



Ecrime

via del circuito 65 Pescara (PE) CAP 65121
Sede operativa Via Fausto Maria Martini 18A 00123 Roma
www.nerocrime.com

Corso di Scienze Forensi 5ed-

TITOLO:

LA GEOLOGIA FORENSE NELLA RICERCA DELLE PERSONE SCOMPARSE

**Come una disciplina spesso sottovalutata possa fornire prove preziose
a sostegno delle Forze dell'Ordine.**



Relatore: *Prof.ssa Rosa Maria Di Maggio*

Tesina di Laurea di:
Dott.ssa Virginia Tomasi
virgytomtom@gmail.com

Anno di svolgimento 2021

INDICE

1. Definizione e importanza della geologia forense	2
2. Tecniche analitiche alla macroscale	3
2.1 Cartografia	3
2.2 Fotointerpretazione e Telerilevamento	4
2.3 Geographic Profiling	5
3. Tecniche d'indagine sul campo (microscale).....	6
3.1 Velivoli a pilotaggio remoto	6
3.2 Cani da cadavere.....	7
3.3 GPR e metal detector	7
4. Tecniche analitiche alla ultra microscale.....	9
4.1 Microscopio stereoscopico.....	11
4.2 Microscopio Elettronico a Scansione (SEM)	11
4.3 Diffrattometria a raggi X	12
4.4 Microscopio petrografico	12
5. Conclusioni	13
Bibliografia e Sitografia.....	14

1. Definizione e importanza della geologia forense

La geologia forense è una branca delle geoscienze forensi che applica metodologie tecnico-scientifiche ai casi giudiziari; in tali contesti risulta più appropriato parlare di geoscienze forensi perché più discipline apportano il loro contributo all'interpretazione dell'ambiente in cui può svolgersi un reato (oltre alla geologia, un ruolo importante è svolto anche da: mineralogia, geochimica, geofisica, pedologia, geologia applicata, geoarcheologia), sia in ambito civile che penale (Di Maggio & Barone, 2017).

L'importanza della geologia forense nelle indagini giudiziarie risalta ogni qualvolta l'ambiente è coinvolto nella dinamica criminale: l'ambiente, non essendo un sistema chiuso, può svolgere un ruolo attivo e/o passivo, fornendo prove che, opportunamente analizzate, possono risultare determinanti nel risolvere numerose tipologie di reato. L'ambiente inteso come agente passivo è il depositario di tracce che testimoniano la frequentazione dello stesso da parte della vittima e/o del carnefice, come, ad esempio, orme rimaste impresse sul terreno; per comprendere l'ambiente come agente attivo basti pensare a contesti di abusivismo edilizio, discariche abusive o anche tracce probanti su indumenti e oggetti, tutte situazioni dove l'ambiente è il protagonista della dinamica criminale.

Le indagini che il geologo forense svolge approcciandosi alla scena del crimine, o presunta tale, sono molteplici e con differenti scopi: si passa dalla macroscale alla microscale, analizzando dapprima l'area tramite strumenti cartografici e satellitari, avvalendosi di strumenti GIS (Geographic Information System) per comprendere al meglio il territorio in cui si è svolto il fatto, per poi passare ad analisi in situ e successivamente in laboratorio, svolgendo indagini geofisiche e reperendo materiale da analizzare tramite appositi strumenti.

La grande variabilità di contesti ambientali connessi a differenti tipologie di reato fa sì che la figura del geologo forense risulti fondamentale per comprendere e analizzare rapidamente il territorio e supportare le indagini giudiziarie senza dispersione di risorse, considerando che il fattore tempo è spesso di vitale importanza, soprattutto nell'ambito di persone scomparse.

Questo lavoro si propone pertanto di descrivere le principali tecniche usate nel campo della geologia forense, passando dalla macroscale alla microscale, non necessariamente nell'ordine applicativo ma seguendo un approccio logico e metodologico che va dal generale al particolare.

2. Tecniche analitiche alla macroscala

Prima di approcciarsi fisicamente alla scena del crimine è sempre consigliabile analizzare la situazione geomorfologica del territorio, ovvero valutare la presenza di ostacoli morfologici (colline, montagne, dirupi) così come vie di accesso e di fuga dalla zona in esame, sia di origine naturale che antropica. Se tale principio è valido nel caso di una scena del crimine conclamata, data ad esempio dalla presenza di un cadavere, è ancora più applicabile nel caso di una persona scomparsa, in cui l'area d'indagine è più vasta e di più incerta delineazione.

