

Deep, old, rare, precious stones: diamonds

Nestola, F.

fabrizio.nestola@unipd.it, Dipartimento di Geoscienze, Università di Padova, Via G. Gradenigo 6, 35131 Padova

Natural diamonds are among the most studied geological materials for their ability to carry on “direct” information about the deepest and oldest regions of our Planet. When these rare and precious stones capture mineral inclusions during their ascent toward the Earth’s surface, they deliver actual fragments of the deep mantle directly to our hands. In detail, not only we know that diamonds were formed between 3.5 and 0.2 Ga ago but their inclusions indicate that they can crystallize at depths between 140-150 and even 1000 km. Super-deep diamonds are those stones that form within the deepest regions of the Earth down to the lower mantle and represent only 1% of all diamonds studied so far. These are definitively the most intriguing diamonds not only because they provide extremely precious information on the deep Earth but because all famous diamonds, from the Cullinan to the Hope Diamond are super deep. This presentation will overview the most recent discoveries in super-deep diamonds demonstrating that this field of research is still very active and surprising.

Professional problems of the gemologist

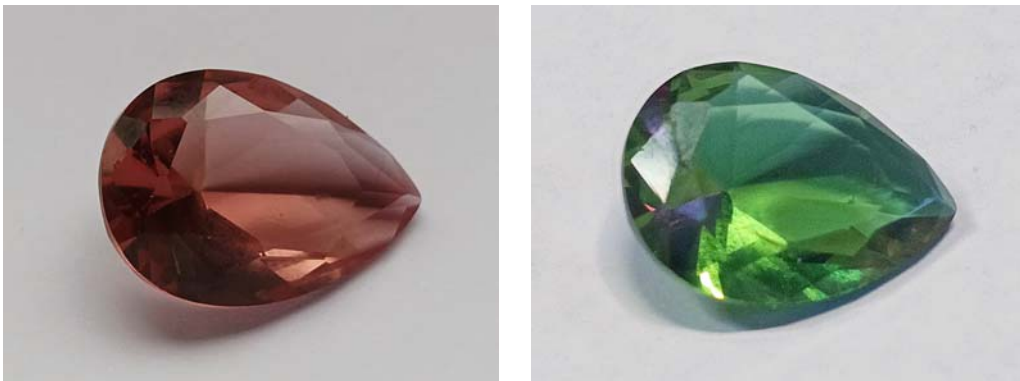
¹Navone, R; ²Costa. E.

¹R.A:G. Laboratorio di analisi e consulenze gemmologiche, corso San Maurizio 52, 10124 Torino, Italy (info@raglabgem.com)

² Dept. Of Earth Science, University of Turin, Via Valperga Caluso 35, 10125, Turin, Italy

In recent years, gemology has experienced rapid acceleration and advancement like never before. From a technical subject, but also within the reach of the amateur, as it was, in recent years the discipline has evolved into an increasingly specialized scientific subject.

The intervention will focus on the issues that gemological laboratories have to face on a daily basis: from technological challenges to relationships with a heterogeneous clientele, from banal identifications to the resolution of complex problems, from management costs and analysis prices, up to the need for harmonization of the technical nomenclature. Some practical cases will be presented, as examples of methods applied to heterogeneous materials of very different quality.



In the pictures, a 9.60 ct pear-shaped metameric glass (doped with neodymium and praseodymium to imitate a color change natural zultanite). Left, natural light; right, fluorescence light.

L'opale Rosa Australiano: nuovi giacimenti di interesse commerciale

^{1,2*}Musa, M., ²Caucia, F., ²Riccardi, M. P., ³Barucca, S., ⁴Croce, A., ²Langone, A., ²Zatti, G., ⁵Lorenzi, R., & ¹Frezzotti, M. L.

¹maya.musa@unipv.it, Department of Earth and Environmental Sciences (DISAT) – University of Milano-Bicocca, Milan, Italy;

²Department of Earth and Environmental Sciences (DSAT) – University of Pavia, Pavia, Italy;

³Cody Opal – Melbourne VIC, Australia;

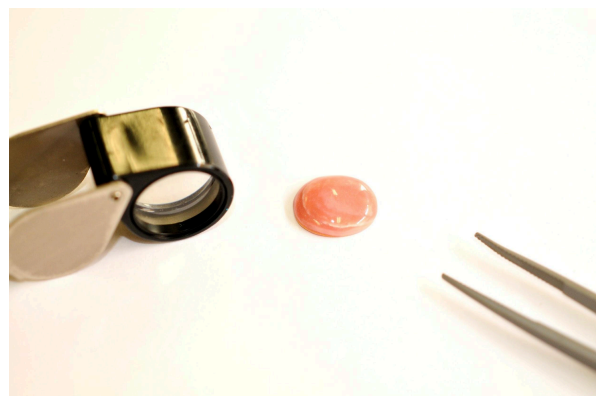
⁴Department of Science and Technological Innovation, University of Eastern Piedmont, Viale T. Michel 11, 15121 Alessandria, Italy;

⁵Department of Materials Science - University of Milano-Bicocca, Milan, Italy.

L'Australia nel mercato delle gemme da sempre si distingue per la produzione di opali di altissima qualità e di svariate colorazioni, ma solo nel 2011 [1] è stato scoperto per la prima volta un giacimento di opale rosa, di qualità gemmologica. Tale materiale è ascrivibile alla formazione di Radiolarite di Windalia, nella regione di Gascoyne, e databile al Cretaceo Inferiore.

Il materiale presentato qui, ad oggi molto limitatamente commercializzato e pertanto poco conosciuto, si presenta tipicamente tra il traslucido e l'opaco, lucentezza *greasy*, con colorazioni che vanno dal rosa chiaro all'intenso, e distribuzione del colore a bande di intensità diverse e spesso con un caratteristico overtone arancio.

La caratterizzazione della produzione di questo nuovo giacimento è stata effettuata su campioni di grezzo e su campioni tagliati cabochon, applicando un protocollo multitecnica che ha visto l'utilizzo di indagini invasive/micro-invasive, come la diffrattometria a raggi X per polveri (XRPD), SEM/EDS, Laser Ablation-ICP-MS, così come tecniche non distruttive, e quindi vincenti nelle applicazioni gemmologiche di laboratorio, quali spettroscopia micro-Raman, FTIR/micro-ATR, UV-Vis/NIR, imaging in micro-fluorescenza.



I dati ottenuti hanno permesso così caratterizzare i campioni dal punto di vista gemmologico, mineralogico, strutturale, tessiturale, nonché ricavare le relative cause di colorazione.

Per le sue caratteristiche quindi l'opale rosa australiano potrebbe risultare di interesse per il mercato, in considerazione anche dei recenti trend commerciali, che hanno visto il ritorno

di questo materiale gemmologico.

Fig.1 Esempio di Opale rosa Australiano

[1] Fetherston JM, Stocklmayer, SM and Stocklmayer, VC 2013, Gemstones of Western Australia: Geological Survey of Western Australia, Mineral Resources Bulletin 25, 306p.

Cosa possiamo trovare oggi nel mercato delle Ambre: materiali nuovi, sfide analitiche e problematiche di nomenclatura

¹*Musa, M.

¹maya.musa@unipv.it, Department of Earth and Environmental Sciences (DSAT) – University of Pavia, Pavia, Italy;

L'ambra rappresenta uno dei più antichi materiali gemmologici scelti per uso ornamentale dagli uomini di origini, cultura e tradizioni tra le più diverse: il concetto di “prezioso” applicato all'ambra si perde nella notte dei tempi, come attestato dai molteplici manufatti ritrovati e studiati in ambito archeologico; ed è innegabile che la passione per l'ambra continui a fluire anche nel mercato moderno.

