



DIPINGERE LE ROCCE CON LA LUCE POLARIZZATA

di Bernardo Cesare*

Introduzione

Gli spettatori spesso chiedono: «Che cos'è? È photoshopato?». No, non c'è Photoshop o altre elaborazioni di immagini, è solo una roccia al microscopio ottico. È così colorata, diversa dalle fotomicrografie convenzionali di rocce, perché mi piace dipingere con la luce polarizzata. Come scienziati, ci è stato insegnato e ci viene insegnato che «un'immagine vale più di mille parole» e che, come per la fotografia convenzionale, le informazioni scientifiche devono essere trasmesse da eccellenti micrografie in termini di esposizione, messa a fuoco, illuminazione e composizione. La fotografa scientifica di fama mondiale Felice Frankel aggiunge alle competenze tecniche anche l'importanza dell'estetica, affermando che le nostre immagini dovrebbero comunicare sia la scienza che la bellezza della nostra ricerca.

Sciart

La *Sciart* – il campo che si trova all'intersezione tra scienza e arte – è antica di secoli ma è diventata popolare negli ultimi decenni. Il numero di progetti, riviste, libri e mostre che si occupano di *Sciart* è cresciuto in modo esponenziale, nel tentativo di comunicare la scienza in modo più efficace e a un pubblico più ampio.

Con il potere delle immagini estremamente piccole, rispetto a quelle estremamente grandi delle immagini astronomiche, la

microscopia è entrata a pieno titolo nel mondo di *Sciart*. Mi piace citare i due microscopisti che considero i guru dell'Arte microscopica: Martin Öggerli e il compianto Michael Davidson. Il biologo micronauta Öggerli (micronaut.ch; en.wikipedia.org/wiki/Martin_Oeggerli) è il maestro nell'arte di *colorizzare* (la tecnica di vivacizzare con il colore) le immagini monocromatiche scattate in modalità ad elettroni secondari con un microscopio elettronico a scansione. Le straordinarie immagini di Öggerli di cellule, pollini e minuscoli insetti hanno conquistato la copertina (e il relativo articolo) di diversi numeri del *National Geographic* e sono esposte in gallerie d'arte. Michael Davidson, ricercatore presso il National High Magnetic Field Laboratory, in Florida, non solo era uno dei più abili microscopisti del suo tempo, ma anche uno scienziato. Ha compreso il grande potere estetico delle fotomicrografie in luce polarizzata e le sue foto di bevande al microscopio – *Bevshots* – hanno trovato un enorme successo nel mondo della moda e dei complementi d'arredo degli alberghi.

Al giorno d'oggi, ogni anno vengono organizzati in tutto il mondo decine di concorsi di immagini *Sciart*, molti dei quali riguardano solo la fotomicroscopia. Alcuni, come il *Microscopy Today Micrograph Awards* o il *NanoArtography*, accettano qualsiasi tipo di immagine al microscopio se mostra una composizione eccezionale e altre qualità estetiche.

micROCKScopica

Come geologo, ho iniziato a usare il microscopio da mineralogia (polarizzatore) circa 40 anni fa, e da allora ho applicato praticamente tutte le moderne tecniche microscopiche, compresa l'innovativa polarizzazione policromatica. Ma mi piace ancora il buon vecchio microscopio ottico, che considero lo strumento primario fondamentale per qualsiasi ricerca sulle rocce.

Parallelamente alla mia attività di scienziato, ho esplorato il mondo Sciart sviluppando il progetto *micROCKScopica*, che riguarda la bellezza nascosta e il potere estetico delle rocce al microscopio. Lavoro con lo stesso materiale – la sezione sottile – che viene utilizzato per la ricerca, ma lo guardo con l'obiettivo di scattare immagini accattivanti. E per fare questo gioco con la luce polarizzata.

Una sezione sottile è una fetta di roccia di 30 μm incollata su un vetrino (Fig. 1). La sua preparazione richiede grande abilità ed un laboratorio specializzato con strumenti di alta precisione. A una tale sottigliezza, la maggior parte dei minerali di una roccia diventa trasparente e può essere attraversata dalla luce, consentendo tutte le determinazioni ottiche che un geologo può fare con il microscopio polarizzatore.

Al microscopio, le rocce mostrano un'immensa gamma di tessiture (ad esempio, forma, dimensioni, disposizione dei minerali) e di colori. La tavolozza dei 'colori di interferenza' dei minerali è dovuta alla propagazione della luce polarizzata all'interno della struttura cristallina, e il colore dipende dalla specie minerale, dallo spessore attraversato e dall'orientamento della struttura cristallina rispetto al piano di polarizzazione della luce.



Fig. 1 – Due sezioni sottili (in alto) e due piccole lastre di agata (in basso) da cui si possono ricavare sezioni sottili. Le dimensioni di una sezione sottile sono 27x47 mm. Lo spessore del vetrino è di 1 mm e lo spessore della fetta di roccia sulla sezione sottile è di 30 μm (foto S. Castelli).

Altri sono riservati alle micrografie ottiche, come il *Nikon's Small World*. Con una storia di 50 anni, che ora include anche i filmati, questo concorso può essere considerato a ragione l'Oscar della microscopia ottica.

Le opere tecnicamente impeccabili presentate a questi concorsi Sciart in molti casi hanno anche un incredibile impatto visivo e un valore estetico intrinseco. Mi piacerebbe averne diverse appese come stampe di grande formato nel mio salotto, se fosse abbastanza grande.