2.1 Cartografia

La cartografia è la disciplina che si occupa di riprodurre elementi morfologici naturali e artificiali in scala, visualizzandoli sulle carte topografiche con diverse simbologie. Saper leggere le carte topografiche associate a diversi tematismi (geologico, pedologico, ecc.) è un'abilità utile per lo studio del territorio, indispensabile se si pensa alla pianificazione della ricerca di persone scomparse, potendo escludere percorsi poco o non percorribili e concentrandosi su altri di più facile accesso; queste caratteristiche di "accessibilità" sono date da una combinazione di fattori:

- caratteri orografici= presenza di rilievi (colline, montagne o avvallamenti).
- caratteri geomorfologici= relazione tra litologia e forme della superficie terrestre: laddove, ad esempio, si ha una litologia calcarea soggetta a dissoluzione è probabile trovare inghiottitoi e doline, luoghi utilizzabili come nascondigli.
- caratteri idrografici= la presenza e la distribuzione delle acque (laghi, fiumi, mari), ostacoli di difficile superamento a meno di specifiche vie, pertanto si avrebbero dei vincoli sul percorso intrapreso dalla persona scomparsa, ma allo stesso tempo possono essere luoghi sfruttati per nascondigli e occultamento di cadaveri.
- caratteri antropici= presenza di case abbandonate o cave dismesse.
- vegetazione= intesa sia come ostacolo per l'accesso a determinate aree ma anche come nascondiglio.

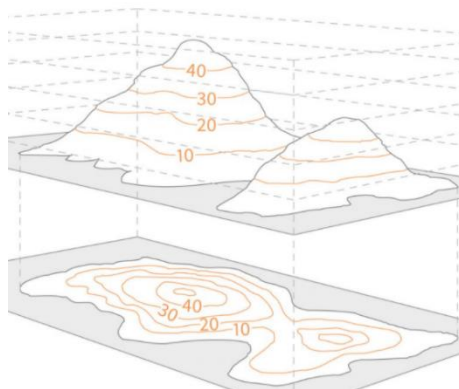


Figura 1. Curve di livello (o isoipse) delineate su un rilievo e proiettate in pianta.

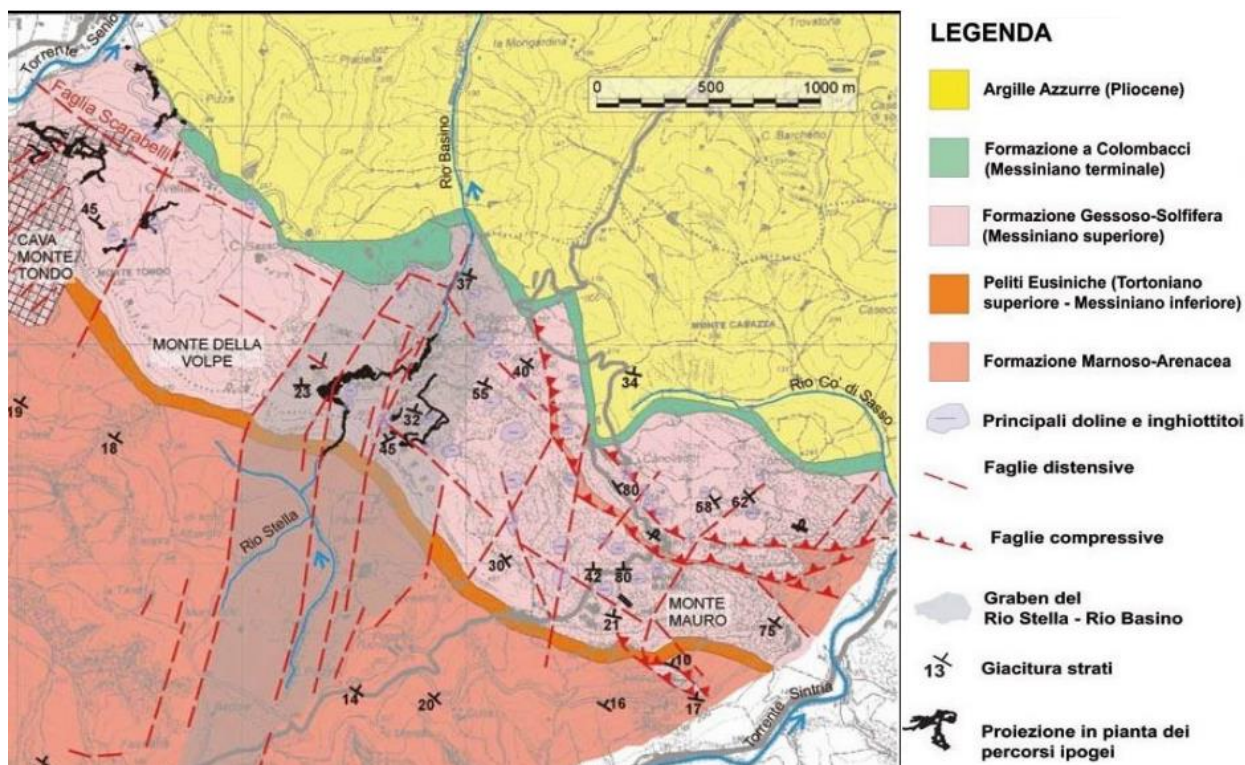


Figura 2. Litologie e caratteristiche geomorfologiche di una zona collinare in provincia di Ravenna. Si evidenziano morfologie carsiche (ad es. doline e inghiottitoi) e percorsi ipogei creatisi nella roccia calcarea della Formazione Gessoso-Solfifera.

