

ANALISI DELLE IMPRONTE DIGITALI



SCOPO DELL'ESPERIMENTO

Rilevare un'impronta digitale latente lasciata su una superficie di vetro e, dopo un'accurata analisi, classificarla e confrontarla con un database per identificare l'autore dell'impronta.

INTRODUZIONE

La pelle che ricopre il corpo umano, presenta sulla superficie dei palmi delle mani e delle piante dei piedi una struttura particolare, caratterizzata da piccole sporgenze dette *creste papillari*, intervallate da altrettante depressioni, denominate *solchi*. Tali disegni (*dermatoglifi*) sono immutabili, perché si formano già durante la vita intrauterina del feto, al quarto mese della gestazione e non mutano fino alla morte, poiché trovano la loro origine negli strati profondi del derma. Possono essere alterati soltanto da cicatrici profonde e da gravi malattie cutanee. Inoltre i disegni delle creste papillari sono unici ed individuali: essi differiscono da soggetto a soggetto e danno luogo ad un numero di combinazioni così elevato, tale da far ritenere che non esistano impronte perfettamente identiche tra due individui, neppure tra gemelli omozigoti.

La *dattiloscopia*, che studia appunto le creste papillari al fine dell'identificazione personale, poggia le sue solide basi sui due principi prima enunciati, l'immutabilità e l'individualità.

Le *impronte papillari* assumono la denominazione d'*impronte digitali*, palmari o plantari a seconda che riproducano, rispettivamente, il disegno delle creste dei polpastrelli o falangi delle dita, delle palme delle mani o delle piante dei piedi. Ciascun tipo d'impronta ha dimensione, morfologia e caratteristiche dattiloscopiche proprie. Si possono distinguere tre sistemi di linee:

il **sistema basale** (fig.1 – zona C), costituisce il fondamento inferiore della figura dattiloscopica ed è formato da linee orizzontali situate alla base della figura e parallele alla piega articolare interfalangea;

- il **sistema marginale** (fig.1 – zona A), delimitante le porzioni laterali e superiori della figura, formato da linee a decorso arcuato, che segue la curvatura dell'apice del dito e poi si dispongono in linee longitudinali lungo i margini del dito stesso;

- il **sistema centrale** (fig.1 – zona B), si presenta nella zona interna dell'impronta digitale e comunque all'interno dei due sistemi basale e marginale.



Figura 1 Sistemi di linee di un'impronta

La configurazione del sistema centrale determina l'appartenenza delle impronte digitali ad uno dei quattro tipi fondamentali di figura di seguito rappresentati.



