

## IL GEOLOGO SULLA SCENA DEL CRIMINE<sup>1</sup>

GIOVANNA GIORGETTI

*Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università degli Studi di Siena*

La geologia forense è una scienza nata più di 100 anni fa e che si è sviluppata parallelamente alle conoscenze geologiche, geomorfologiche, mineralogiche e metodologiche accumulate nel corso dei decenni [1].

Le competenze del geologo che possono essere utili per indagini sia in cause civili che penali sono molte e abbracciano praticamente tutte le branche della geologia. Il geologo, infatti, riconosce i diversi tipi di terreno e di rocce; riconosce la morfologia del suolo; riconosce i diversi minerali naturali e sa riconoscere anche materiali prodotti dall'uomo. Il geologo inoltre sa usare strumentazioni che gli consentono di datare reperti e di caratterizzarli da un punto di vista chimico-fisico. I giudici, quindi, si possono rivolgere ai geologi per avere risposte di vario tipo: 1) identificare il tipo di roccia o di minerali; 2) identificare sepolture; 3) datare reperti (ad esempio, opere d'arte); 4) identificare residui di sparo e/o caratterizzare chimicamente proiettili.

Di seguito vengono riportati alcuni esempi in cui sono state richieste competenze geologiche per cercare di risolvere diversi tipi di procedimenti.

### **Cause civili**

Un esempio famoso in cui è stata richiesto l'utilizzo di una metodologia "geologica" è la datazione della Sacra Sindone, il sudario, conservata nel Duomo di Torino, che si pensa abbia avvolto il corpo di Gesù. Nel 1988 tre campioni del lenzuolo di lino, quindi di un composto organico costituito anche da carbonio, furono inviati a tre diversi laboratori geologici (Oxford, Zurigo e Tucson) e furono effettuate tre diverse datazioni con il <sup>14</sup>C. Tale metodologia si usa, di norma, per datare reperti fossili relativamente recenti, non più vecchi di 50000 anni. Il metodo ha un intervallo di tolleranza di +/-50 anni. I risultati dei tre diversi laboratori fornirono età, per il lenzuolo, comprese fra 1260 e 1390 anni, cioè medievali.

In altre occasioni il giudice ha chiesto a geologi di caratterizzare delle rocce che erano oggetto di cause fra due parti.

In un caso, si trattava di una causa fra un istituto di previdenza e un proprietario di cave. Il proprietario sosteneva che la cava era impostata su materiale sciolto (roccia incoerente), l'istituto, al contrario, che si stava cavando roccia coerente. Nelle due diverse situazioni (roccia incoerente o roccia coerente) si procede con metodi di cavatura estremamente diversi e le indennità per gli operai variano tantissimo da

---

1 Lezione tenuta il 22 gennaio 2013 presso l'ITIS "A. Meucci", Firenze

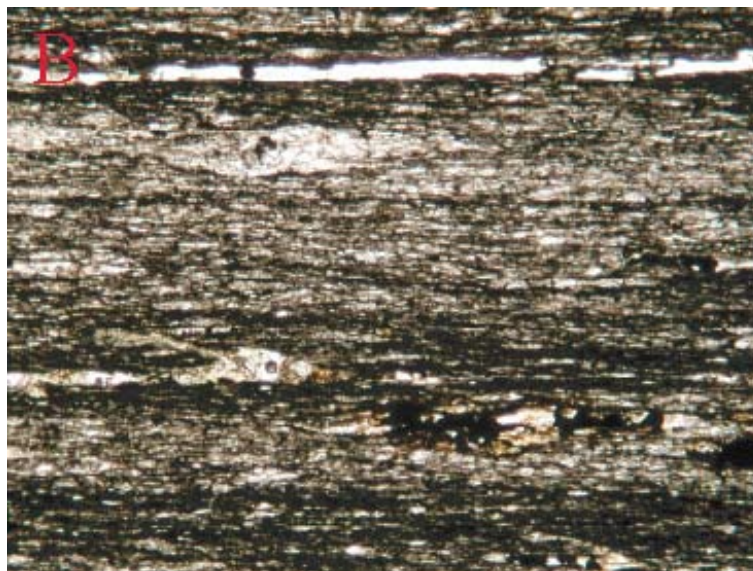
caso a caso. Il geologo, recatosi in cava, ha verificato, con la semplice osservazione e caratterizzazione del materiale cavato, che si trattava di materiale sciolto, cioè roccia incoerente.