Oggi si possono trovare però molteplici tipologie e qualità di materiale, tutte in qualche modo riconducibili all'“ambra”, ma oggettivamente di qualità estremamente diverse, in conseguenza anche delle proprietà dei relativi giacimenti/depositi. Bisogna infatti sempre considerare che con il termine ambra si indica un materiale che subisce processi genetici complessi e parte da materiali (le resine) all'origine anche molto diverse tra loro, per composizione e proprietà. Questo fatto rende il mercato delle ambre spesso di non facile accesso non solo per gli acquirenti, ma anche per gli operatori del settore che si trovano a doversi destreggiare tra nomenclature non sempre di facile comprensione. A queste problematiche si aggiungono poi quelle relative ai materiali di ultima generazione, che prevedono trattamenti, anche molto più invasivi dei classici riscaldamenti e che includono processi idrotermali di ricostruzione in autoclave o di “neo-sintesi” di ambra su materiale preesistente, partendo sempre più spesso neanche da frammenti, ma da polveri. In questi casi quindi il rischio, come capita spesso per materiali di basso valore commerciale, ricade nel fatto che difficilmente tali materiali vengano inviati agli istituti gemmologici internazionali per l'identificazione e che quindi si ritaglino porzioni di mercato definibili “grige”.

In questa sede quindi sarà presentata una breve carrellata sulla situazione del mercato dell'ambra nel mondo, riportando esempi dei recenti trattamenti, sintesi e imitazioni, metodi di indagine e nomenclatura di riferimento.

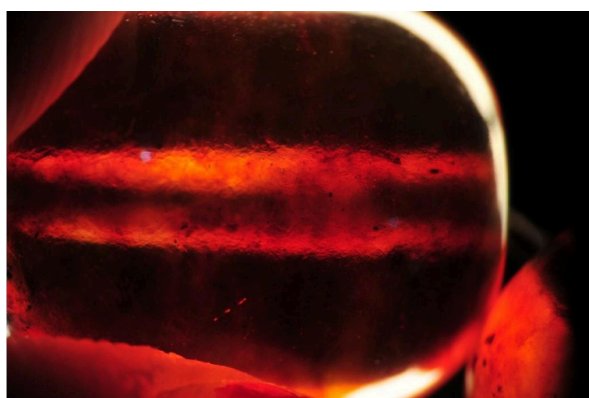


Fig.1 “Frosted-Glass” pattern in ambra che ha subito trattamento idrotermale. *Foto: M. Musa, courtesy of Gulf Institute of Gemology.*

Il Kimberley Process e la commercializzazione dei diamanti grezzi: l'esperienza del Focal Point italiano

, ¹Daniela Montaldo, ²Claudia Zedda, ³Rebecca Traverso

[¹daniela.montaldo@adm.gov.it](mailto:daniela.montaldo@adm.gov.it) [²claudia.zedda@adm.gov.it](mailto:claudia.zedda@adm.gov.it) [³rebecca.traverso@adm.gov.it](mailto:rebecca.traverso@adm.gov.it)

Agenzia Dogane e Monopoli-Direzione II – Liguria, Piemonte e Valle d'Aosta Ufficio
Laboratorio Di Genova – Sezione Laboratorio Di Torino

Il Reg. UE 2020/2149 ha inserito l'Italia nell'elenco delle Autorità competenti per il controllo dei diamanti grezzi ai sensi dello schema di certificazione Kimberley Process.

Vengono illustrati casi pratici ed il tipico approccio analitico al campione.

Partially crystalline silica varieties in gemmology: The case study of the blue Andean opal

¹*Monico S., ¹Gatta G.D., ¹Marinoni N., ²Adamo I., ²Prosperi L., ³Máčová P. & ³Ševčík R.

¹sara.monico1@unimi.it, Department of Earth Sciences “Ardito Desio”, University of Milan, Via Botticelli 23, 20133 Milan, Italy;

² Istituto Gemmologico Italiano (IGI), Piazza San Sepolcro 1, 20123 Milan, Italy;

³ Institute of Theoretical and Applied Mechanics of the Czech Academy of Sciences, Centre Telč, Prosecká 809/76, 190 00 Praha 9, Czech Republic.

Opal is an amorphous or poorly crystalline hydrated form of silica (usually given as $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) occurring in various colours. The term *opal* defines several sub-categories of aggregates with varying structural orders, from a glass-like structure to packed silica nano-spheres or nanograins. Complexity and diversity of opal enhance its desirable aesthetic aspect, appreciated in gemmology. A highly valued opal variety is the blue Andean opal, from the Acarí Mine (Peru). The distinctive blue hue of this variety is commonly ascribed to the presence of copper-rich mineral inclusions [1,2].

In this study, a multi-methodological approach has been used to investigate the features of the blue Andean opal. X-Ray diffraction methods have been used for the characterization of the mineralogical assemblage, along with the quantification of the amorphous fraction, showing the challenge in distinguishing among opal subcategories due to their blurred boundaries. Raman mapping highlighted different silica phases and the distribution of impurities within the matrix. The microstructure of the blue Andean opal resulted emblematic of the precipitation processes of the silica aggregate. The analysis of trace elements provided information about the potential composition of the original fluids, from which the Andean opal precipitated. Notably, this research highlighted that the blue colouration of the Andean opal is ascribable to the presence of a mineralogical inclusion, but also influenced by the combined effect of factors closely dependent on the geological processes and environment of formation.

[1] Caucia, F., Marinoni, L., Leone, A., & Ghisoli, C. (2015). New physical, geochemical and gemmological data of opals from Acari Mine (Arequipa Department, Peru). *Neues Jahrbuch für Mineralogie–Abhandlungen*, **192**(1), 73-84.

[2] Gaillou, E., Delaunay, A., Rondeau, B., Bouhnik-le-Coz, M., Fritsch, E., Cornen, G., & Monnier, C. (2008). The geochemistry of gem opals as evidence of their origin. *Ore Geology Reviews*, **34**(1-2), 113-126.

Un protocollo non invasivo basato su fasci ionici per studi di provenienza del lapislazzuli

¹*Guidorzi, L., ¹Re, A. & ¹Lo Giudice, A.

¹ Dipartimento di Fisica, Università di Torino & INFN Sezione di Torino, Torino, Italy

*laura.guidorzi@unito.it

Il lapislazzuli è stato impiegato fin dal VII millennio a.C. per la produzione di piccoli manufatti, come gioielli ed oggetti decorativi o votivi. I giacimenti del Badakhshan in Afghanistan sono generalmente considerati come la fonte più probabile per l'approvvigionamento del lapislazzuli grezzo utilizzato dagli artigiani in antichità; tuttavia, anche altri giacimenti più piccoli presenti in Asia Centrale e del Sud potrebbero essere stati sfruttati, considerando inoltre la scarsità delle informazioni disponibili nelle fonti antiche scritte e la loro attendibilità.

Per far luce sulla questione della provenienza del lapislazzuli utilizzato dalle antiche civiltà, che allo stesso tempo può fornire indicazioni sulle rotte commerciali attive all'epoca, il gruppo di Fisica dello Stato Solido dell'Università di Torino ha iniziato nel 2008 uno studio sistematico del lapislazzuli dal punto di vista delle sue caratteristiche chimico-fisiche e utilizzando un approccio multi-tecnica. Lo studio ha portato alla definizione di un protocollo non invasivo da applicare ad oggetti di interesse artistico o archeologico, che permette di discriminare al momento fino a cinque provenienze (Afghanistan, Tajikistan, Siberia, Cile e Myanmar) [1]. Le tecniche di analisi impiegate vanno dalla microscopia (ottica, elettronica e di catodoluminescenza) per la pre-caratterizzazione del materiale alle tecniche che fanno uso di ioni accelerati come la PIXE (Particle Induced X-ray Emission) o la ionoluminescenza, applicabili solo in grandi facilities nazionali e internazionali. L'analisi di campioni geologici geo-referenziati ha consentito di identificare degli specifici markers di provenienza, ovvero delle caratteristiche che sono presenti solo in campioni provenienti da specifici giacimenti quali, ad esempio, la presenza/assenza di elementi chimici in traccia o di bande di luminescenza.

Nell'intervento verrà presentato il protocollo, come è stato costruito e l'attuale procedura analitica, e verrà illustrata una panoramica di casi studio in cui è stato applicato in ambito artistico o archeologico.