Figura 2 Impronta adelta

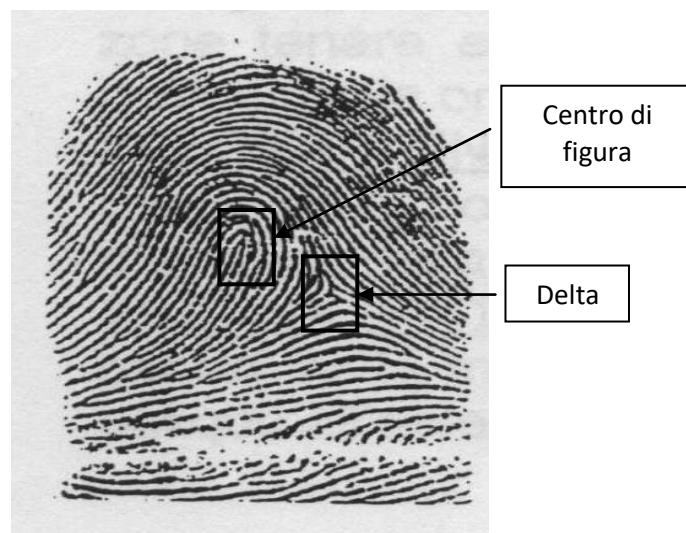


Figura 3 Impronta monodelta

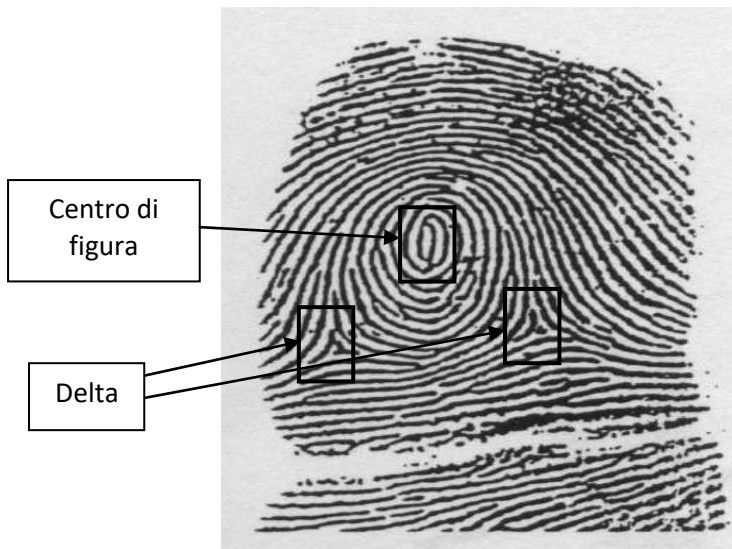


Figura 4 Impronta bidelta

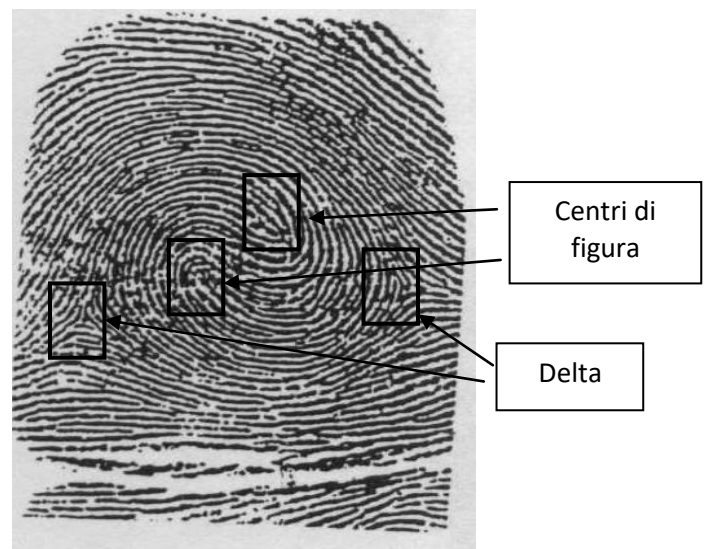


Figura 5 Impronta composta

Nell'impronta **adelta** (fig.2) si osservano soltanto il sistema basale e quello marginale; l'assenza o la scarsa definizione del sistema centrale fa sì che non s'individui il "delta", mancando il punto di convergenza dei tre sistemi di linee papillari. Le linee formano degli archi che si estendono da un lato all'altro della figura; tale figura è detta anche **ad arco** semplice (*arch* in inglese).

Nell'impronta **monodelta** (fig. 3) si osserva un solo "delta" ed il sistema centrale è costituito da linee che originandosi da un lato del polpastrello, dopo aver assunto uno sviluppo ad ansa, tendono a fuoriuscire dallo stesso lato; è detta anche figura **ad ansa** (*loop* in inglese). L'osservazione del lato da cui le linee si formano e poi escono permette di distinguere le impronte monodelta ad **ansa radiale** (Fig. 6, in inglese *left loop*) e ad **ansa ulnare**¹ (Fig. 7, in inglese *right loop*).



Figura 6 Impronta monodelta radiale



Figura 7 Impronta monodelta ulnare

Nell'impronta **bidelta** (fig. 4) si osservano due "delta" ed il sistema centrale è di tipo chiuso, essendo costituito da cerchi, ellissi, spirali e simili (**whorl**, in inglese). Insieme alle figure monodelta, le impronte bidelta sono tra le più comuni.

Nell'impronta **composta** (fig. 5) si osservano ugualmente due "delta" (raramente tre) ma il sistema centrale è composto da due centri di figura indipendenti.

LE PARTICOLARITÀ DI UN'IMPRONTA DIGITALE (MINUZIE)

Il fasci di linee che costituiscono i dermatoglifi formano nel loro decorso diverse *particolarità morfologiche*. Come si è detto, alcune di queste particolarità danno luogo ad aree di adiacenza definite delta delle figure, altre formano le porzioni tipiche delle zone interessate dal centro di figura; le

¹ Questa distinzione deriva dal nome delle ossa dell'avambraccio: radio (si trova sul lato del pollice) e ulna (si trova sul lato del mignolo)

confluenze realizzano l'archetipo generale dell'impronta. Un'analisi ancora più approfondita permetterà di cogliere, nel corso dello sviluppo delle singole creste papillari, alcune accidentalità molto particolari dette *punti di identità* o *minuzie* o, ancora, *particolarità papillari*. Queste caratteristiche morfologiche delle impronte papillari sono considerate elementi particolari. La differenza tra i caratteri generali e quelli particolari è notevole: i primi individuano aspetti comuni e universali, i secondi determinano elementi individuali e singolari. Questa suddivisione consente di comprendere meglio quanto le caratteristiche particolari siano discriminanti tra le impronte papillari. Esse forniscono dati interessanti per eseguire una comparazione dattiloscopica. Tra le minuzie più frequenti si osservano per esempio le *biforcazioni* e le *terminazioni*.