Le conoscenze petrografiche e mineralogiche più approfondite sono state necessarie per risolvere una causa fra una ditta fornitrice di materiale lapideo (marmi s.l.) e una impresa edile. L'impresa aveva ordinato una roccia (Pietra del Cardoso) nota e adatta per fare soglie, davanzali, scalini, comunque rivestimenti da esterni. La ditta fornitrice aveva inviato il materiale che, secondo l'impresa, non era quello richiesto ed aveva caratteristiche geotecniche assolutamente inadatte per essere utilizzato come rivestimento da esterni. Il giudice chiese al geologo di analizzare il materiale lapideo fornito e verificare se fosse, effettivamente, Pietra del Cardoso. Il geologo si procurò un campione di Pietra del Cardoso s.s. e ne fece una analisi petrografica, attraverso il microscopio ottico a luce trasmessa: tale Pietra è una roccia metamorfica, molto dura e omogenea, costituita da quarzo e feldspati.



*Figura 1a. Immagine al microscopio ottico a luce trasmessa (solo polarizzatore) di una sezione sottile (spessore ca. 30 micron) di un campione di Pietra del Cardoso; il campione è costituito principalmente da granuli di quarzo (cristalli bianchi) di circa 50 micron.*

La stessa analisi petrografica effettuata sul materiale lapideo fornito alla impresa edile rivelò che si trattava di una roccia sedimentaria, con una forte anisotropia planare (cioè si sfaldava lungo superfici parallele), costituita da fillosilicati e materiale carbonioso.



*Figura 1b. Immagine al microscopio ottico a luce trasmessa (analizzatore inserito) di una sezione sottile (spessore ca. 30 micron) di un campione del materiale fornito alla impresa edile; il campione è costituito principalmente da fillosilicati di 5-10 micron (lamelle chiare) e di materiale carbonioso (livelli neri)*

Non si trattava, quindi, della Pietra del Cardoso comunemente intesa dal punto di vista sia petrografico che merceologico.

### **Cause penali**

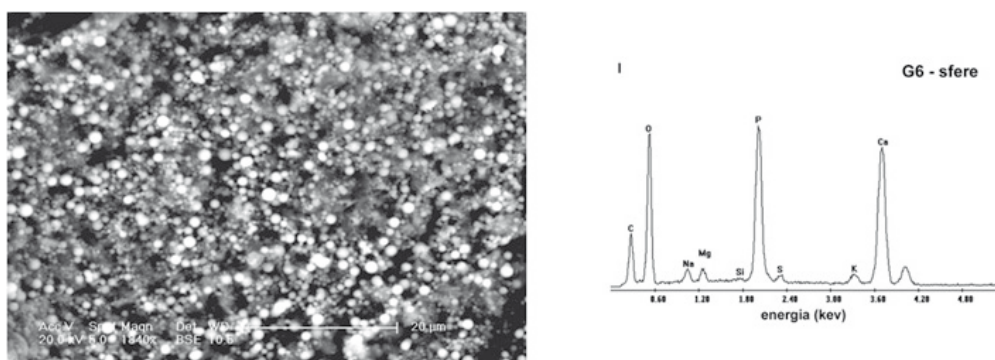
Il geologo può contribuire a risolvere crimini cruenti o, ad esempio in caso di rapimenti, a localizzare i nascondigli. Le competenze che vengono richieste sono, anche in questi casi, molteplici.