[1] Guidorzi, L. et al., "Micro-PIXE and micro-IBIL characterization of lapis lazuli samples from Myanmar mines and implications for provenance study", European Physical Journal Plus 138 (2023) 175

TRACCIABILITA' DELLE GEMME

Rocco Gay

rocco@petramundi.com,

Affiliazione 1: Petramundi srl, Valenza

Affiliazione 2: International colored gemstone Association, ICA

Il consumatore di oggi ha delle caratteristiche diverse dal consumatore di un decennio fa per molti versi, il principale dei quali è l'attenzione a regole di eticità e sostenibilità che ne fanno un compratore sempre più consapevole ed esigente. Se questo è valido a 360° lo è ancor di più per il mercato del lusso, e del gioiello in particolare. Facendo proprie le istanze di compratori, opinion leader e influencer globali, l'industria del gioiello è alla ricerca di trasparenza e sostenibilità a supporto dei suoi prodotti. Questo si associa ad una attenta valutazione sulla tracciabilità e l'eticità di tutti i processi della Supply Chain. La qualità di una gemma non **risiede** solamente nelle sue caratteristiche fisiche e ottiche ma anche nella sua "eticità". Luoghi di provenienza, modalità di estrazione, condizione dei lavoratori sono delle variabili che concorrono alla sua stessa "qualità". Ma se questo è facilmente interpretabile per il diamante, possibile in alcuni casi per zaffiri e smeraldi e rubini, diventa invece molto più complicato quando si tratta delle gemme di colore. A questo proposito il talk dal titolo "Tracciabilità: dove siamo arrivati" presenterà il punto di vista delle associazioni internazionali di categoria insieme alle risposte e alle criticità rilevate dagli operatori del settore e in particolare di Petramundi. Le istanze della collettività sempre più connessa globalmente si confrontano dunque con gli avanzamenti e i limiti di un settore che vuole partecipare al cambiamento e garantire trasparenza e sostenibilità, nonostante la disomogeneità e le ombre che l'ha sempre caratterizzato.

TURCHESE, TRATTAMENTI ED IMITAZIONI

La turchese è una delle gemme conosciute più antiche al mondo. Scavi archeologici hanno evidenziato che gli antichi Egizi la utilizzavano come materiale per adornare sé stessi. Gli artigiani cinesi la intagliavano più di 3000 anni fa. È la gemma nazionale del Tibet, dove si crede che porti e garantisca buona salute, fortuna e protezione dal male. Il suo nome deriva dall'espressione francese "*pierre tourques*": pietra turca. Probabilmente, tale espressione riflette il fatto che il materiale, che si affacciava per la prima volta sul mercato europeo nel XIII secolo, proveniva da territori sotto l'influenza commerciale e culturale turca, nonostante in quella che è l'attuale Turchia non ci fossero miniere da cui questo minerale veniva estratto. Tuttavia, la turchese si trova in poche località ed è il risultato di un processo sedimentario. Si forma in seguito alla lisciviazione, per opera delle acque meteoriche, di rocce contenenti Cu, Al, Fe e P, e alla ricombinazione di questi elementi in aggregati microcristallini che popolano le cavità di rocce vulcaniche (trachiti) o sedimentarie (arenarie) molto fratturate. Da queste condizioni minero-genetiche si ottiene un minerale di colore azzurro - verde, la cui formula chimica ideale è: $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

La regione geografica dove si ritrova la turchese con il colore più intenso e ricercato (chiamato "*Persian blu*") è il distretto di Nishapur, in Iran. Altri depositi, dove questo minerale viene rinvenuto, sono stati segnalati in: Egitto (Sinai), Armenia, Stati Uniti (Nevada, Arizona, Colorado, Virginia e Nuovo Messico), Messico, Australia, Cina e Cile. La turchese non solo trova spazio negli ornamenti antichi, dove la si rinviene spesso intagliata, ma viene utilizzata molto anche nella gioielleria moderna, dove riesce a trovare la sua massima espressione con il taglio "*cabochon*".

La turchese possiede una tessitura che è dovuta alla sua microstruttura e alla sua composizione. Si tratta infatti di un aggregato di microscopici cristalli che formano una massa solida. Se l'impacchettamento di questi cristalliti è molto denso, il materiale è poco poroso e ne risulta una tessitura fine che regala una lucentezza "cerea", molto piacevole ed apprezzata. Una maggior porosità e una tessitura più grossolana sono, invece, conseguenza di una minor densità di aggregazione dei microcristalli. La turchese con queste caratteristiche risulta di più bassa qualità poiché, dopo la lucidatura, mostrerà una lucentezza maggiormente spenta.

I trattamenti sulla turchese nascono principalmente dall'esigenza di andare ad agire sulla tessitura del materiale per migliorarne la lavorabilità e l'aspetto finale. L'impregnazione è uno dei più comuni trattamenti. Vengono utilizzate cere e paraffine per migliorare la lucentezza del materiale.

Per ridurre la porosità, invece, si utilizzano plastiche o resine sintetiche. Le turchesi soggette a questo tipo di trattamento vengono dette "stabilizzate". Cere e plastiche sono facilmente individuabili raccogliendo e interpretando lo spettro vibrazionale

nell'infrarosso raccolto tramite spettrometri FTIR. Tale indagine non è, però, sufficiente a evidenziare un particolare tipo di trattamento diffuso dall'inizio degli anni '90. Si tratta del cosiddetto "metodo Zachery". Tutt'oggi, ci sono ancora molti dubbi sui processi che sono alla base di questa metodologia di trattamento. Fortunatamente, la sua identificazione oggi è resa meno complessa mediante indagini sulla composizione chimica del materiale, svolte ad esempio attraverso XRF: la presenza dell'elemento K è indice inequivocabile dell'avvenuto trattamento.

Le tecniche di gemmologia classica, unite all'utilizzo di strumentazioni avanzate (ad es., spettroscopie FTIR e RAMAN), non solo sono utili per il riconoscimento dei trattamenti, ma anche per l'individuazione delle imitazioni mediante indagini non-invasive. Tra le gemme più comuni utilizzate per questo scopo possiamo ricordare la magnesite (tinta), la howlite (tinta), la lazulite e, ultimamente, si affaccia sul mercato anche la dickite.

Topazio: trattamento mediante irradiazione, implicazioni scientifiche e commerciali

Giuseppe S. Elettivo

giuseppe.elettivo@gmail.com, GE STONES (CS); Università degli Studi di Bari Aldo Moro

Sin dai tempi antichi i minerali ad uso gemma venivano sottoposti a trattamenti per migliorare alcune delle loro caratteristiche ottiche. Tra i documenti più noti che riportano di trattamenti delle gemme ricordiamo il “Papiro Holmeinsis” del IV secolo, scritto probabilmente da un chimico/alchimista del tempo, e la “Naturalis Historia” di Plinio il Vecchio (77 D.C.). Uno dei trattamenti più semplici cui le gemme venivano e ancora oggi vengono sottoposte è quello del riscaldamento, che tende ad eliminare i colori ritenuti sgradevoli e che ha stimolato lo studio di metodi idonei a modificare il colore delle gemme. Era anche di corrente uso l’infiltrazione delle fratture con liquidi oleosi o con cere apposite per ottenerne il risanamento con il conseguente miglioramento visivo. Ma queste semplici tecniche, oggi vengono affiancate da metodi molto più raffinati. La scoperta e l’utilizzo delle radiazioni per uso scientifico e la conseguente osservazione del cambiamento di colore di alcuni minerali sottoposti a irraggiamento è stata una delle novità più importanti nello scorso secolo. Molti sono i minerali che reagiscono a questo tipo di trattamento, ma il primo ad essere commercializzato è stato il topazio- Il colore del topazio può essere modificato grazie ad elettroni, raggi γ , neutroni e raggi X. Il mio interesse scientifico si è concentrato sulla possibilità di stabilire quali caratteristiche possano distinguere un topazio azzurro naturale da un topazio azzurro irradiato, per una maggior tutela del consumatore.

Un altro aspetto importante che ha colpito il mio interesse, che sarà oggetto di future ricerche, è quanto questi trattamenti siano in grado di attivare il decadimento radioattivo di alcuni elementi all’interno delle gemme e quanto questi possano essere dannosi per la salute di chi li indossa.

LMHC (the Laboratory Manual Harmonisation Committee) e i suoi Info Sheets: una guida alla interpretazione dei report gemmologici

¹ Donini, A.