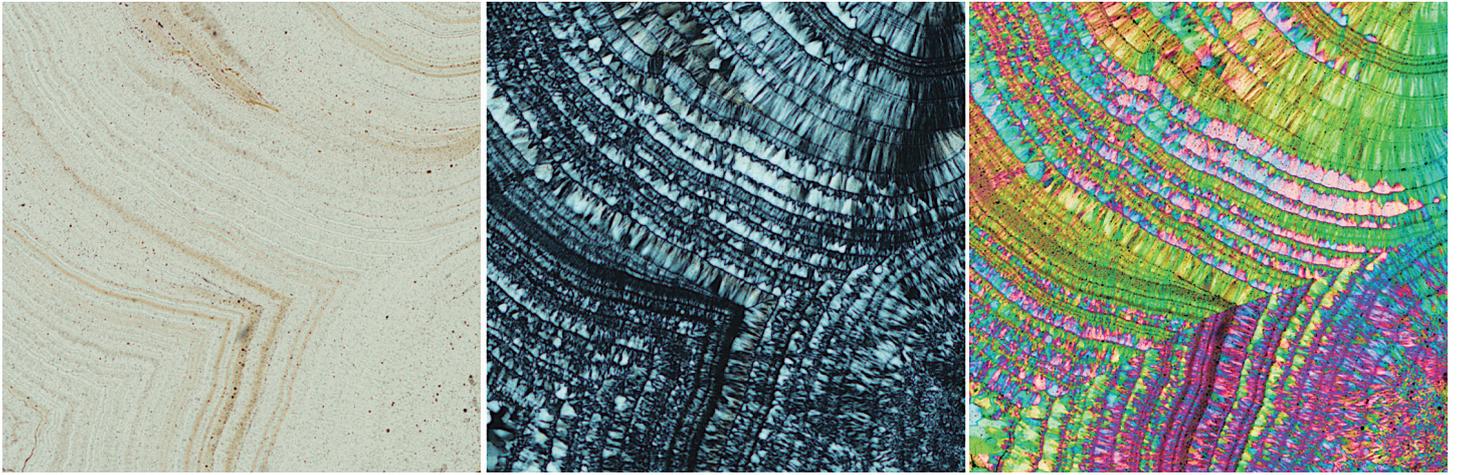


Fig. 2 - Tre modalità di visualizzazione dello stesso soggetto in microscopia a luce polarizzata. A sinistra: luce piano-parallela. Al centro: polarizzazione incrociata. A destra: polarizzazione policromatica. Campione: sezione sottile di agata brasiliana. Larghezza di ciascun pannello: 1,8 mm.

A micROCKscopica modifico ed espando la gamma dei colori di interferenza giocando con la luce polarizzata: ruotando i polarizzatori, aggiungendo uno (o due) compensatori di lunghezza d'onda, o altre fonti di ritardo. In questo modo posso ottenere combinazioni di colori non convenzionali che normalmente non si osservano con l'uso tradizionale del microscopio durante la ricerca (Fig. 2). Scatto le mie foto con obiettivi che vanno da 2,5x a (raramente) 20x, in modo che l'ampiezza del campo visivo vada da 5,7 mm a 0,7 mm. Uso una fotocamera reflex montata sul tubo trinoculare del mio microscopio e cerco di mantenere la post-elaborazione al minimo senza alterare i colori.

Il risultato è un «Wow!» da parte degli spettatori, affascinati dai colori e dalle forme, e dall'infinita varietà delle loro combinazioni. La maggior parte di loro difficilmente immaginerebbe che il soggetto è un minerale in un pezzetto di pietra.

50 sfumature di quarzo

Illustro questa varietà con un reportage di foto che hanno un solo soggetto: il quarzo. Il quarzo (SiO_2) è uno dei minerali più importanti e comuni della crosta continentale

terrestre. È uno dei principali costituenti di tutti i tipi di roccia – sedimentaria, ignea e metamorfica – e di pietre semipreziose come il diaspro e l'agata. La diversa origine di queste rocce determina molte opportunità di tessiture e composizioni differenti. Tuttavia, il quarzo ha colori di interferenza nella scala dei grigi e quindi è esteticamente 'noioso' (Fig. 3). Questo mi offre l'opportunità ideale per illustrare come si possa 'dipingere' le rocce utilizzando la luce polarizzata al microscopio.

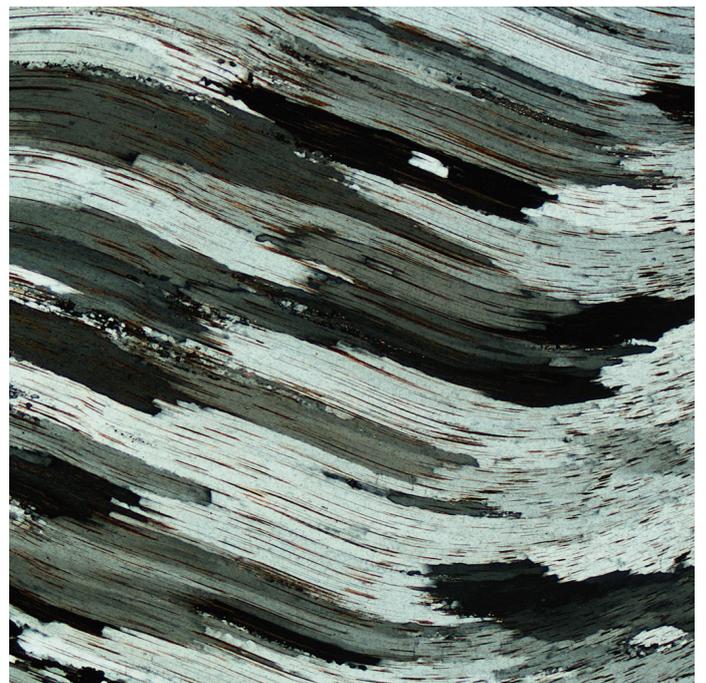


Fig. 3 - Un campione di occhio di tigre visto con illuminazione a polarizzazione incrociata. I colori di interferenza del quarzo coprono la scala di grigi dal nero al bianco. Larghezza di visione: 1,8 mm.