Un famoso fatto di sangue avvenne nel 1978, a Roma, quando fu rapito l'On. Aldo Moro e sterminati gli uomini della sua scorta. Dopo molte settimane di prigionia il corpo dell'On. Moro fu fatto ritrovare nel bagagliaio di un'auto nel centro della capitale. Nei risvolti dei pantaloni indosso al cadavere fu ritrovata della sabbia e si interpellò un geologo per accertarne la provenienza e sperare, così, di individuare il luogo di prigionia (o di uccisione) dell'onorevole. Il geologo, attraverso l'analisi mineralogica e petrografica dei granuli costituenti la sabbia, riconobbe che il campione proveniva da un tratto ben preciso (circa 7 km in lunghezza) del litorale laziale a Nord di Ostia. In realtà, quando anni dopo i terroristi responsabili dell'atto criminoso furono catturati e interrogati ammisero di aver messo appositamente la sabbia sul corpo per sviare le indagini.

Anche durante le indagini per un rapimento avvenuto negli anni novanta in Sardegna fu richiesta la consulenza del geologo, per analizzare i residui di terreno campionati su scarpe e auto (pneumatici, tappetini) di alcuni indiziati. Il bambino era stato rapito in Costa Smeralda, area dove affiorano rocce granitiche, caratterizzate quindi da specifici minerali (quarzo e feldspati). I residui sotto indagine, invece, risultavano essere costituiti da minerali tipici di altri tipi di rocce (rocce basaltiche) che, in Sardegna, af-

fiorano solo in due località: Macomer (Sardegna occidentale), Dorgali (Sardegna orientale). In queste due aree, inoltre, le rocce basaltiche sono leggermente diverse e l'analisi approfondita del chimismo dei minerali provenienti dai reperti permise di individuare in Dorgali l'area di provenienza. Si suppose, quindi, che la prigione del bambino si trovasse in questa zona.

La conoscenza delle tecniche di microscopia elettronica (SEM) e di analisi chimica puntuale con un sistema a dispersione di energia (EDS) ha fatto sì che il geologo abbia indagato su reperti reattivi al luminol e ritrovati sulla scena di un delitto. Le macchie reattive al luminol erano all'esterno di una casa dove era stato ucciso un bambino. Se quelle macchie fossero state di sangue, che è luminol-attivo, allora si poteva supporre che l'omicida fosse fuggito dall'appartamento; in caso contrario si poteva supporre che l'omicida fosse sempre stato in casa. Una analisi sia morfologica che chimica delle macchie al SEM-EDS rivelò che erano costituite da nanosfere di fosfato di Calcio idrato; non si trattava quindi di sangue.



*Figura 2. A sinistra una immagine al microscopio elettronico a scansione delle macchie reattive al luminol. Sono visibili nanosfere bianche brillanti. A destra un spettro EDS ottenuto facendo una analisi puntuale su una nanosfera: la presenza di P, Ca, O e i rapporti di intensità dei picchi indicano che trattasi di un fosfato di Calcio idrato (idrossiapatite)*

La loro luminescenza era dovuta alle loro dimensioni, tali da interferire con la lunghezza d'onda della luce fluorescente.

In seguito, una attenta indagine bibliografica contribuì a capire l'origine di queste nanosfere: si trattava di escrementi di gatto (c'era, in effetti, un gatto domestico) che aveva mangiato una particolare marca di croccantini.

L'utilizzo del microscopio elettronico è fondamentale per l'analisi di proiettili e per la ricerca dei residui di sparo. Frammenti di proiettile, di dimensioni microscopiche, estratti dalle vittime, posso essere analizzati chimicamente e, magari, confrontati con i proiettili in possesso degli indiziati. I proiettili sono fatti piombo e posso avere una camiciatura composta di vari metalli. In una indagine su un incidente di caccia in cui la vittima era stata probabilmente uccisa, incidentalmente, dal suo compagno, venne analizzato il frammento estratto dal cranio del deceduto: aveva una camiciatura di rame e zinco, analoga ai proiettili dell'amico indiziato.