2.2 Fotointerpretazione e Telerilevamento

La visione e l'interpretazione del territorio da fotografie aeree è consuetudine fin dal secondo dopoguerra, da quando è usata come strumento di pianificazione territoriale e monitoraggio dei cambiamenti geomorfologici, e supporta gli organi di polizia in attività giudiziarie che riguardano reati ambientali (Di Maggio et al., 2016).

La fotointerpretazione si basa sulla fotogrammetria, disciplina scientifica che permette l'acquisizione digitale della forma, dimensione e posizione degli oggetti sul terreno tramite l'utilizzo di immagini scattate da aeromobili (fotogrammetria aerea o aerofotogrammetria) o da terra (fotogrammetria terrestre). La fotointerpretazione può pertanto essere definita una branca della fotogrammetria in cui si analizzano le foto aeree con strumenti ottici (stereoscopi), permettendo di osservare aree estese ed indagare zone di difficile accesso, osservando l'evolversi della morfologia naturale ed antropica del territorio confrontando la sequenza temporale di fotogrammi.

In ambito forense la fotointerpretazione è spesso sfruttata nei casi di abusivismo edilizio, attività estrattiva e deforestazione indiscriminata, discariche abusive; nella ricerca di persone scomparse è un utile strumento per indagare la presenza di anomali accumuli di terreno, risultato di precedenti operazioni di scavo effettuate per occultare cadaveri, spesso in combinazione con la presenza di calce viva (polvere bianca in netto contrasto col colore del

terreno circostante, sfruttata per ricoprire fosse comuni allo scopo di ridurre l'odore).

Il telerilevamento è utilizzato per gli stessi scopi della fotointerpretazione, ma si basa su immagini satellitari, che possono essere anche multispettrali (ad esempio all'infrarosso).

Le criticità legate a queste tecniche sono dovute alla capacità del fotointerprete di osservare, identificare e classificare gli elementi presenti sull'immagine, nonché la definizione e qualità delle fotografie stesse.



Figura 3. Stereoscopio per l'interpretazione fotogrammetrica

2.3 Geographic Profiling

Il *Geographic Profiling* (ovvero Profilazione Geografica) è un metodo criminologico utilizzato per individuare approssimativamente l'area in cui risiede un criminale seriale, ma il suo utilizzo è di più ampio spettro e risulta utile anche nelle indagini di persone scomparse (Barone et al., 2020).

Il principio del *Geographic Profiling* per indagare l'area con maggior probabilità di ritrovare la persona scomparsa si basa sulle abitudini della persona stessa, sui luoghi che egli frequenta, ma per fare ciò le informazioni della polizia devono essere accurate e necessitano di almeno 3 punti georeferenziati, sfruttando la geometria computazionale per l'analisi e, successivamente, una validazione geostatistica (valutando l'autocorrelazione spaziale dei dati). Gli algoritmi di geometria computazionale si basano su metodi di suddivisione geometrica dello spazio a partire dai punti d'interesse georeferenziati, e tra tali metodologie troviamo i Poligoni di Thiessen, il diagramma di Voronoi e la Triangolazione di Delaunay, i cui risultati possono essere sovrapposti a circoscrivere una determinata zona.

La fattibilità di esecuzione automatizzata di tale intelligenza artificiale si acuisce all'interno di un sistema informativo geografico (GIS), potendo visualizzare l'area in cui concentrare le ricerche, che si riduce così a pochi km² contro i vari ettari di terreno spesso indagati con esito negativo.

Nonostante la dinamica della scomparsa e i luoghi degli avvenimenti possano non seguire uno schema logico ma essere il risultato di reazioni improvvise ed irrazionali, l'attuazione della profilazione geografica è necessaria per migliorare le tecniche di ricerca, riducendo i costi, i rischi e lo stress di uomini e mezzi.