In un'arenaria sedimentaria o in un conglomerato (si pensi alla sabbia o alla ghiaia della spiaggia, consolidate in una roccia

solida) il quarzo forma dei grani che sono cementati tra loro da altri minerali. Tutte le macchie colorate nelle foto della Fig. 4 sono

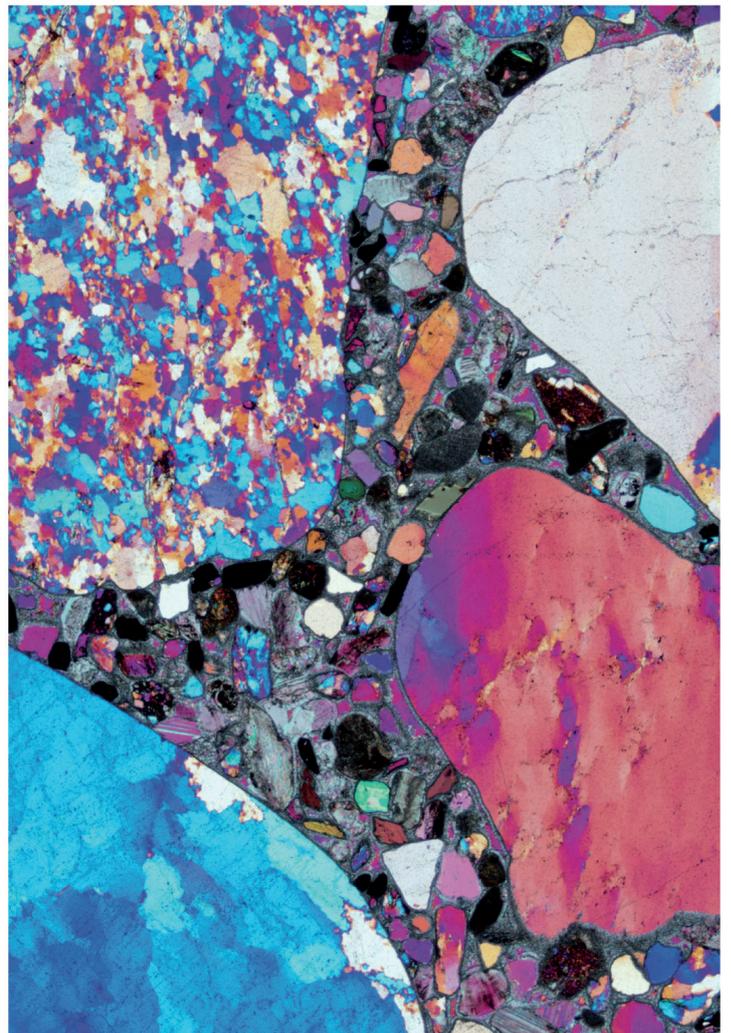
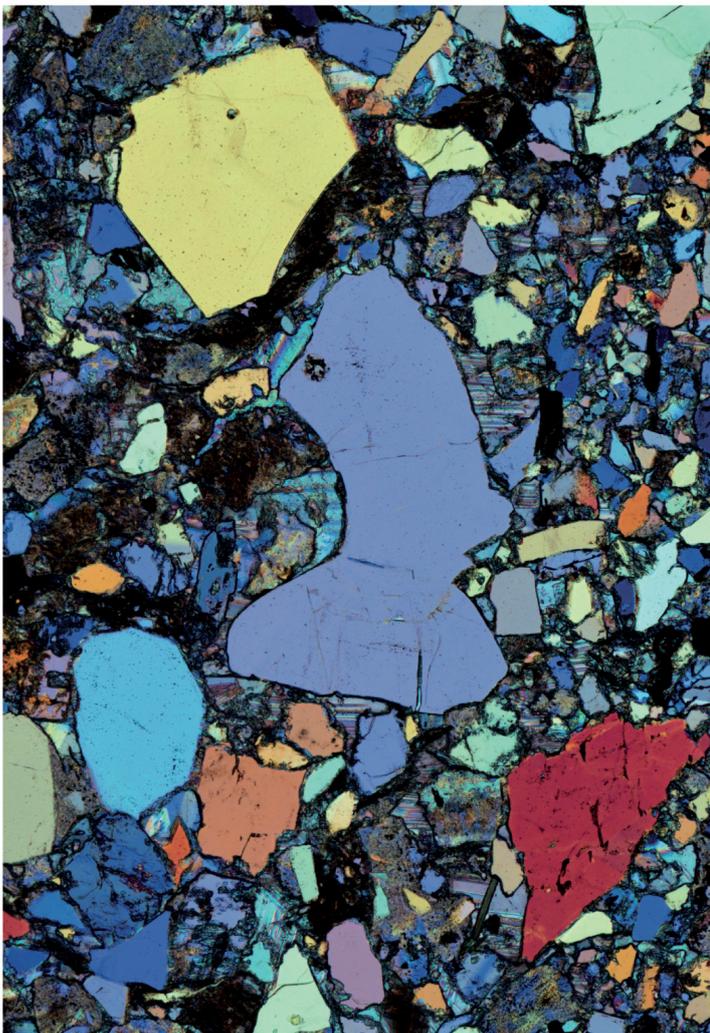
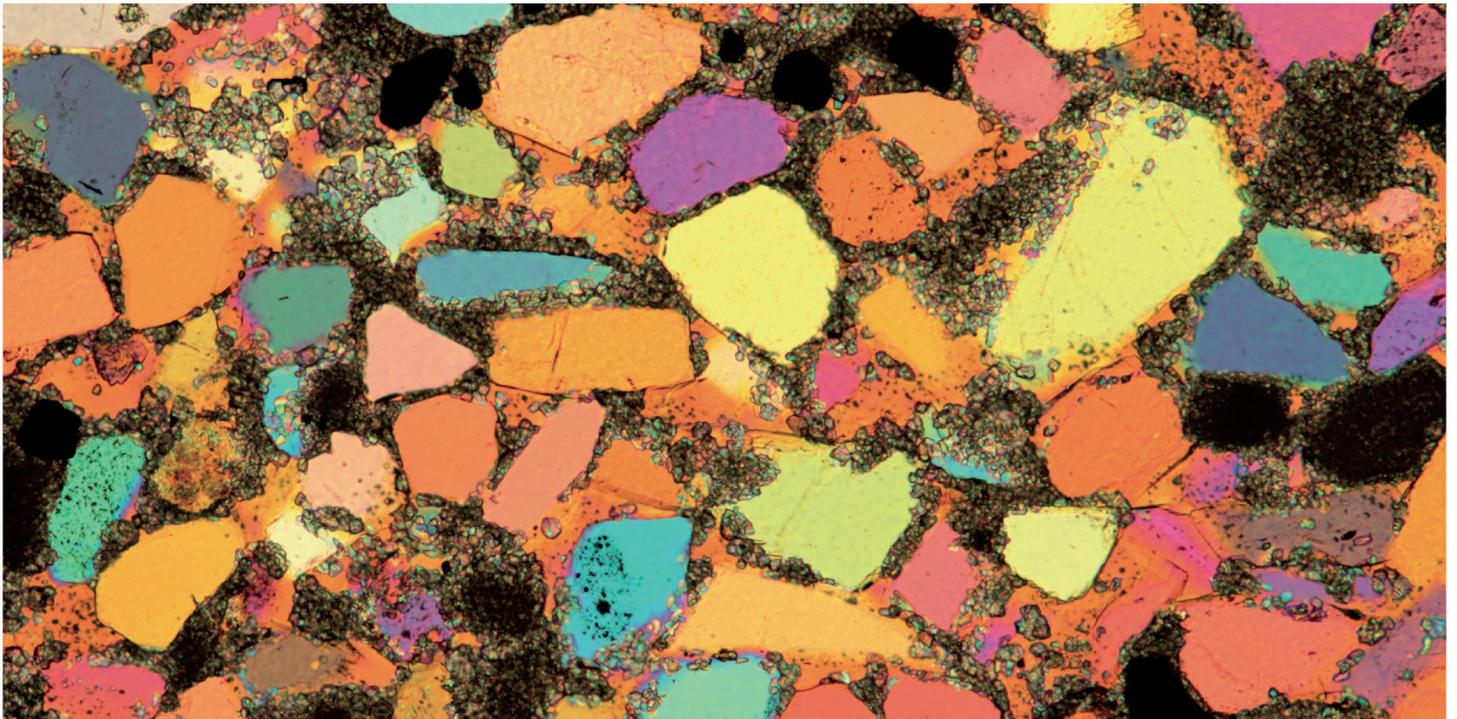