¹ antonello.donini@cisgem.com

² CISGEM – Fondazione Gemmologica Italiana – via Vittor Pisani 12 – Milano (Italy)

Viviamo in una epoca dove, grazie ai notevoli sviluppi e progressi tecnologici, i materiali gemmologici (potremmo dire quasi tutti) attraverso l'applicazione processi migliorativi (a volte anche molto complessi) vengono modificati e/o alterati. Le gemme vengono trattate per migliorare il loro aspetto rendendole così più appetibili al compratore modificandone la naturalità. Tali processi possono a volte migliorare ma anche compromettere la durabilità di una gemma rendendo necessaria una cura specifica mirata al mantenimento nel tempo della sua bellezza. Da qui l'importanza di una informazione trasparente e completa dei processi applicati e come diretta conseguenza la necessità di standard unificati internazionali di classificazione e nomenclatura per una corretta inquadratura commerciale dei materiali gemmologici.

Nel 2001 su richiesta e volontà del settore internazionale viene creato ufficialmente un comitato, formato da 7 dei maggiori e riconosciuti Laboratori Gemmologici del mondo con lo scopo di armonizzare e creare una corretta nomenclatura e divulgazione di informazioni per chi opera nel settore delle analisi gemmologiche, nonché di avviare e suggerire un linguaggio "preferibile" da utilizzare nel commercio di pietre preziose e delle perle. Dibattimenti e discussioni all'interno del GILC¹ (Gemstone Industry & Laboratory Conference dell'ICA) hanno prodotto la necessità e la richiesta di creare il sopracitato comitato.

In realtà questa esigenza era già stata sentita molti anni prima; nel 1986 venne creato l'InterGemLab Group formato da direttori di rinomati laboratori gemmologici europei:

- Francia J. Poirot, Public Service for the Control of Diamonds, Natural Pearls and Precious Stones, Chamber of Commerce of Paris, Paris.
- Gran Bretagna K. Scarratt, The Gem Testing Laboratory of Great Britain.
- Italia - M. Superchi, CISGEM, Camera di commercio di Milano.
- Olanda PC. Zwaan, Netherlands Gem Laboratory.
- Svizzera CA. Schiffmann, Gemmological Laboratory Gübelin.

Nel maggio del 2001, viene quindi richiesto di formare un gruppo di laboratori gemmologici internazionali poiché si riteneva che il gruppo con sede in Europa (InterGemLab) non fosse sufficiente per il mercato globale. Si sentiva la necessità di un gruppo di lavoro che fosse composto esclusivamente da rappresentanti di laboratorio, con un numero limitato di membri, operante in laboratori che operano sul mercato internazionale.

Nasce così ufficialmente questo comitato che raduna 7 dei maggiori laboratori gemmologici del mondo: il gruppo LMHC (Laboratory Manual Harmonisation Committee) che è composto attualmente da:

- CGL, Giappone; Laboratorio
- CISGEM, Italia;
- DSEF German Gem Lab, Germania;
- Gübelin Gem Lab, Svizzera;

¹ GILC: conferenza riservata ad operatori del settore iscritti alla ICA su questioni mondiali relative alle pietre preziose come pratiche etiche, nomenclatura, fiducia dei consumatori, terminologia e uso accurato dei laboratori per scopi di certificazione e classificazione,

- GIA Gem Laboratory, USA;
- Gem and Jewelry Institute of Thailand (GIT), Thailandia;
- Swiss Gemmological Institute SSEF, Svizzera.

E' da precisare che tale comitato non mantiene rapporti formali con gruppi di interesse particolari o organizzazioni commerciali.

Le attività sono svolte periodicamente attraverso incontri operativi dove discutere e collaborare su varie questioni gemmologiche importanti per il commercio delle gemme. Quando i risultati emersi da prove di laboratorio e discussioni vengono giudicate rilevanti per il settore, vengono pubblicati sotto forma di fogli informativi (IS – Information Sheets). Le opinioni o i risultati contenuti in questi documenti si basano sullo stato delle conoscenze al momento dell'ultima pubblicazione e possono cambiare o aumentare man mano che diventano disponibili nuove informazioni e/o conoscenze.

Tali documenti, coperti da copyright, sono di pubblica consultazione sul sito <https://www.lmhc-gemmology.org>, e hanno lo scopo di aiutare gli utenti a comprendere correttamente il linguaggio utilizzato nei rapporti gemmologici emessi dai membri LMHC.

Attualmente sono stati pubblicati ed emessi 13 Fogli Informativi (IS - Info sheets) riguardanti le pietre di colore ed uno relativo alle perle:

- Information Sheet #1: “Corundum with residues from the heating process present in healed fissures and/or cavities”
 - Information Sheet #2: “Corundum – lattice diffusion of foreign elements other than hydrogen”
 - Information Sheet #3: “Corundum with glass filled fissures and/or cavities enhancing/modifying the clarity”
 - Information Sheet #4: “Padparadscha sapphire”
 - Information Sheet #5: “Emerald – fissure filling / clarity enhancement”
 - Information Sheet #6: “Paraíba tourmaline”
 - Information Sheet #7: “Corundum – No indications of heating and Indications of heating”
 - Information Sheet #8: “Gemstones where colour authenticity is undetermined”
 - Information Sheet #9: “Alexandrite and other colour-change gemstones”
 - Information Sheet #10: “Amber and Copal”
 - Information Sheet #11: “Jade and related minerals”
 - Information Sheet #12: “Organic fillers (oil, resin, wax) in gemstones”
 - Information Sheet #13: “Hydrophane opal”
-
- Pearl Information Sheet #1: “Submissions Containing Multiple Natural and/or Cultured Pearls”

Convezione CITES: La “Preziosa” Tutela della Biodiversità

¹Ten. Col. Cretaro, C., ²Cap. Massoli, C.

¹cristian.cretaro@carabinieri.it, Nucleo CC CITES di Torino – Gruppo CC Forestale di Torino

² chiara.massoli@carabinieri.it, Nucleo CC CITES di Alessandria – Gruppo CC Forestale di Alessandria

La C.I.T.E.S. (*Convention on International Trade in Endangered Species*), conosciuta anche come Convenzione di Washington, è la Convenzione internazionale che regola il commercio delle specie selvatiche di fauna e flora minacciate di estinzione, divenuta efficace a partire dal 1° luglio 1975. Il suo scopo fondamentale è quello di garantire che, laddove sia consentito, lo sfruttamento commerciale internazionale di una determinata specie di fauna o flora sia sostenibile per la specie stessa e compatibile con il ruolo ecologico che la specie riveste nel suo habitat.

Le specie protette sono elencate in tre diverse Appendici (App. I, App. II e App. III) e hanno tre diversi gradi di protezione a seconda del relativo rischio di estinzione in natura: nell’App. I ad esempio sono iscritte le specie maggiormente minacciate, di cui è vietata in via generale l’importazione, l’esportazione, la commercializzazione e la detenzione.

Le Parti della Convezione operano insieme regolando il commercio di ognuna delle specie elencate nelle tre Appendici attraverso l’emissione di licenze e certificati che garantiscono l’origine legale dello specimen tutelato e la tracciabilità dei suoi spostamenti.

La CITES è stata adottata in tutta l’Unione Europea mediante dei Regolamenti direttamente applicabili agli Stati Membri, che costituiscono il quadro normativo di riferimento per la disciplina del commercio extra ed intra-UE di animali e piante selvatiche.

Il Reg. (CE) n. 338/97 comprende quattro Allegati (A, B, C e D) dove, similmente alle Appendici della Convenzione, sono elencate le diverse specie tutelate con un grado di protezione proporzionale al rischio di estinzione in natura, il cui commercio viene regolamentato con restrizioni e/o disposizioni altrettanto proporzionali. L’oggetto di tutela del Regolamento è lo specimen o esemplare, sia vivo che morto, le parti e i prodotti da esso derivati.

Tra i materiali di origine organica più utilizzati come gemme o oggetti decorativi, soprattutto nella gioielleria, i coralli rossi e l’avorio elefantino hanno una lunga storia. Le quattro principali specie asiatiche appartenenti al Genere *Corallium* sono classificate oggi nell’Appendice III della Convenzione (All. C del Regolamento europeo) e per la loro commercializzazione è prevista specifica documentazione CITES.

Un livello di tutela maggiore spetta all’avorio, derivante dalle zanne degli elefanti africani e asiatici, specie ad altissimo rischio di estinzione, per la cui commercializzazione recentemente l’UE ha definito regole più rigide e severe.

Tra gli esemplari di interesse gemmologico, ci sono anche perle e conchiglie di *Strombus gigas* e del Genere *Unionidae*.