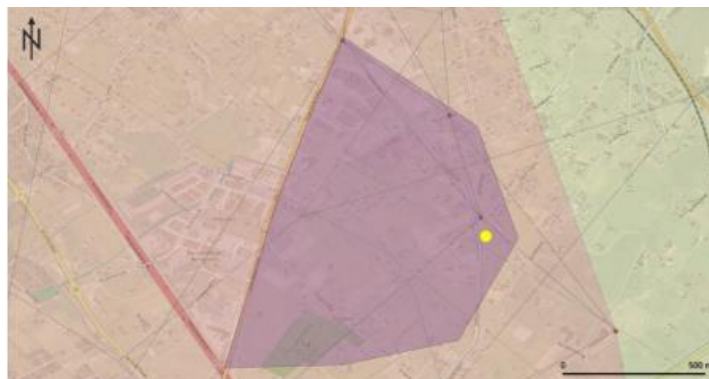


Figura 4. Risultato di un'indagine di profilazione geografica in un caso reale di scomparsa (in viola l'area con maggior probabilità), in cui la persona è stata ritrovata nel punto indicato in giallo (Barone et al., 2020).

3. Tecniche d'indagine sul campo (microscala)

Dopo aver delineato l'area in cui concentrare le ricerche, la si analizza in modo rigoroso e dettagliato tramite il *Field walking*, ovvero la perlustrazione della zona sfruttando file di persone poco distanziate in modo che vi sia la sovrapposizione del 20-30% del campo visivo di ciascun partecipante e, ricorrendo a diversa strumentazione, con la collaborazione tra personale specializzato in diverse discipline: geofisica (con, ad esempio, georadar e metal detector), velivoli a pilotaggio remoto, cani da cadavere, ecc.

3.1 Velivoli a pilotaggio remoto

I SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto) sono costituiti da un velivolo, il cosiddetto drone, guidato a distanza tramite un radiocomando sul quale è possibile visualizzare in diretta ciò che la telecamera del drone inquadra, potendo scattare fotografie e registrare filmati. L'utilità di tali strumenti è quella di perlustrare aree di difficile accesso, supportando le attività di ricerca senza dispiegare eccessivamente persone e mezzi e restringendo ulteriormente l'areale da investigare, notando particolari che non è possibile cogliere dalla fotointerpretazione e dal telerilevamento a causa del diverso dettaglio delle immagini.



Figura 5. Drone utilizzato dai Vigili del Fuoco nella ricerca di una persona scomparsa nei boschi del ponente genovese.

3.2 Cani da cadavere

I cani da cadavere sono addestrati col preciso compito di localizzare dei resti di una persona scomparsa basandosi sull'olfatto, che raggiunge capacità da 500 fino a 700 volte quello umano (Barone et al, 2016).

Questo genere di ricerche è impiegato dal 1974, quando fu utilizzato il primo cane da cadavere ad opera del dipartimento di polizia di New York, e da allora le tecniche di addestramento si sono sempre più evolute per rendere i cani da cadavere maggiormente specializzati nell'individuazione dei resti umani, grazie all'impiego di sostanze chimiche tipicamente rilasciate da un corpo in via di decomposizione.

Nel condurre la ricerca è indispensabile considerare che il tempo di concentrazione del cane in un esercizio mirato si riduce a 10/15 minuti, pertanto si suddivide l'area da indagare in corridoi da 500 m² disponendosi perpendicolarmente alla direzione del vento, così da non tralasciare porzioni di territorio; inoltre, i cani da cadavere sono addestrati a fiutare anche un corpo sommerso in acqua senza che vi si debbano immergere, ma rimanendo vicino al pelo dell'acqua e richiamando l'attenzione quando fiutano le particelle volatili rilasciate dal cadavere.

Nella maggior parte dei casi, i cani sono la più efficace ed efficiente risorsa e, in combinazione con altre tecniche, il cane può dare l'esatta indicazione del luogo ove scavare.



Figura 6. Utilizzo del cane da cadavere (abbreviato con la sigla K9) nella ricerca di persone scomparse.

3.3 GPR e metal detector

La geofisica e, nello specifico, l'impiego di tecniche non invasive come il *Ground Penetrating Radar* o *georadar* (abbreviato con l'acronimo GPR) e del *metal detector*, si presta in modo ottimale all'analisi a scala locale dei primi metri di sottosuolo.

Mentre il *metal detector* è limitato alla sola ricerca di oggetti metallici sepolti a poca profondità, il GPR permette la localizzazione e la mappatura precisa di oggetti (ad es. fusti metallici o armi), corpi (ad es. sepolture) o cavità (ad es. bunker), di varia natura e dimensioni, occultati sottoterra o sott'acqua (Barone & Di Maggio, 2016).

Il GPR si rivela utile anche per indagare situazioni di inquinamento chimico del suolo, poiché i contaminanti immessi nel terreno ne alterano le proprietà

chimico-fisiche in funzione della loro concentrazione e distribuzione; questo strumento è pertanto applicato, oltre che nei casi di reati ambientali, anche nella ricerca di persone scomparse e sepolture ad esse associate, in quanto i corpi in decomposizione rilasciano liquami facilmente identificabili dalle tecniche geofisiche.