Fig. 4 - Rocce sedimentarie contenenti quarzo. In alto: sezione sottile di un'arenaria. Larghezza di visualizzazione: 2,7 mm. In basso a sinistra: sezione sottile di un'arenaria con grani di quarzo irregolari e spigolosi. Larghezza di visione 1,8 mm. In basso a destra: sezione sottile di un conglomerato. Larghezza: 5,1 mm.

costituite da quarzo, con uno spessore costante di 30 μm . Come spiegato sopra, le differenze di colore di interferenza dipendono dall'orientazione nello spazio della struttura cristallina di ciascun granello.

Nelle rocce ignee il quarzo può essere più grossolano e solo pochi grani possono riempire l'intero campo visivo. La Fig. 5 mostra alcuni esempi tratti da una colata lavica e da un granito.

Le rocce metamorfiche sono le più complesse e spesso mostrano le tracce delle deformazioni subite durante i processi di costruzione delle montagne. Ciò si riflette in limiti cristallini meno regolari e in una distribuzione dei colori meno omogenea (Fig. 6).

Ma le rocce ricche di quarzo di maggior pregio estetico che io abbia fotografato sono pietre semipreziose. Una di queste è l'occhio di tigre, proveniente dal Sudafrica: è composta da fibre di quarzo che creano miniature caratterizzate da bande parallele di colore, diritte o leggermente curvate (Fig. 7).

Un altro – *ocean jasper* – contiene una serra microscopica. Questo diaspro proviene dal Madagascar ed è stato completamente esaurito dall'estrazione mineraria, diventando piuttosto raro. Contiene due varietà di quarzo: in fibre sottili (calcedonio) e in cristalli più grossi, che spesso sono disposti in aggregati che imitano i fiori di un giardino (Figg. 8 e 9).