Figura 7 Esempio di minuzie di tipo biforcazione (nel quadrato) o terminazione (nel cerchio)

LA RICERCA DELLE IMPRONTE

Uno dei principali compiti degli investigatori sul luogo del reato è la sistematica ricerca delle tracce, cioè di tutti quegli elementi materiali in base ai quali si può stabilire che è stato commesso un crimine, oppure si può stabilire un legame tra il crimine e la vittima, o tra il crimine ed il suo autore; ciò in accordo con la *teoria dell'interscambio di Edmond Locard*, secondo la quale “*la persona o le persone sul luogo ove è stato commesso un crimine quasi sempre lasciano qualcosa e portano via qualcosa*”.

Le impronte in linea generale possono essere distinte in:

- *impronte per apposizione*: si realizzano in seguito al contatto delle dita o del palmo della mano con una determinata superficie, in virtù di un film idrolipico che ricopre la cute – ovvero in virtù del materiale di cui esse sono eventualmente imbrattate (ad es. sangue, sudore, ecc.) e che riprodurrà il disegno papillare;
- *impronte per asportazione*: quando il contatto delle mani con una superficie determina l'allontanamento da quest'ultima di un qualcosa che la ricopre (ad es. polvere, vernice, ecc.);
- *impronte per compressione*: sono dovute alla pressione esercitata su un substrato malleabile e comprimibile oppure cedevole (ad es. cera, stucco, argilla, sabbia, fango, ecc.).

Nell'ambito del sopralluogo giudiziario vengono analizzate delle impronte visibili, lasciate sul fango, sulla terra, sulla sabbia o sulla neve, e *impronte invisibili o latenti*, prodotte da piedi nudi sul pavimento, dalle dita sulla carta, sui muri, sul vetro, sui metalli, sugli utensili comuni, ecc. Le impronte così analizzate saranno di fondamentale importanza per ottenere informazioni circa l'identità dei protagonisti, il numero di essi, i loro movimenti, i segni di colluttazione o di trascinamento del corpo. *Queste impronte si formano su qualsiasi oggetto toccato con l'estremità delle dita, dove rimane il disegno del polpastrello.*

Quelle visibili saranno subito esaminate, descritte, fotografate e asportate per un ulteriore studio analitico, mentre le impronte latenti saranno prima esaltate con opportuni metodi che variano a

seconda del tipo e del colore della superficie che fa da substrato all'impronta. Una delle tecniche più usate di esaltazione delle impronte latenti è quella che prevede l'uso di una luce artificiale in movimento, proiettata sui vari oggetti obliquamente, dove le impronte eventualmente presenti, essendo formate da finissime gocce di sudore e di grasso e da cristalli di sporco, brillano se colpite dalla luce incidente. Tecniche più recenti utilizzano le proprietà fluorescenti delle impronte latenti dimostrabili con la luce ultravioletta o con la luce monocromatica laser. Una volta svelata, l'impronta è fotografata sul posto, quindi viene asportata apponendovi sopra un nastro adesivo trasparente per poi essere fissata sopra un vetrino o su di un foglio trasparente, che protegge e conserva indefinitamente l'impronta stessa.

COMPARAZIONE DI IMPRONTE

Impronte papillari assunte in momenti diversi possono essere messe a confronto per stabilire se provengono o no da un medesimo soggetto.

E' necessario però accertare preventivamente se le impronte da comparare abbiano o no i requisiti minimi d'utilizzabilità.

A tal fine si opera una valutazione qualitativa – quantitativa, nel senso che un'impronta è utilizzata per confronti solo se possiede particolarità dattiloscopiche tali, per numero e qualità, da renderla idonea a risalire al soggetto dal quale proviene.

Completato questo esame preliminare, si procede a mettere a confronto i due termini, che dovranno naturalmente essere omogenei, per accertare se sussistono analogie per ciò che riguarda la morfologia generale e se esistono corrispondenze relativamente ai caratteri di dettaglio.

Una volta individuata una comune morfologia generale si può passare al confronto di dettaglio, iniziando col ricercare un punto di riferimento d'interesse dattiloscopico, che abbia evidente corrispondenza nelle due impronte; si procede, quindi, all'esame analitico delle loro linee papillari in modo da localizzare un numero sufficiente di caratteristiche comuni.