L’obiettivo della presentazione è quello di descrivere i principi della Convenzione CITES, come essa viene fatta applicare dai Nuclei CC CITES, anche sulla base delle normative europee e nazionali, cosa si può commercializzare e in quale modo, fornendo all’ascoltatore semplici linee guide e risposte a quesiti e dubbi pratici.

Amber and Infrared Photography

¹Costa E., ²Lo Forte F., ²Merli M.

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, UNITO (emanuele.costa@unito.it)

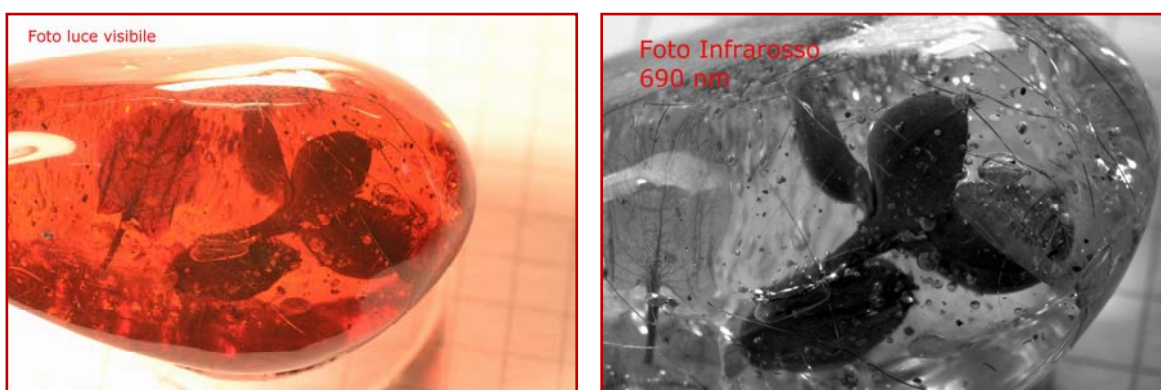
² Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, UNIPA.

While carrying out a degree thesis focused on the examination of some historical samples of simetite amber from the Museum of Mineralogy of the University of Palermo, among other characteristics examined, we came across a particular transparency of the samples when taken with a modified camera for infrared photography, which allowed photography and examination of certain internal features with greater detail and greater ease.

Modern cameras with CCD sensors are also sensitive to ultraviolet and infrared radiation, so much so that the two UV and IR bands must be blocked by fitting special filters before the sensor. Removing these filters extends the spectral sensitivity to the entire range between approximately 850 and 350 nm, and by placing an IR filter in front of the sensor (or in front of the lens), infrared photos can be obtained in a relatively simple way.

The amber samples were photographed while subjected to UV light (365nm) in both the visible and IR ranges to verify the presence of fluorescence in the IR range (some minerals exhibit IR fluorescence) (1).

Examining the IR photos taken in visible light, we realized that even very dark amber samples (simetite is an ancient amber with a very dark color) had considerable transparency. The transparency of amber to the IR has been known from the acquisition of infrared spectra for some time, but it seems to have never been exploited in the investigative field for the better visualization of internal characteristics or inclusions.



Pictures of an amber sample (preserved at the Regional Museum of Natural Sciences of Turin) containing a flower inclusion, acquired in visible light (left) and infrared light (right).

La spettroscopia Raman nella gemmologia: analisi di datazione, valutazione dei falsi e delle inclusioni in gemme naturali ed artificiali.

¹Brandiele Riccardo, R.B., ¹Daniele Bottacci, D.B.

¹riccardo.brandiele@metrohm.it

²Metrohm Italiana srl, Via Giuseppe Di Vittorio 5 - 21040 Origgio (Lombardia)

La spettroscopia Raman è un potente mezzo di analisi nel campo della gemmologia. Uno degli aspetti principali, è la datazione delle gemme sia a livello di età sia di origine, il confronto dell'intensità dei picchi raman permette di capire l'origine della pietra, eventuali impurezze permettono di identificare il luogo di origine del materiale. Un'altra potenzialità è l'identificazione di eventuali falsi, un esempio è il corallo, nelle gemme naturali il colore rosso è dato di carotenoidi che mostrano un picco a 1500 cm^{-1} , nei falsi invece questo picco è assente in quanto sono ottenuti solo per colorazione esterna. Allo stesso modo, è possibile identificare l'origine delle perle, andando ad analizzare i picchi presenti a 200 e 1100 cm^{-1} che costituiscono il fingerprint per discriminare se è di origine marina o di fiume, e nel caso se fosse un falso.

Un'ulteriore applicazione è per l'analisi delle inclusioni nelle gemme, tramite spettroscopia Raman è possibile andare ad analizzare la tipologia di inclusione e capire se è naturale o ottenute tramite una procedura chimica.

La presentazione verterà sull'analisi di gemme, e la loro identificazione in particolare focalizzandosi sia sul confronto tra gemme artificiali e naturali sia sulla valutazione delle inclusioni, che molte volte portano ad una svalutazione del prodotto. Le misure sono state eseguite sfruttando 2 strumentazioni Raman Metrohm ($\lambda=532\text{ nm}$ e 785 nm), dotate di microscopio con diversi ingrandimenti $20\times$ e $50\times$.

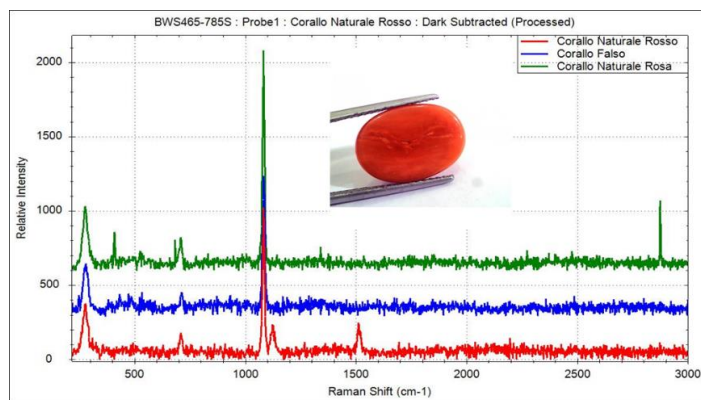


Figura 1: Confronto di spettri Raman di un corallo rosso naturale, un falso e un rosa (lunghezze d'onda 785 nm, tempo integrazione 5s e potenza del laser 2%).

Discovering the provenance of rubies: relationships between the formation environment and chemical-physical properties

*Bonadiman C., Martucci A., Precisvalle N.

*bdc@unife.it, Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra, Università di Ferrara

A group of unclassified rocks containing beautiful rubies (Fig.1) were discovered in the basement of a building of University of Ferrara and made available for studying. No information about the rocks and gem were available on these intriguing samples.

The challenge of this study was to discover the provenance of the ruby to identify the potential deposit combining geochemical and gemological and investigation.



Figure. 1. Ruby (3 cm long) in quartz-feldspar gneiss (hand specimen: 12 cm across)

The first, obvious petrographic observation was that the ruby derived from a primary deposit since it is part of the original mineral paragenesis of the host rock. Rock including ruby is a quartz-feldspar gneiss interbedded with intercalate marble and amphibolite layers (Fig.1). Chemical analyses of the rubies from this “unknown” deposit were carried out by LA-ICP-MS (IGG-CNR, Pavia). Trace elements in rubies are not only the cause for the colour nuances in ruby and sapphire (Giuliani et al. 2020), but also a good means to trace their geographical or geological origin.

The most commonly used trace elements are Cr, Ga, Fe, Ti, V, Mg and Si, as they occur in varying proportions in most rubies. Si is commonly found in rubies and can occur both in the crystal lattice, and as element in sub-micron scale mineral inclusions. The three samples analysed in this study, as most of the samples from ruby deposits elsewhere yielded relatively constant Si levels between 500 and 1400 ppm (Giuliani et al., 2020 and reference therein). Hence, Si is less suitable as a fingerprinting tool. Consequently, we focused our investigations on the remaining five elements: V, Fe, Ga, Cr and Ti. Of those five elements V, Fe and Ga are considered the most independent variables to determine the fingerprint of the rock, as only these are common and usually incorporated in the crystal lattice, and only rarely in sub-micron scale inclusions in the rubies.