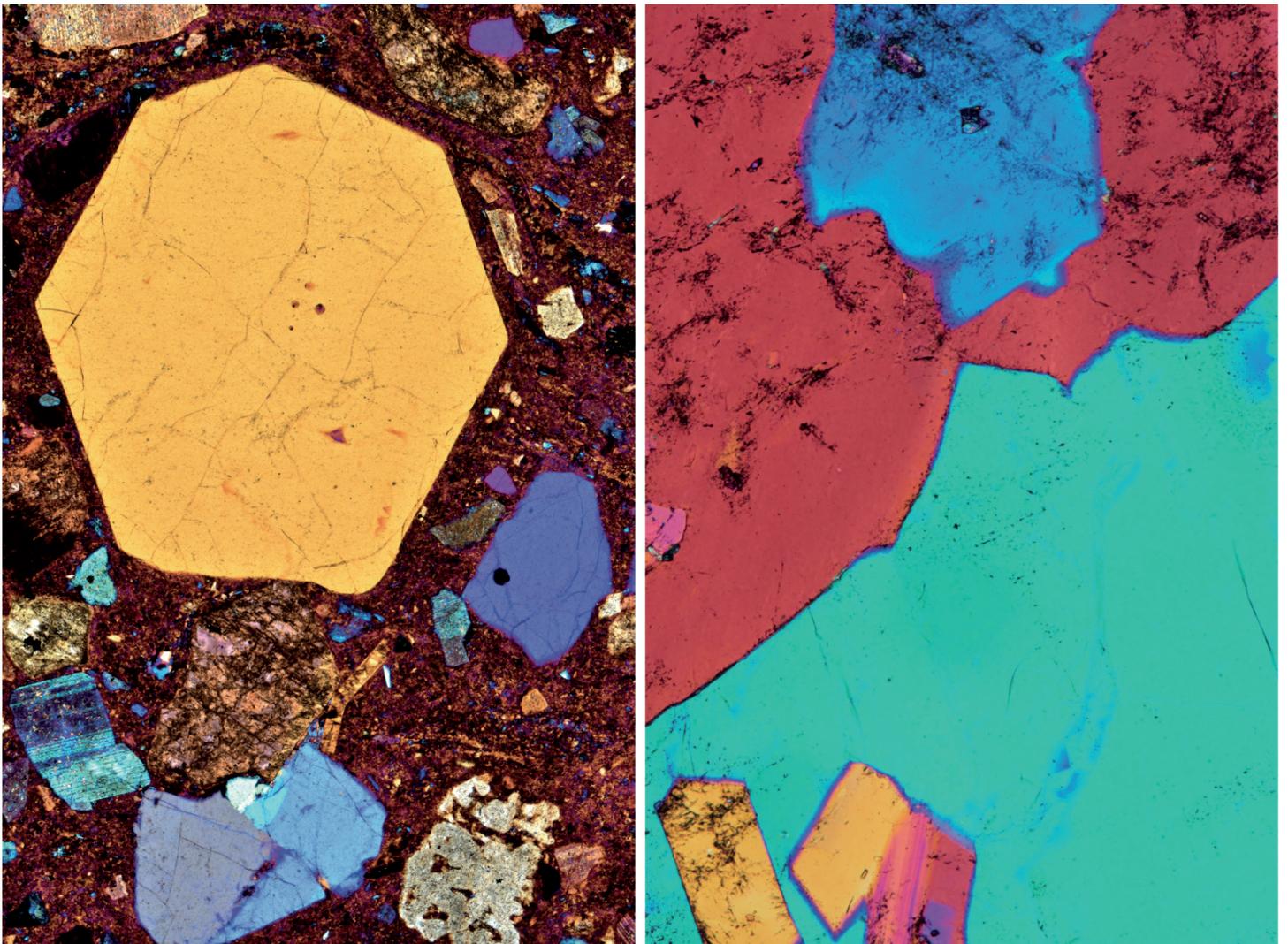


Fig. 5 – Rocce ignee contenenti quarzo. A sinistra: cristallo poligonale di quarzo (giallo) in una lava riolitica; larghezza di visione 3,6 mm. A destra: due grandi cristalli di quarzo (rosso e blu-verde) con inclusioni di plagioclasio. Larghezza 1,8 mm.