Se a conclusione dell'indagine, oltre alle analogie nella morfologia generale, sono rilevate sufficienti corrispondenze anche negli anzidetti caratteri particolari, sul piano tecnico, non può che pronunciarsi un giudizio d'identità tra le due impronte (o frammenti d'impronte) esaminate e cioè che esse provengono dal medesimo dito.

In Italia, l'identificazione personale è ritenuta sicura quando, anche in una sola porzione d'impronta, si riscontri una combinazione di almeno 16 o 17 punti caratteristici uguali per forma e posizione.

Tale certezza deriva dall'improbabile possibilità di trovare una combinazione di una così elevata quantità di caratteristiche nel disegno papillare di una seconda persona, *tenendo sempre in considerazione che due impronte uguali non esistono in natura nemmeno nei gemelli monozigoti.*

A questo proposito si può dimostrare che la possibilità che 17 corrispondenze si riproducano in due impronte diverse è di una su 17 miliardi circa: tenendo conto che la popolazione della terra è di circa 6.000.000.000 di persone, si può affermare che la possibilità di trovare una corrispondenza di 17 punti caratteristici in due impronte diverse si avvicina molto allo zero.

MATERIALI E STRUMENTI

- Il reperto: una superficie di vetro contenente diverse impronte latenti di una stessa persona
- Polvere fluorescente rossa, piumino per esaltazione delle impronte e guanti di lattice
- Adesivo di colore chiaro con pellicola trasparente per asportare e fissare l'impronta
- Scanner e PC per digitalizzare l'impronta
- Software gratuito *Gimp* per elaborare graficamente l'immagine digitale
- Software di riconoscimento delle impronte digitali *VeriFinger 6.7 – MegaMatcher 4.5* (versione demo gratuita)



Figura 8 Kit per rilevamento impronte digitali: polvere fluorescente, pennello, adesivo e guanti di lattice

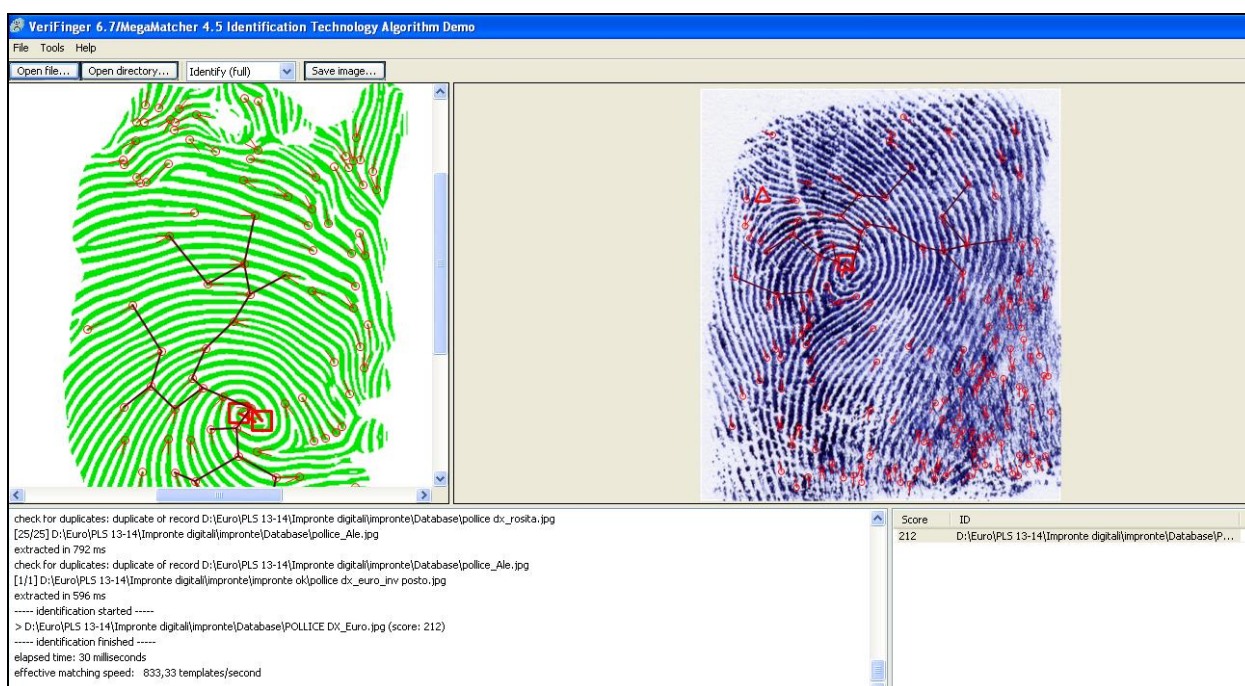


Figura 9 Individuazione di un'impronta digitale rilevata (a sinistra) con una di quella presente nel database (a destra)