Figura 7. Impiego del GPR e, a seguire, del metal detector sulla scena del crimine (Barone & Di Maggio, 2016).

Tutte queste casistiche di impiego del GPR si basano sul netto contrasto di densità e struttura tra il target ed il background investigato. Il georadar è uno strumento che emette impulsi elettromagnetici ad alta frequenza (10-3000 MHz) da un'antenna trasmittente "Tx", misurando il tempo impiegato a captare il segnale dall'antenna ricevente "Rx", dopo essere stato riflesso e/o diffratto da eventuali discontinuità presenti nel materiale attraversato dagli impulsi. Avendo il tempo di percorrenza del segnale ed essendo misurabile la velocità di propagazione degli impulsi nel mezzo, si può ottenere la profondità a cui si trova il target individuato dalla prova geofisica.

La rappresentazione grafica dei dati georadar è un passo fondamentale per la comprensione e l'interpretazione dei risultati. Tali risultati riportano radargrammi (o stratigrafie) del sottosuolo in scala di grigi, potendo individuare un vuoto o un qualsiasi oggetto più o meno puntuale analizzando la sua caratteristica risposta elettromagnetica: l'iperbole di diffrazione. L'anomalia iperbolica si verifica perché il target è colpito dagli impulsi elettromagnetici anche prima e dopo il passaggio delle antenne perpendicolarmente al target stesso (tali onde creano un cono di radiazione, non viaggiano solo linearmente), pertanto solo l'apice dell'iperbole corrisponde alla posizione reale del riflettore (Barone & Ferrara, 2016).

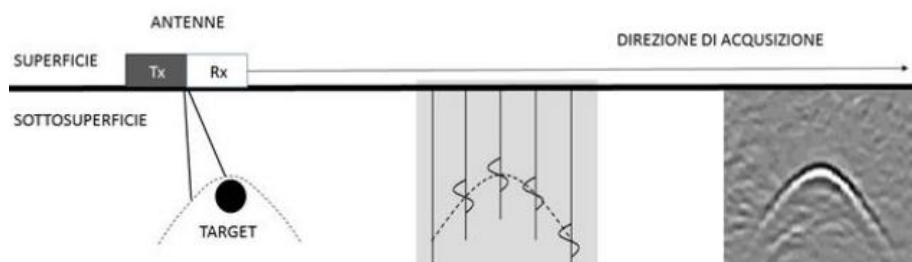


Figura 8. Passaggio del GPR sopra ad un target puntiforme e conseguente creazione dell'iperbole di diffrazione (Barone & Ferrara, 2016).

L'anomalia principale che il geofisico deve ricercare durante le investigazioni in caso di persone scomparse è il cosiddetto "taglio" che è presente in qualsiasi materiale nel momento in cui viene effettuato uno scavo e successivamente riempito, sia con lo stesso materiale che con materiale diverso (a prescindere dalla tipologia del materiale, la sua struttura e quindi la configurazione spaziale e la tipologia di aggregazione che lega le varie particelle, varierà a causa del rimaneggiamento, rendendo visibile l'anomalia anche a distanza di secoli). Generalmente la presenza di un evento iperbolico, un riflettore orizzontale ed un altro evento iperbolico è indice di uno scavo, dove le due iperboli sono legate al taglio nel suolo e il riflettore orizzontale al successivo riempimento.

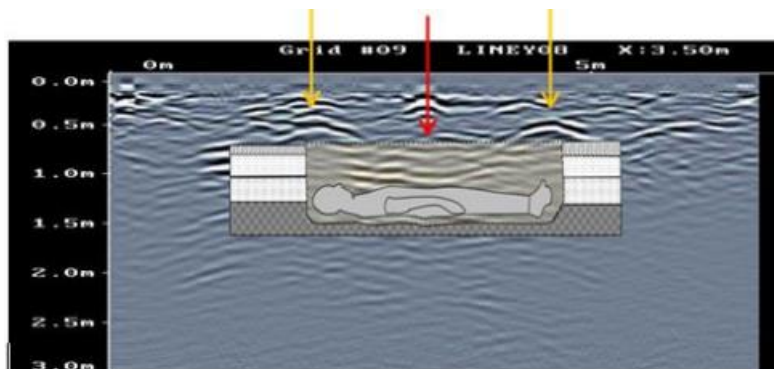


Figura 9. Nel radargramma le frecce gialle indicano iperboli legate al taglio per ricavare la sepoltura, mentre la freccia rossa indica il riflettore orizzontale dovuto al riempimento successivo (Barone & Di Maggio, 2016).