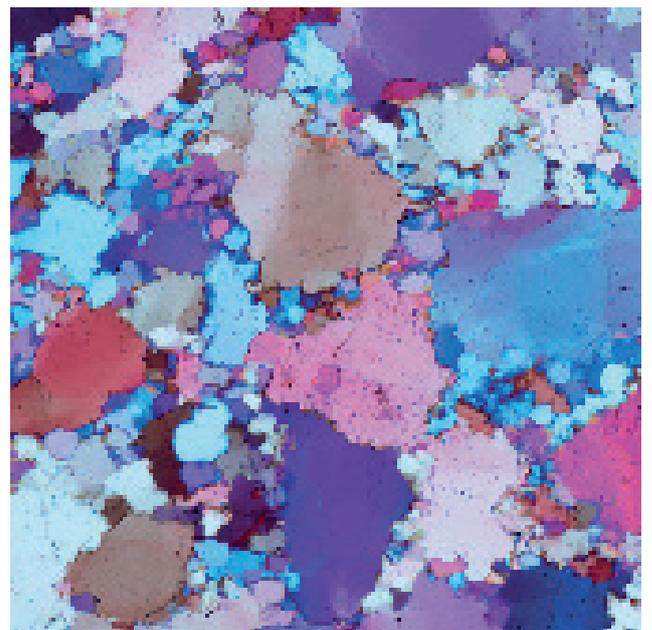
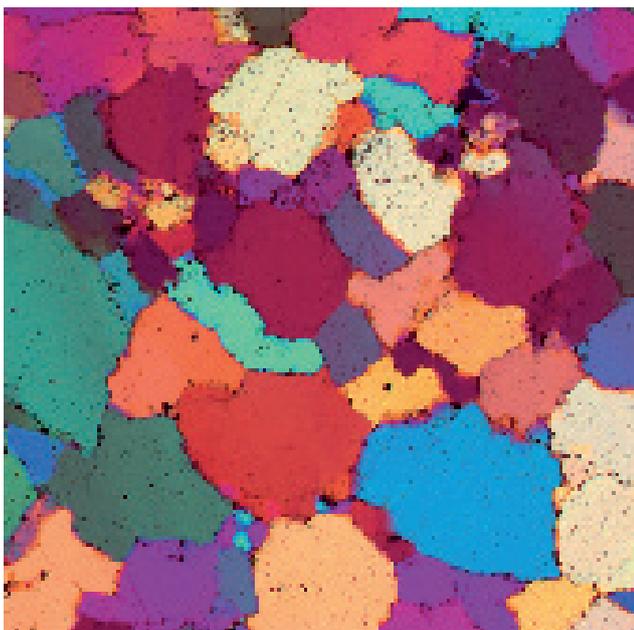
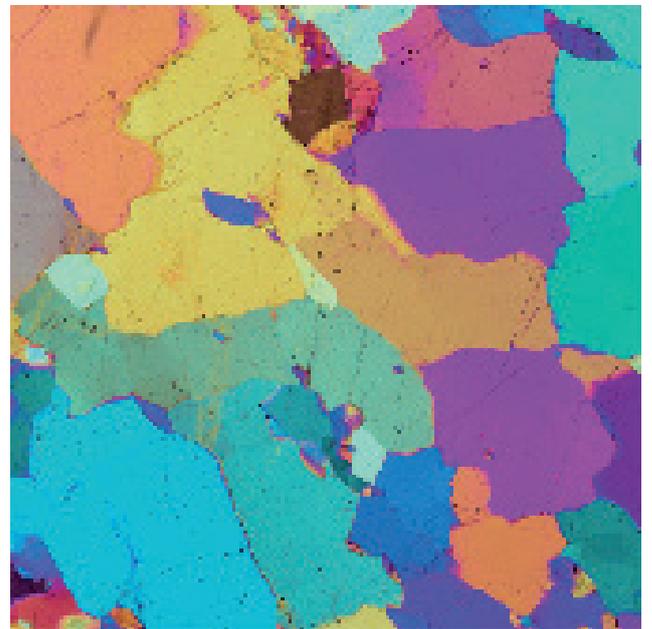
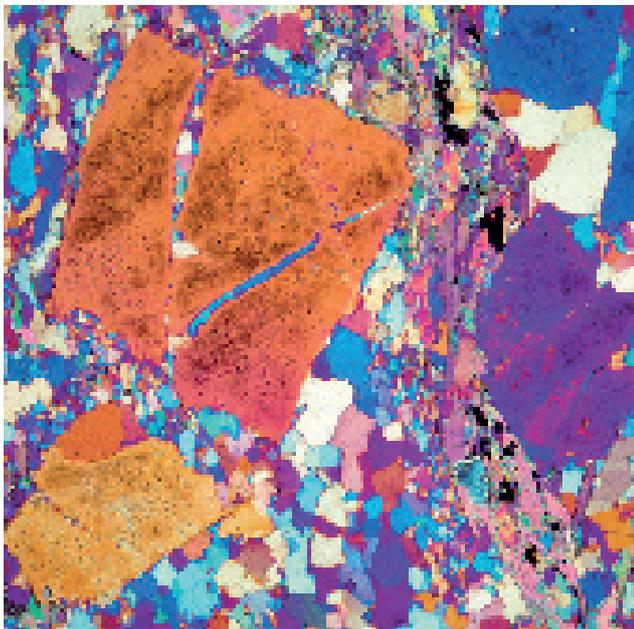
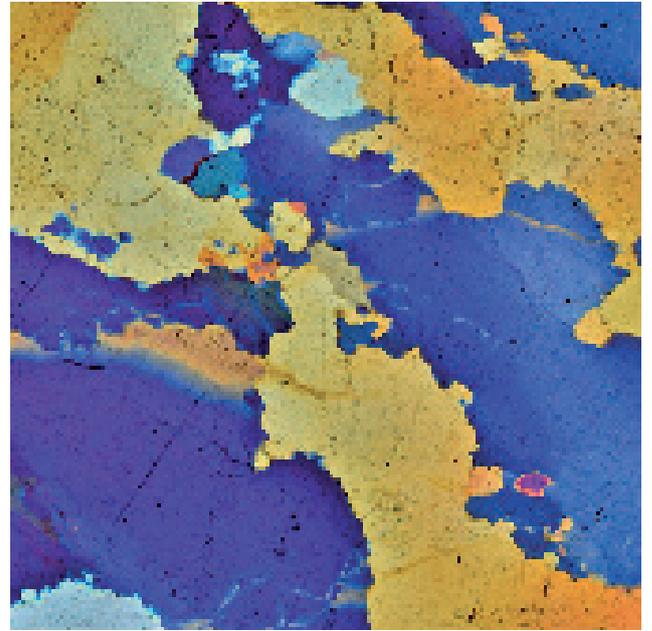
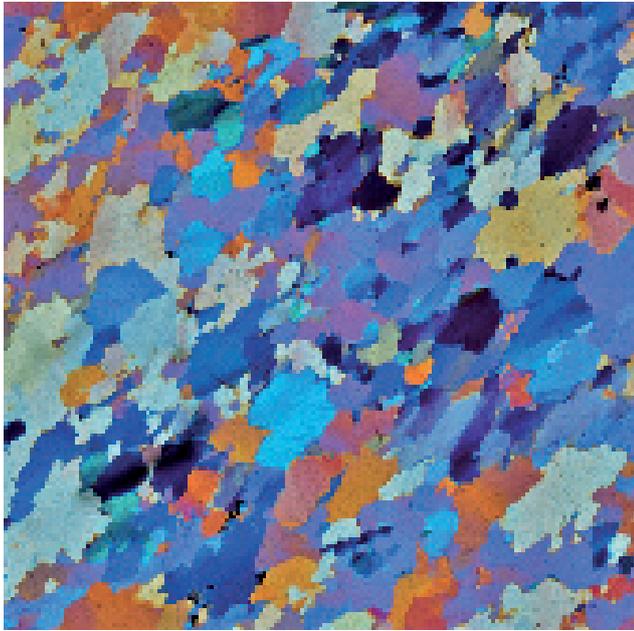


Fig. 6 - Fotomicrografie di sezioni sottili di quarziti (rocce metamorfiche ricche di quarzo). Larghezza di visione: in alto a sinistra 3,6 mm; in alto a destra 0,9 mm; al centro a sinistra 3,6 mm; al centro a destra 3,6 mm; in basso a sinistra 2,2 mm; in basso a destra 1,8 mm.