Per verificare se un indiziato ha veramente utilizzato un'arma, si eseguono tamponi su mani ed abiti alla ricerca di residui di sparo. La legge stabilisce che si devono considerare "residui di sparo" delle particelle sferiche di 5 micron di diametro, costituite da Pb, Ba e Sb; se almeno tre di queste particelle vengono trovate sui tamponi allora si può dire che l'indiziato ha sparato. Viste dimensioni e composizione, la ricerca dei residui viene effettuata con il SEM-EDS.

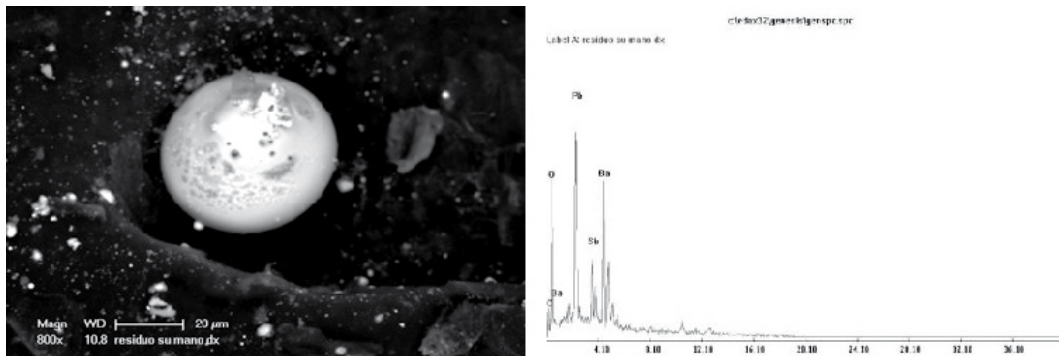


Figura 3. A sinistra una immagine al microscopio elettronico a scansione di una microparticella di residuo di sparo ritrovata sulla mano destra di un indiziato. A destra lo spettro EDS ottenuto facendo una analisi puntuale sulla microparticella: la presenza di Pb, Sb, Ba confermano trattarsi di un residuo di sparo

Fin dai tempi in cui lo scrittore Arthur Conan Doyle attribuì al suo famoso investigatore Sherlock Holmes conoscenze geologiche utili per le sue famose deduzioni, il ruolo dei geologi nelle indagini sia per dipanare cause civili che penali ha preso piede. Sia le conoscenze geologiche *sensu strictu*, sia la conoscenza delle metodologie che il geologo utilizza per le sue ricerche contribuiscono a risolvere questioni nate fra due parti o a risolvere indagini. Pensiamo ad esempio ai famosi "pacchi": un carico di valore parte da un porto e arriva per nave in una località da dove prosegue il viaggio in camion. Alla destinazione finale arrivano dei "pacchi" di egual peso, ma pieni di sabbia o ghiaia. Dove è avvenuto lo scambio e, quindi, a quale assicurazione si addebita l'indennizzo? A quella navale o a quella su gomma? Il geologo stabilisce da dove proviene la sabbia (o la ghiaia). Pensiamo al famoso terrorista Osama Bin Laden, che si attribuì la responsabilità dell'11 Settembre in un video. Dato che alle sue spalle compariva un affioramento roccioso, il geologo individuò l'area afghana dove risiedeva il terrorista.

E' da tenere presente che, in tutti i casi citati, il geologo fornisce delle indicazioni e dà un giudizio sulla compatibilità fra due indizi. La sabbia nei pacchi è compatibile con la sabbia proveniente dalla spiaggia davanti alla quale è transitata la nave con il carico prezioso; le rocce di un video sono analoghe a rocce che affiorano in una certa area.

**BIBLIOGRAFIA**

- [1] MURRAY, R.C., *Evidence from the Earth: Forensic geology and criminal investigation*, Mountain Press Publishing Company, Missoula, Montana 2011.
- .