A common feature in these rubies is the occurrence of finely-dispersed rutile needles that concentrate relevant concentrations of V (up to 1700 ppm), Zr and Nb (up to 700 ppm)

Ti is critical: rutile (TiO₂) occurs as oriented needles in ruby, suggesting co-precipitation of both rutile and ruby; thus, Ti contents in ruby is not representative of the original ruby concentration (Palke and Breeding, 2017).

As expected, these ruby samples perfectly fit the compositional range for metamorphic ruby, in the discriminant diagram: Cr/Ga vs Fe/V. Iron (475-1200 ppm) and Cr (645-1200 ppm) contents prevent to classify these beautiful gems as pigeon's blood ruby formed in marble type deposits or amphibolites. However, the low to very low Ti (< 50ppm) and V (<15 ppm) contents formed a unique deep pink to fuchsia colored crystals (Fig. 1).

On the basis of comparative approach of the geochemical characteristic and gemological features we infer that these beautiful stones belong to metamorphic deposits of western Africa or Madagascar.

References

Giuliani G., et al. *Minerals* 10.7 (2020): 597;

Palke, A. C., and Breeding C. M. *American Mineralogist* 102.7 (2017): 1451-1461.

The potential for using A.I. for diamond classification.

Dr. Troy Blodgett

GIA

GIA started experimenting with Artificial Intelligence or machine learning techniques around 5 years ago. Much of the effort has been directed toward improving the speed, consistency, and reliability of our diamond grading processes. Three applications are presented here to illustrate the potential benefits: 1) sorting shapes, cuts, and facet arrangements, 2) identifying and fixing wireframe fidelity errors, and 3) sorting diamonds into clarity grade ranges. All three applications presented require the same basic development steps which are data labelling, training the A.I. model, and testing the results. Beyond that there are many differences including hardware used to capture data, the layers of input data, and the model configuration. The first application pertaining to sorting shapes, cuts, and facet arrangements rely heavily on the 3D wireframe data produced by devices like the Helium and Sarine. Classifying diamonds into clarity grade ranges requires an imaging system that captures the grading environment. Correcting wireframe fidelity can be a combination of the 3D wireframe construction and supplemental imaging. Even once proof of concept has been established, building a pipeline for implementation takes as much care and consideration as the development. Teams of technicians, quality control, and data analysts are required to keep the applications running smoothly and accurately.

Acknowledgments: GIA data science, GIA instrumentation, IBM, Razor Inc.

Gemmological characterisation of Libyan Desert Glass: the mysterious Tutankhamun's gem

¹Antignani, P. A., ²Brazzo, B., ³Nestola, F., ¹Chiodi, G., ⁴de Michele, V. & ⁵Serra, R.

¹LabiGem – Laboratorio Italiano di Gemmologia, Vicenza, Italy

²Department of Biology, University of Padua, Italy

³Department of Geosciences, University of Padua, Italy

⁴DGemG, former Curator of Minerals in the Natural History Museum of Milan, Italy

⁵Museum of the Sky and the Earth, San Giovanni in Persiceto (BO), Italy

Corresponding author's e-mail: pia.antignani@labigem.com

In 1922, the British archaeologist Howard Carter unsealed the tomb of the pharaoh Tutankhamun, revealing an astounding treasure trove of over 5,000 artefacts. Among these treasures, there was a pectoral adorned with a mysterious yellow-green gem carved as a scarab beetle. Decades later, an Italian mineralogist and gemmologist, Vincenzo de Michele, identified this gem as Libyan Desert Glass (LDG), a natural silica-rich glass found in the southwestern Egyptian desert near the Libyan border (Clayton & Spencer, 1934; de Michele, 1998).

While scientists continue to debate the origin of LDG, the most widely accepted theories indicate that it was formed approximately 29 million years ago as a result of either an impact or a low-altitude atmospheric airburst of an extraterrestrial body (e.g., Koeberl, 1997; Boslough & Crawford, 2008; Cavosie & Koeberl, 2019).

Because of its enigmatic origin and historical association with Tutankhamun, LDG is highly esteemed as a collector's gem. However, there is limited scientific literature addressing the gemmological characteristics of this material (e.g., Spencer, 1933; Spencer, 1936; Riccardi *et al.*, 2019). This study presents a novel and exhaustive gemmological characterisation of LDG conducted on a distinctive collection of LDG samples. The samples were analysed using standard gemmological methods and advanced techniques such as SEM-EDS, FTIR, micro-Raman, and UV-Vis-NIR at the LabiGem laboratory in Vicenza, Italy. Our research aims to enrich and broaden the current understanding of LDG from mineralogical and gemmological standpoints.

References:

- Boslough, M. B. E., & Crawford, D. A. (2008). Low-altitude airbursts and the impact threat. *International Journal of Impact Engineering*, 35(12), 1441-1448.
- Cavosie, A. J., & Koeberl, C. (2019). Overestimation of threat from 100 Mt–class airbursts? High-pressure evidence from zircon in Libyan Desert Glass. *Geology*, 47(7), 609-612.
- Clayton, P. A., & Spencer, L. J. (1934). Silica-glass from the Libyan Desert. *Mineralogical magazine and journal of the Mineralogical Society*, 23(144), 501-508.
- De Michele, V. (1998). The “Libyan Desert Glass” scarab in Tutankhamen's pectoral. *Sahara*, (10), 107-109.
- Koeberl, C. (1997). Libyan Desert Glass: geochemical composition and origin. In *Silica '96* (Ed. V. de Michele), Proceedings of the Meeting on Libyan Desert Glass and related desert events (pp. 121–131). Milan, Italy: Pyramids.
- Riccardi, M.P., Proserpi, L., Tarantino, S.C., & Zema, M. (2019). Gemmology in the Service of Archaeometry. In *EMU Notes in Mineralogy* (Vol. 20, pp. 345–366). Twickenham, UK: Mineralogical Society of Great Britain & Ireland.
- Spencer, L. J. (1933). Two new gemstones. *The Gemmologist*, 3, 110-113.
- Spencer, L. J. (1936). *A key to precious stones* (pp. 205-208, pl. VIII). Blackie, London.

L'attività del reparto gemmologico del laboratorio chimico di Torino dell'Agazia Dogane e Monopoli: casi pratici

¹Claudia Zedda, ²Daniela Montaldo, ³Rebecca Traverso

[¹claudia.zedda@adm.gov.it](mailto:claudia.zedda@adm.gov.it), [²daniela.montaldo@adm.gov.it](mailto:daniela.montaldo@adm.gov.it) [³rebecca.traverso@adm.gov.it](mailto:rebecca.traverso@adm.gov.it)

Agazia Dogane e Monopoli-Direzione II – Liguria, Piemonte e Valle d'Aosta Ufficio
Laboratorio Di Genova – Sezione Laboratorio Di Torino

Dal 2013, il Laboratorio Chimico delle Dogane di Torino ha la specializzazione sulle gemme. I campioni pervengono per lo più da sequestri. Le analisi sono volte all'identificazione e alla valorizzazione.

Vengono illustrati casi pratici ed il tipico approccio analitico al campione gemmologico.

Raman microscopy and micro-photoluminescence - extraordinary tools in the gemmologist's hands

¹*Tagliapietra, R., ²Musa, M., ³Smith, T.

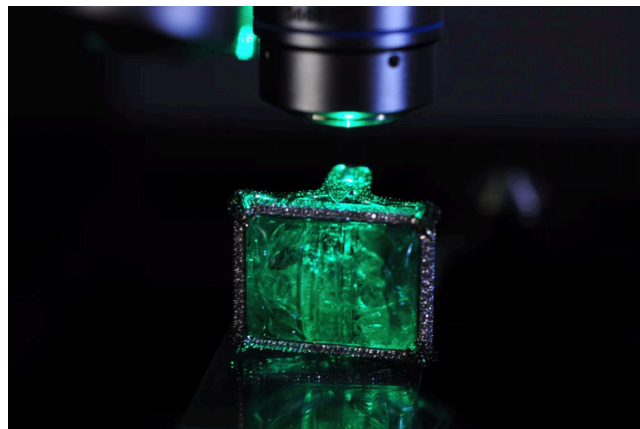
¹riccardo.tagliapietra@renishaw.com, Renishaw S.p.A. – Via dei Prati 5, Pianezza (TO) - Italy

² DSTA – Università degli Studi di Pavia

³ Renishaw Plc – Gloucestershire UK

For a long time, the eyes of the gemmologist and a microscope were the only tools needed in a gemmological laboratory. However, technological improvements have led to a new range of artificially treated natural stones and to synthetic gems that the human eye and microscope cannot distinguish. Today's gemmological laboratories need to have instruments and skills that rival university research centres.