4. Tecniche analitiche alla ultra microscala

Sulla scena del crimine si repertano le tracce geologiche che possono essere utilizzate come fonti di prova (tracce di terreno e campioni di materiale di diversa origine, analizzati successivamente in laboratorio), seguendo una sequenza logica di operazioni documentate in ogni fase con fotografie e video, tra le quali:

- 1) indossare protezioni monouso;
- 2) dividere la zona in sub-aree caratterizzate da terreno il più possibile omogeneo;
- 3) prelevare un campione di terreno al centro della sub-area e in vari punti attorno ad esso per ogni area, per poi unirli a creare un campione medio rappresentativo (per le analisi è sufficiente un campione pari ad un volume di 50 ml);
- 4) lasciare asciugare i campioni umidi all'aria prima di porli in adeguati contenitori (fiale, bustine, scatole sterili); in caso contrario, l'attività biologica potrebbe causare il deterioramento dei componenti organici e/o la formazione di nuovi;

5) se sulla scena del crimine si trovano tracce di terreno su superfici asportabili (ad es. tappetini e pedaliere di autoveicoli, calzature, ecc.), repertare tutta la superficie per poi prelevare il terreno in laboratorio ed analizzarlo.

È bene tenere a mente che l'esito di un accertamento può essere condizionato da modificazioni a cui sono soggette le tracce di terreno sia durante il trasferimento di materiale su una superficie che dopo la sua deposizione e anche durante il campionamento stesso. Gli effetti più comuni delle modificazioni sono dovuti alla *deposizione selettiva*, quando non tutte le componenti del terreno si trasferiscono su una superficie, alla *dispersione*, dovuta al movimento del mezzo su cui è avvenuta la deposizione o per cause meteorologiche, al *miscelamento*, vale a dire quando sulla stessa superficie si trovano terreni differenti depositati in momenti diversi (ad es. sul tappetino e pedaliere di autoveicoli).

Poiché il materiale repertato è rimaneggiato, alcune sue proprietà chimico-fisiche possono essere alterate, perciò l'analisi dei terreni in ambito forense è dedicata maggiormente alla caratterizzazione mineralogica delle particelle costituenti il materiale e allo studio dei caratteri fisici non alterati dal rimaneggiamento.

Nelle fasi preliminari si procede con l'analisi granulometrica, sfruttando una serie di setacci con luci delle maglie di dimensioni stabilite in base alle diverse classi granulometriche, e si analizza il colore del terreno paragonandolo al sistema Munsell. Successivamente, si passa all'analisi a scala microscopica, utilizzando possibilmente tecniche non distruttive per non compromettere la ripetibilità delle osservazioni (Gill, 2014).



Figura 10. Serie di setacci sovrapposti e agitati per separare le diverse classi granulometriche.



Figura 10. Sistema Munsell: un campione di terreno è paragonato alle diverse sfumature cromatiche ponendolo a confronto tramite dei fori posti vicino ad ogni tonalità.

4.1 Microscopio stereoscopico

Il microscopio stereoscopico permette la visione tridimensionale di sedimenti ingranditi fino a 100x, risultato che si ottiene attraverso due percorsi ottici separati presenti nel microscopio, entrambi forniti di due obiettivi e due oculari così da dare immagini diversamente angolate. Al microstereoscopio si osserva la luce riflessa dal campione, permettendo così l'analisi di campioni più spessi rispetto a quelli analizzati tramite microscopi a trasmissione.

Questa tipologia di microscopio è utilizzata per osservare i caratteri morfologici, cromatici e tessiturali delle singole particelle del campione, descrivendo separatamente l'eventuale componente organica, fossilifera e gli elementi antropogenici.



Figura 11. Microscopio stereoscopico.

4.2 Microscopio Elettronico a Scansione (SEM)

Il microscopio elettronico a scansione (SEM) è un tipo di microscopio elettronico che produce immagini di un campione scansionandone la superficie con un fascio di elettroni, potendo dare informazioni sulla sua composizione chimica e per analizzarne in dettaglio la morfologia (alcuni SEM possono raggiungere risoluzioni inferiori al nanometro).

Il campione introdotto deve essere asciutto, le componenti biologiche devono essere precedentemente trattate per evitare la perdita di materiale, e quindi di informazioni, durante l'analisi, così come cellule, tessuti e parti molli richiedono una fissazione chimica per preservarne e stabilizzarne la struttura.

