla madre di "Ignoto 1" e dopo aver sottoposto i suoi due figli ad esame comparativo di Dna fu chiaro che uno di essi, Massimo Bossetti, fosse proprio "Ignoto 1".

La seconda prova che collega Bossetti a Yara é la presenza di un filmato in cui si mostra Bossetti stazionare e passare ripetutamente davanti alla palestra di Yara. Il video fu dato alla stampa e così venne ampiamente ritenuto dall'opinione pubblica come il colpevole.

Successivamente però, durante il processo, il colonnetto dei R.I.S. dichiaró che il filmato diffuso fosse stato montato a uso della stampa collegando im-

magine diverse in cui probabilmente non era presente neanche il vero furgone di Bossetti.

Nonostante questo però il comandante Lago dei R.I.S. chiarì che in realtà quelle riprese erano state già scartate e che ci si fosse concentrati solo due due riprese realizzate da una sola telecamera. E poiché furono usate solo quelle due immagini in tribunale e che Bossetti fosse stato dichiarato colpevole anche grazie ad altri indizi più consistenti rese le immagini comunque veritiere e fu archiviata l'indagine a carico di Lago stesso per falsa testimonianza e falsa perizia.

Anche in questo caso, il supporto del video ha assunto un ruolo centrale nella risoluzione del caso, fornendo l'opportunità e i mezzi.

Per concludere, il movente é stato dichiarato essere quello sessuale, facendo leva sui comportamenti e sulle analisi delle lettere scritte da Bossetti, pur non essendoci stata effettivamente lesione carnale.