ESECUZIONE DELL'ESPERIMENTO E ANALISI DATI

- Indossare dei guanti di lattice
- Intingere delicatamente il piumino per lo spolvero nell'appropriata polvere fluorescente rossa in modo da mettere una piccola quantità di polvere sull'estremità del piumino.
- Applicare la polvere sulla superficie di vetro con un leggero movimento rotatorio del piumino, che deve solo sfiorare il vetro, in modo da non depositare troppa polvere.
- Appena l'impronta risulta visibile, togliere la pellicola trasparente all'adesivo e applicarlo sopra l'impronta, facendo in modo che aderisca bene alla superficie.
- Rimuovere lentamente l'adesivo e incollarci sopra la pellicola trasparente di protezione
- Verificare che sull'adesivo di colore chiaro sia rimasto impresso in colore rosso il disegno del polpastrello.

- Può accadere che il disegno dell'impronta digitale sia un po' confuso a causa della troppa polvere depositata, quindi è bene rilevarla una seconda volta riapplicando un nuovo adesivo sopra la stessa impronta.
- Porre l'adesivo con impressa l'impronta digitale sopra lo scanner, acquisire l'immagine sul PC mediante il programma *Gimp* (menù *File* --> *Crea* --> *Scanner*), impostando la scansione dell'immagine a colori con risoluzione 600 dpi; salvare l'immagine acquisita in formato jpeg.
- Dopo aver ritagliato la parte dell'immagine con il disegno dell'impronta, convertirla in un'immagine in bianco e nero (menù *Colori* --> *Desaturazione*).
- Riflettere l'immagine (menù *Immagine* --> *Trasforma* --> *Rifletti orizzontalmente*), in modo da poter confrontare questa impronta (raccolta per asportazione con adesivo) con quelle del database che sono state acquisite appoggiando direttamente i polpastrelli inchiostriati su carta.
- Aumentare il contrasto dell'immagine (menù *Colori* --> *Livelli*): usare il pulsante *Auto* per una regolazione automatica dei livelli, oppure regolare manualmente i livelli di ingresso spostando i cursori dei toni scuri (triangolo nero), medi (triangolo grigio) e chiari (triangolo bianco).
- Salvare l'immagine elaborata in formato jpeg.

CLASSIFICAZIONE DELL'IMPRONTA DIGITALE

- Analizzare le caratteristiche principali (*delta* e *centro di figura*) dell'impronta digitale acquisita e classificarla secondo una delle quattro categorie (*adelta*, *monodelta*, *bidelta*, *composta*) riportate nelle figure 2,3,4,5.

IDENTIFICAZIONE DELL'IMPRONTA DIGITALE

- Aprire il software *VeriFinger 6.7 – MegaMatcher 4.5* e modificare le seguenti impostazioni:
 - menù *Tools* --> *Options* --> *Enrollment* togliere il segno di spunta su *Enable Quality Check* (per poter lavorare con immagini di confronto di qualità non troppo elevata);
 - menù *Tools* --> *Options* --> *Matching* impostare la *FAR* a 0,1%: è la *False Acceptance Rate*, cioè la percentuale di confronti sbagliati che sono erroneamente accettati come veri. Questo serve per usare un'adeguata soglia di *matching*, che è il punteggio (*score*) minimo al di sopra del quale si ritiene che due impronte appartengono alla stessa persona
- Registrare le immagini presenti nella cartella *Database* contenenti le impronte di confronto: selezionare sulla barra degli strumenti il comando *Enroll* --> *Open directory* e poi scegliere la cartella *Database*
- Procedere all'identificazione dell'impronta: selezionare sulla barra degli strumenti il comando *Identify (full)* --> *Open file* e poi scegliere il file contenente l'immagine rilevata ed elaborata.
- Se l'impronta viene identificata compaiono affiancate le due immagini corrispondenti, e nella sottostante finestra di dialogo viene scritto il nome dell'immagine identificata corrispondente al nome della persona che ha lasciato l'impronta e lo score, cioè il punteggio che quantifica la bontà del *matching* (non c'è un valore massimo, più è alto più è elevata l'attendibilità del risultato).

CONCLUSIONI

Identificare la tipologia dell'impronta e il nome della persona a cui appartiene, quindi trascriverli nel report dell'esperimento.