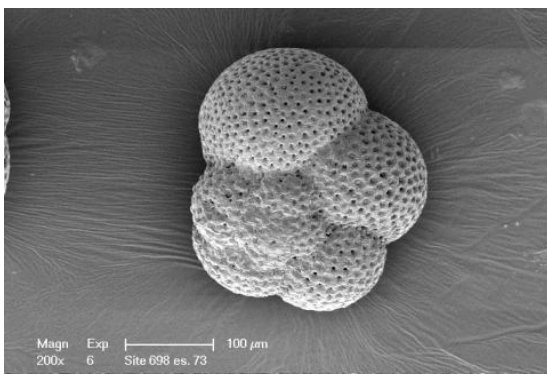


Figura 12. Immagine di un microfossile (foraminifero) al SEM

4.3 Diffrazione a raggi X

La tecnica della diffrazione a raggi X permette di distinguere la composizione organica e inorganica di un composto, purché i vari costituenti siano in forma cristallina. Essa si basa sul principio che la radiazione X attraversa le diverse strutture cristalline presenti nel campione, interagendo con esse a creare un pattern di diffrazione caratteristico che rispecchia la composizione chimica del campione in analisi; un rivelatore misura l'intensità della radiazione e la distanza angolare tra l'angolo di incidenza e il raggio diffratto (2θ), commutando le informazioni in un diffrattogramma.

La metodologia più diffusa è la diffrazione a raggi X di polveri (XRPD, ovvero *X-ray powder diffraction*), la più rapida ed economica.

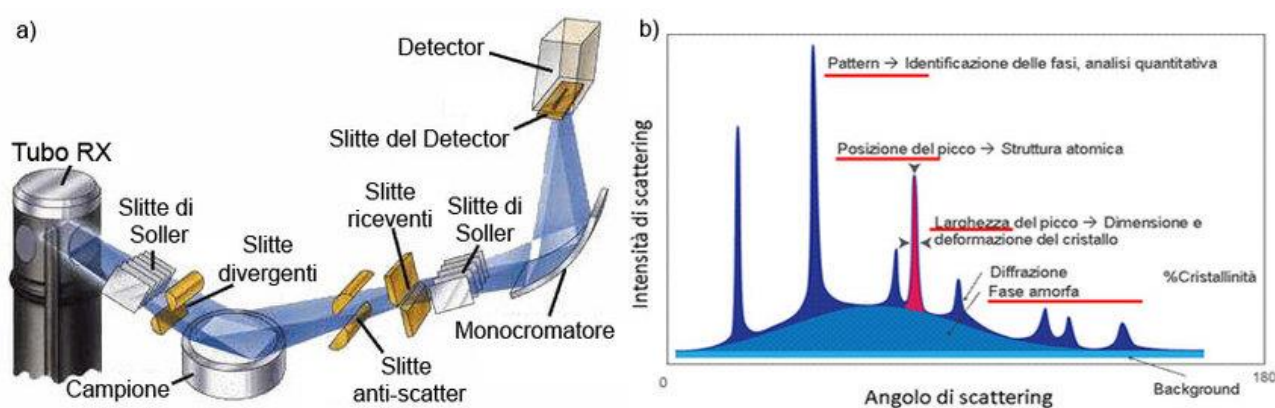


Figura 13. a) Geometria di focalizzazione Bragg-Brentano per la diffrazione a raggi X; b) Diffrattogramma acquisito e le varie caratteristiche morfologiche che rispecchiano composizione e struttura degli elementi cristallini (Mormone et al., 2014).

4.4 Microscopio petrografico

Un ulteriore strumento utile per riconoscere i minerali presenti in un campione è il microscopio petrografico, il quale sfrutta un apparato polarizzante per visualizzare un'immagine ingrandita di sezioni sottili, con spessore di circa 30 micron (Peccerillo & Perugini, 2005). In tali condizioni, quasi tutti i minerali sono trasparenti, e vengono attraversati dalla luce consentendo la determinazione delle loro caratteristiche ottiche; le osservazioni avvengono in luce polarizzata sfruttando dispositivi detti nicol: se essi sono disinseriti, la luce emessa dalla sorgente raggiunge l'oculare senza essere modificata, al contrario si ha luce polarizzata lungo il piano di vibrazione del polarizzatore (generalmente N-S). L'osservazione con e senza nicol permette di determinare la specie mineralogica e le caratteristiche morfologiche del minerale e di microfossili in modo univoco.



Figura 14. Microscopio petrografico binoculare.