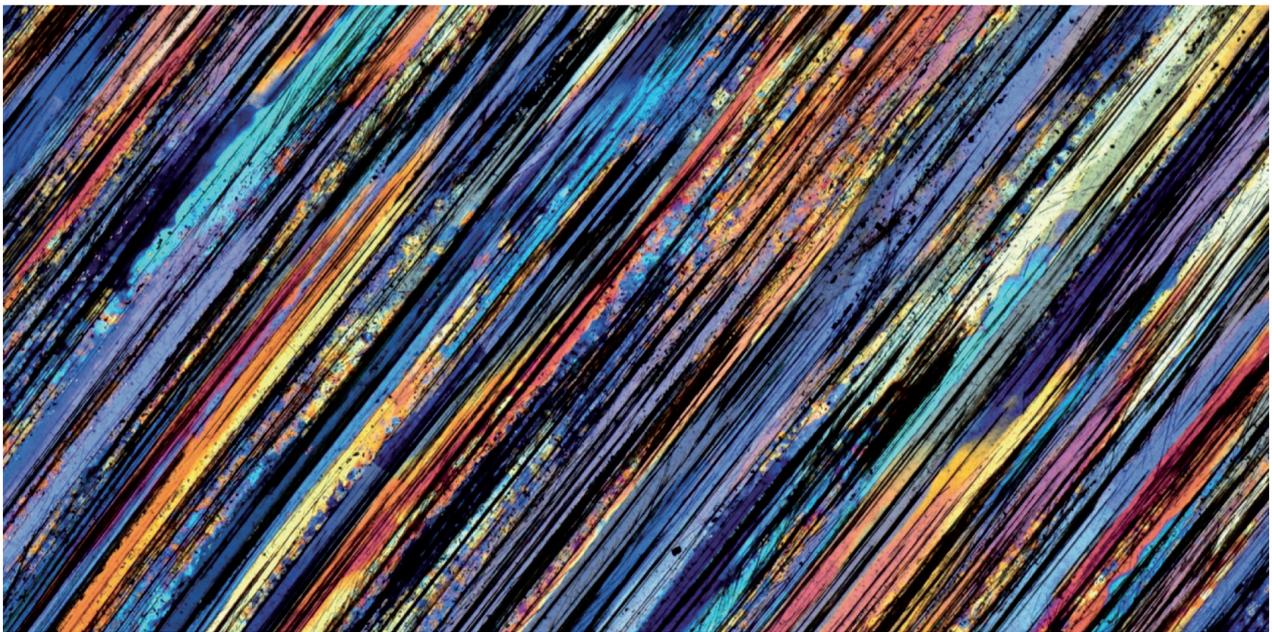
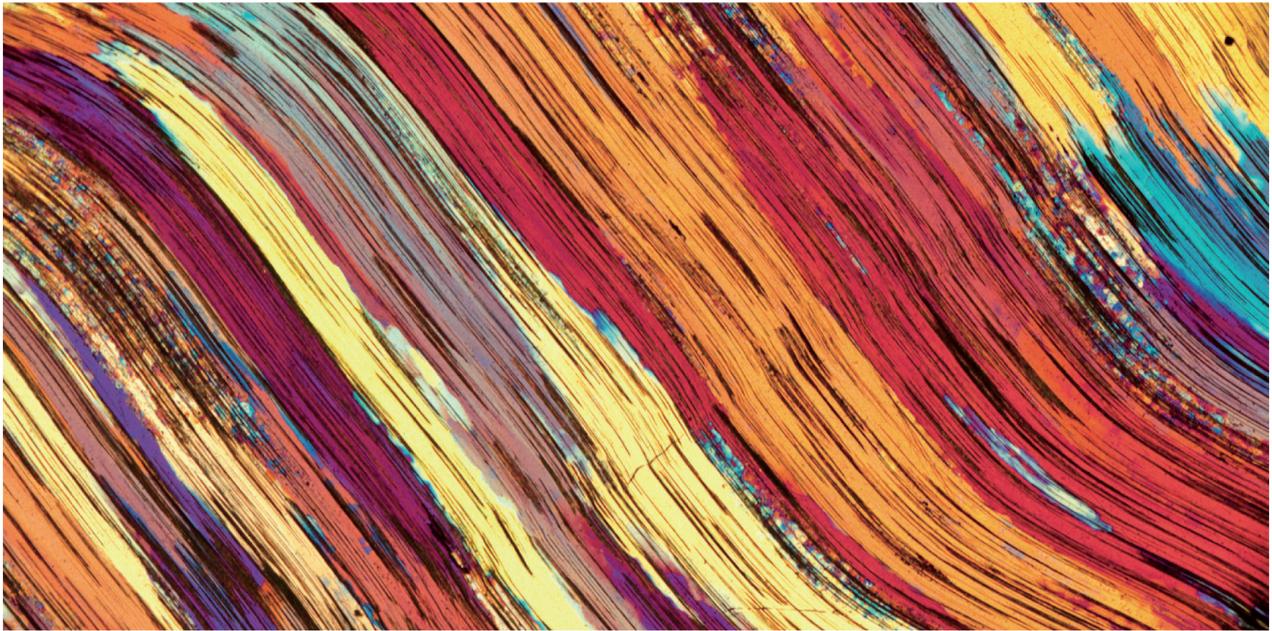


Fig. 7 - Fotomicrografia della pietra semipreziosa occhio di tigre. Le bande colorate sono cristalli di quarzo, mentre gli aghi di colore marrone scuro o nero sono crocidolite (un anfibolo asbestiforme). La larghezza della visuale è di 5,4 mm per tutte le foto.