Significant real cases and examples regarding diamond and colored gemstones will be here treated, illustrating how Raman spectroscopy can provide an outstanding tool in the identification of gemstones, treatments and their synthesis.



Renishaw InVia Raman microscope at work

Non-destructive gemmological analyses of liturgical furnishings and precious *ex voto* in Sicily from the 16th to the 19th century

Marilisa Yolanda Spironello¹, Paolo Mazzoleni², Maria Cristina Caggiani², Maura Fugazzotto², Germana Barone²

marilisa.spironello@phd.unict.it

¹ Department of Humanities – University of Catania

² Department of Biological, Geological and Environmental Sciences – University of Catania

Keywords: non-invasive, Raman spectroscopy, X-ray Fluorescence, gemstones, ecclesiastical jewellery

Topic: Application of non-invasive/non-destructive techniques

The production relating to them covers a very broad chronological span from the 16th to the 19th centuries. These artefacts currently on display in numerous Diocesan Museums and Museums of Sacred Art are in many cases extremely precious objects and bear witness to the high historical and cultural value of the collections. They are characterised by exquisite decorations and refined finishes, and in many cases, they also have numerous precious gems set on their surface, giving them an inestimable value. But is the information in the gemmological repertoire reliable as the documents that have come down to us? Beyond their devotional value and historical testimony, are these works really valuable? Autopsy observations and traditional techniques do not allow for the analysis or classification of set gems, and scientific studies are rarely carried out. It becomes necessary, therefore, in the light of a complete reading and study of the artefacts to conduct specific studies with non-invasive portable instrumentation that allow these works to be studied directly *in situ*.

Thanks to a combined method involving portable Raman spectroscopy (with a 785 nm laser) and portable X-ray fluorescence (XRF), a number of important artefacts from the Diocesan Museum of Caltagirone, from the Museo d'Arte Sacra dei Padri Cappuccini in Caltagirone, the Museo d'Arte Sacra di San Nicolò in Militello in Val di Catania and the Museo del Tesoro di Santa Maria Assunta in Randazzo (Italy), it was possible to confirm the gem identifications (Barone et al, 2014). In particular, the series of objects investigated includes ecclesiastical objects of various kinds: reliquaries, chalices, monstrances, pyxes, of Sicilian manufacture, but especially from Palermo, Messina and Catania, dating from the 16th century to the first half of the 19th century.

Analyses in some cases confirmed what was stated in the captions, while in others totally contradicted what was stated, revealing lesser-known production aspects, such as the use of cinnabar as a colouring pigment.

REFERENCES

BARONE, G.; BERSANI, D.; JEHLIČKA, J.; LOTTICI, P.; MAZZOLENI, P.; P. RANERI, S.; P. VANDENABEELE, P.; DI GIACOMO, C.; LARINÀ, G. (2015) *Nondestructive investigation on the 17-18th centuries Sicilian jewelry collection at the Messina regional museum using mobile Raman equipment*. Journal of RAMAN SPECTROSCOPY

Causes of color changes in tourmalines after thermal and irradiation treatments

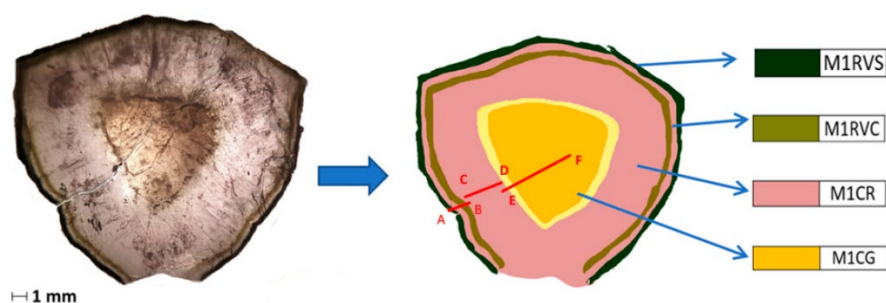
*Rizzo, F., Tempesta, G., and Agrosi G.

floriana.rizzo@uniba.it,

Department of Earth and Geo-Environmental Sciences, University of Bari “Aldo Moro”,
70125 Bari, Italy

Tourmalines are the most popular gemstones in the world due to their wide spectrum of colors reflecting high chemical and structural complexity (Rizzo et al., 2023 and references therein). Like many minerals for gemological use, tourmalines are also treated with radiation sources and/or thermal processes to intensify their color and to increase their commercial value on the market. In the present study, five tourmaline samples from different pegmatite provinces were analyzed through a multi-analytical approach to identify the causes of color changes after e-beam irradiation and thermal treatments. The chemical composition of samples was detected by Scanning Electron Microscopy (EDS -SEM) and Electron Microprobe Analysis (EMPA). The light element concentrations were detected by Micro Laser Induced Breakdown Spectroscopy (μ -LIBS).

Tourmalines were irradiated with doses equivalent to 5.1×10^4 Gray and heated with values ranging from 450 °C to 600 °C. The causes of color changes were mainly investigated using UV-Vis spectroscopic technique, sensitive to the presence of chromophores and to their oxidation state. The causes of color changes were investigated comparing spectra acquired before and after treatments. The results obtained show that the variations of colors can be related to the changes of Mn and Fe valence states. Specifically, e-beam irradiation led to the oxidation of $\text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{Mn}^{3+}$ and $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$, developing darker colors in the samples. Subsequent thermal treatments, carried out on irradiated samples, reduce $\text{Mn}^{3+} \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ and $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$, producing brightening and colorless hues.



Basal slice of zoned tourmaline from Anjanoboina (Madagascar): optical image (left) and schematic sketch of zoning (right). (Rizzo et al., 2023)

References:

Rizzo, F., Bosi, F., Tempesta, G., & Agrosi, G. (2023). Compositional Variation and Crystal-Chemical Characterization of a Watermelon Variety of Tourmaline from Anjanaboina, Central Madagascar. *Crystals*, 13(8), 1290.

Trapiche texture in emeralds and rubies

¹Pignatelli, I., ^{1,2}Giuliani, G.

isabella.pignatelli@univ-lorraine.fr, Université de Lorraine, CRPG UMR 7358 CNRS-UL, 15 rue Notre-Dame-des-Pauvres, BP20, 54501 Vandœuvre-lès-Nancy cedex, France

² Université Paul Sabatier, GET/IRD, UMR CNRS-IRD-CNES 5563, 14 avenue Edouard Belin, F-31400 Toulouse, France

Among the mineralogical oddities relating to Colombian emeralds, the most famous is undoubtedly the trapiche emerald (Pignatelli et al., 2022). This emerald, with its particular texture, is rare and its exceptional beauty has made it a highly prized gemstone on the international market. Trapiche emerald also fascinated researchers and gemmologists because this texture is the consequence of the variations in the physicochemical parameters for its formation, which took place during crystal growth (Pignatelli et al., 2015).

The term “trapiche” was used for the first time to describe atypical Colombian emeralds, because their texture remembered the shape of a crushing gear used in sugar cane production (McKague, 1964). Trapiche texture in emeralds is characterised by a central core surrounded by growth sectors, dendrites and sometimes an overgrowth (Figure 1A). The dendrites are around the core and separate six crystallographic-equivalent growth sectors; they are made by inclusions or matrix of host-rock.

Later, the term trapiche was also used to name sapphire and rubies from Southeast Asia with a similar texture that appeared on the gem market in ‘90s (Koivula et al., 1994; Schmetzer et al., 1996; 1998). The request of gems with a trapiche texture increased during the 2000s, giving rise to an incorrect use of the term trapiche (e.g. quartz trapiche - Chabrol and Michelou, 2017). This needed a clarification and trapiche minerals were distinguished from trapiche-like minerals (Win, 2005; Schmetzer et al., 2011).

The formation of trapiche minerals is controlled both by the geological environment and formation of the deposits, and by the crystal symmetry. Until now the trapiche textures are found only in high symmetry minerals: cubic for garnet, hexagonal for emerald, trigonal for ruby and tourmaline.