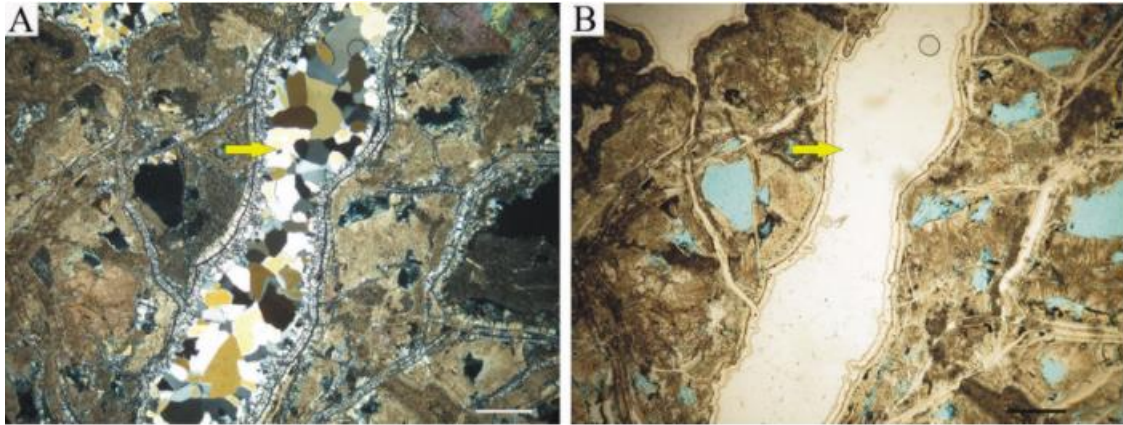


Figura 15. A) Vista al microscopio petrografico a nicol incrociati di una vena di quarzo; B) Vista a nicol paralleli (Casal et al., 2020).

5. Conclusioni

L'importanza e l'utilità della geologia forense a supporto delle indagini giudiziarie è messa in luce dai numerosi strumenti utilizzabili per gli accertamenti. Dalla macroscale alla microscale e fino alla ultra microscale, passando per tecniche di rilevamento sul campo, si può andare sempre più nel dettaglio, riducendo le tempistiche ed aumentando la precisione nel definire l'area da indagare, fattori determinanti nella ricerca di persone scomparse.

Il buon esito degli accertamenti dipende dalla conoscenza e dall'esperienza del geologo forense, unitamente alla collaborazione con i vari professionisti coinvolti e le Forze dell'Ordine; lo scambio di informazioni ed il confronto sono fondamentali per comprendere al meglio la dinamica degli eventi, velocizzando così le operazioni di ricerca ed eventuale recupero senza inutili dispersioni di mezzi e uomini.

Il vero (ed unico) limite del pieno utilizzo delle geoscienze in ambito forense spesso risiede nella difficoltà di riunire le varie competenze e nell'impossibilità di poterle utilizzare fin dalle fasi di osservazione, ricerca ed acquisizione degli elementi probanti sulla scena del crimine. In tali fasi, difatti, è di primaria importanza la scelta ottimale delle tecniche scientifiche da utilizzare per la ricerca degli elementi e delle informazioni probanti e la contestualizzazione di questi con la scena del delitto, gli autori del reato e le vittime.

Inoltre, il geologo forense, oltre a svolgere un'accurata analisi delle prove, deve elaborare ed interpretare i risultati ottenuti dalle analisi dell'ambiente e del territorio per porli nello specifico contesto della dinamica criminale, effettiva o presunta. Non bisogna trascurare il fatto che superficialità e/o inadeguata competenza si riflettono pericolosamente sulla validità delle fonti di prova, nonché sull'esito del giudizio.

Bibliografia

- Barone P.M., Di Maggio R.M., 2016. L'approccio alla scena del crimine tramite la geofisica forense ed i cani da cadavere. *Il Penalista*, 16.06.2016.
- Barone P.M., Ferrara C., 2016. Georadar tra Archeologia ed investigazioni forensi. *Archeomatica* 4: 16-20, dicembre 2016.
- Barone P.M., Mesturini S., Pensieri M.G., Volpini L. 2020. L'AI nella ricerca delle persone scomparse. *Intelligenza artificiale tra etica e diritti*: 695-710.
- Casal G.A., Vallati P., Ibiricu L.M., de Sosa Tomas A., Poix N., Allard J.O., Martinez R.D., 2020. Primer registro de estromatolitos en el Maastrichtiano tardio del Grupo Chuubut, Cuenca del Golfo San Jorge, Patagonia central, Argentina. *Andean geology* 47(1): 162-178. January, 2020.
- Di Maggio R.M., Barone P.M., 2017. *Geoscientists at Crime Scenes, a Companion to Forensic Geoscience*. Springer International Publishing, Amsterdam, 243 p.
- Di Maggio R.M., D'Orefice M., Graciotti R., 2016. L'utilizzo delle tecniche di fotointerpretazione aerea per reati contro l'ambiente ed il territorio. *Il Penalista*, 17.05.2016.
- Gill R., 2014. *Modern Analytical Geochemistry. An Introduction to Quantitative Chemical Analysis Techniques for Earth, Environmental and Materials Scientists*. Routledge, New York, 342 p.
- Mormone A., Piochi M., Troise C., De Natale G., 2014. Il laboratorio di Diffrattometria a raggi X dell'Osservatorio Vesuviano (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Napoli): identificazione e stima quantitativa delle fasi in campioni polverizzati. ISSN 2039-7941, anno 2014, n.279.
- Peccerillo A., Perugini D., 2005. *Introduzione alla Petrografia ottica*. Morlacchi Editore, Perugia. 200 p.

Sitografia

3D Metrica: <https://3dmetrica.it/curve-di-livello/>