Trapiche emeralds formed in the albitized and calicitized black shale host-rock in Colombia (Giuliani et al., 2015, 2019), trapiche rubies are found in marble deposits from Central and Southeast Asia (Schmetzer et al., 1996; Garnier et al. 2002, 2008). Although these geological contexts are quite different, there are few common features that play a fundamental role in the trapiche texture formation: (i) the presence of organic matter or graphite, (ii) the thermal chemical reduction of sulfates, (iii) the presence of evaporites, and (iv) the fluid pressure variations.

In the last few years, we provided new mineralogical and geochemical data on Colombian emeralds, Vietnamese and Myanmar rubies obtained thanks to the X-ray Computed Tomography (CT). The originality of this work is based on data acquired with this non-destructive technique that reveals 3D interior details of the trapiche texture without modifying the color of the gems. CT data are useful to facilitate the comparison between trapiche emerald and rubies (Figure 1B).

Based on the acquired data and on the geological context of formation, we reconstructed the steps of growth history of trapiche emeralds and rubies, and we compared them in order to underline the common features of the trapiche texture in different minerals (Pignatelli et al., 2015, 2019, 2020).

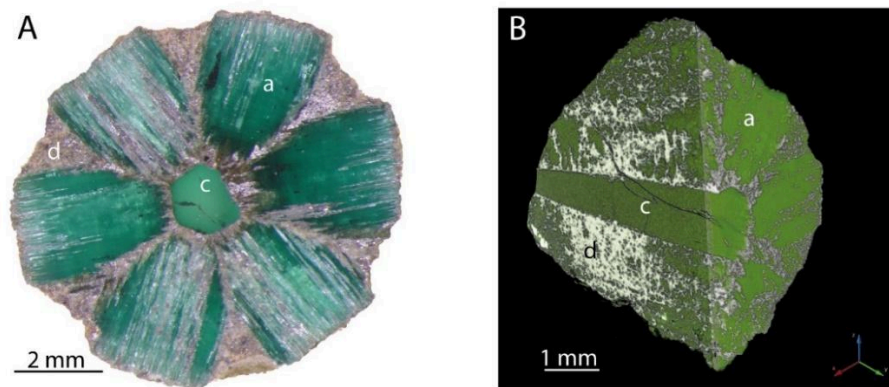


Figure 1: Typical trapiche texture (A) with a central core (c), six arms (a) and dendrites (d). X-ray computed tomography image (B) showing the reduction of the core from the top to the bottom of the sample and how the dendrites develop laterally in the arms. Both samples come from Muzo mine.

References

- Chabrol M., Michelou J.C. (2017) Sainte-Marie aux Mines – Sun, Fun, Friends and Magnificent Minerals. *InColor*, 92, 92-95.
- Garnier V., Giuliani G., Ohnenstetter D., Fallick A.E., Dubessy J., Banks D., Hoang-Quang V., Lhonne T., Maluski H, Pecher A., Bakhsh K.A., Pham-Van L., Phan-Trong T., Schwarz D. (2008) Marble-hosted ruby deposits from central and southeast Asia: towards a new genetic model. *Ore Geol. Rev.*, 34, 169-191.
- Garnier V., Ohnenstetter D., Giuliani G., Blanc P., Schwarz D. (2002) Trace-element contents and cathodoluminescence of “trapiche” rubies from Mong Hsu, Myanmar (Burma): geological significance. *Mineral. Petrol.* 76, 3–4, 179–193.
- Giuliani G., Branquet Y., Fallick A.E., Groat L.A., Marshall D. (2015) Emerald deposits around the world, their similarities and differences. *InColor*, special issue, 56-59.
- Giuliani G., Groat L.A., Fallick A.E., Branquet Y. (2019) Emerald deposits. A review and enhanced classification. *Minerals*, 9, 2, 105.
- Koivula J.I., Kammerling R.C., Fritsch E., Eds. (1994) Gem News: “Trapiche” purple-pink sapphire. *Gems Gemol.* 30, 3, 197.
- McKague H.L. (1964) Trapiche emeralds from Colombia. *Gems Gemol.* 11, 7, 210–223.
- Pignatelli I., Giuliani G., Morlot C., Cathelineau M., Liu S.I. (2020) Flowe-shaped trapiche ruby from Mong Hsu, Myanmar: a revised growth mechanism. *J. Gemmol.* 37, 4, 404-415.
- Pignatelli I., Giuliani G., Morlot C., Long P.V. (2019) The texture and chemical composition of trapiche ruby from Khoan Thong, Luc Yen Mining district, Northern Vietnam. *J. Gemmol.* 36, 8, 726-746.
- Pignatelli I., Giuliani G., Morlot C., Salsi L., Martayan G. (2022) Colombian emerald oddities: review and formation mechanisms. *J. Gemmol.* 38, 1, 26-43.
- Pignatelli I., Giuliani G., Ohnenstetter D., Agrosi G., Mathieu S., Morlot C., Branquet Y. (2015) Colombian trapiche emeralds: recent advances in understanding their formation. *Gems Gemol.* 51, 3, 222–259.
- Schmetzer K., Beili Z., Yan G., Bernhardt H.J., Hänni H.A. (1998) Element mapping of trapiche rubies. *J. Gemmol.* 26, 5, 289–301
- Schmetzer K., Bernhardt H.J., Hainschwang T. (2011) Chemical and growth zoning in trapiche tourmaline from Zambia – a re-evaluation. *J. Gemmol.* 32, 5-8, 151–173.
- Schmetzer K., Hänni H.A., Bernhardt H.J., Schwarz D. (1996) Trapiche rubies. *Gems Gemol.* 32, 4, 242–250.
- Win K.K. (2005) Trapiche of Myanmar. *Aust. Gemmol.* 22, 6, 269–270.

Raman Spectroscopy: A Tool for Tourmaline Identification

¹*Lorenzo Pasetti, ¹Laura Fornasini, ²Bruno Martinez, ³Luciana Mantovani, ⁴Stefanos Karampelas & ¹Danilo Bersani

¹ lorenzo.pasetti@unipr.it, University of Parma, Department of Mathematical, Physical and Computer Sciences, Parco Area delle Scienze, 7/A, Parma, Italy, 43124.

² Gemologist, Martinez Diamanti, Strada XXII Luglio 14/a-b, 43121 Parma, Italy

³ University of Parma, Department of Chemistry, Life Sciences, and Environmental Sustainability, Parco Area delle Scienze, 157/A, Parma, Italy, 43124

⁴ Laboratoire Français de Gemmologie (LFG), rue de la Victoire, 30, Paris, France, 75009

Tourmalines are a borosilicate mineral supergroup composed of around 40 species based on the occupation of the many structural sites in the unit cell, given by the general formula $XY_3Z_6(T_6O_{18})(BO_3)_3V_3W^{[1]}$.

Tourmalines have generated considerable interest in mineralogy and cultural heritage, with research focused on their applications as geological markers and gemstones^[2,3]. Geologists, mineralogists, and gemmologists can rely on Raman spectroscopy to study tourmaline composition, as it is rapid and non-destructive compared to other time-consuming techniques.

Our research focuses on the characterisation of various tourmaline species using Raman spectroscopy, specifically the dependency of peak parameters on chemical composition and element distribution in the unit cell, as well as changes in colour.^[4,5] Several research have been carried out to characterise distinct tourmaline species using Raman spectroscopy, however a comprehensive model that can link Raman peak parameters to tourmaline composition is still missing.

References

- [1] D. J. Henry, M. Novák, F. C. Hawthorne, A. Ertl, B. L. Dutrow, P. Uher, F. Pezzotta, *American Mineralogist* **2011**, 96, 895.
- [2] V. J. Van Hinsberg, D. J. Henry, B. L. Dutrow, *Elements* **2011**, 7, 327.
- [3] F. Pezzotta, B. M. Laurs, *Elements* **2011**, 7, 333.
- [4] L. Pasetti, L. Fornasini, L. Mantovani, S. Andò, S. Raneri, V. Palleschi, D. Bersani, *Journal of Raman Spectroscopy* **2024**, 55, 276.
- [5] L. Pasetti, L. Borromeo, D. Bersani, S. Andò, J. Schnellrath, U. Hennebois, S. Karampelas, *Minerals* **2023**, 14, 44.