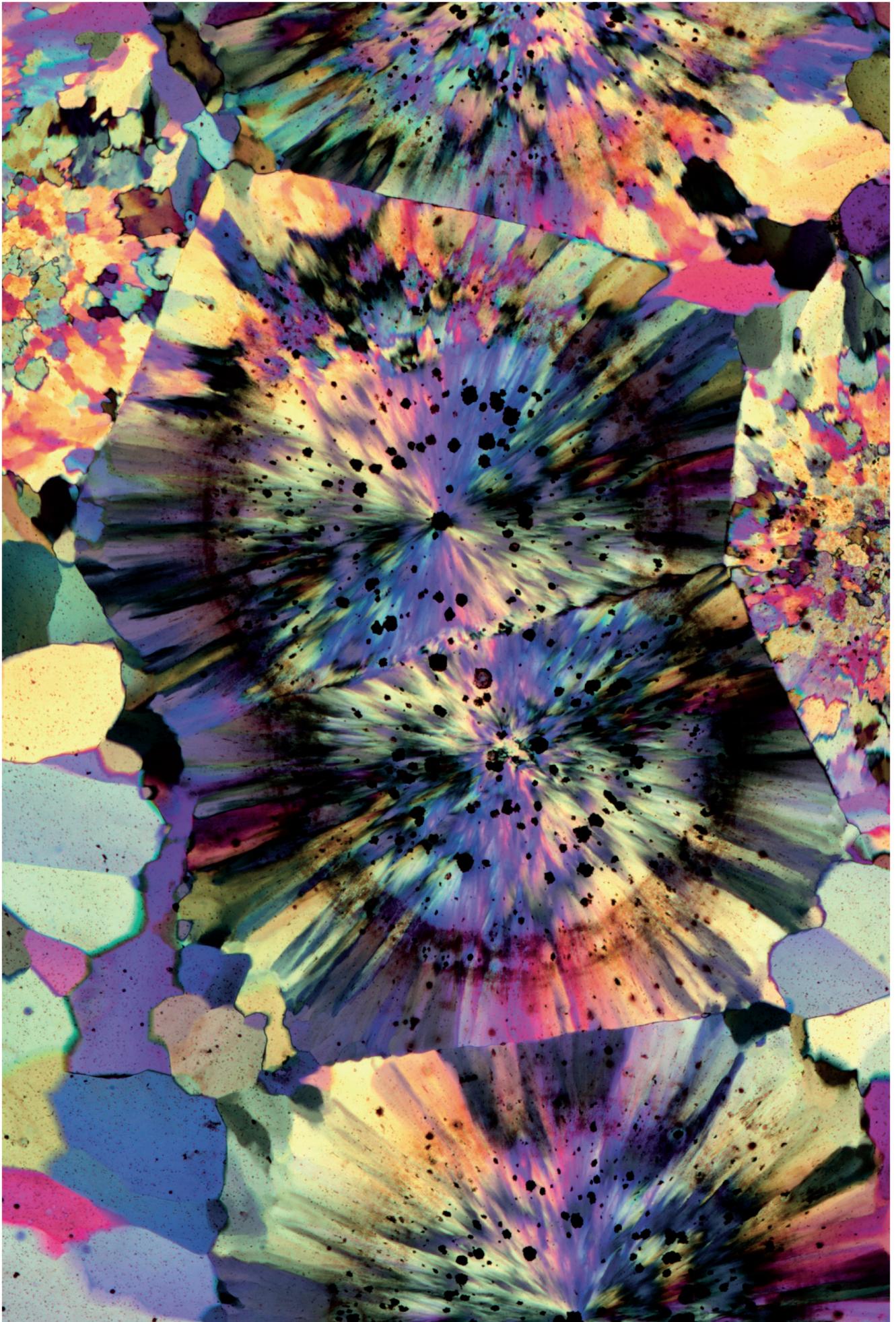


Fig. 8 - Fotomicrografia di una sezione sottile di ocean jasper. Larghezza di visione: 3,6 mm.

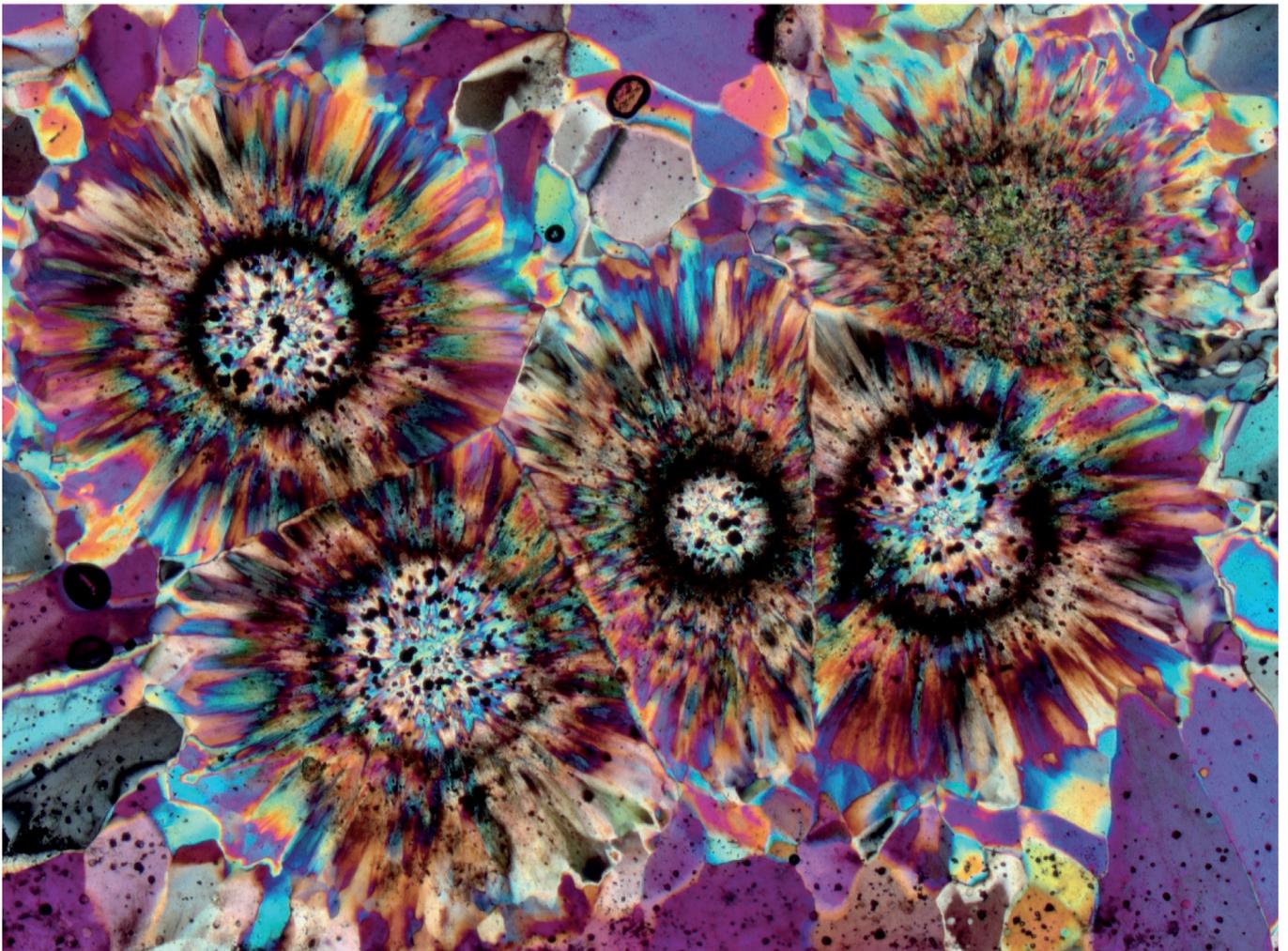
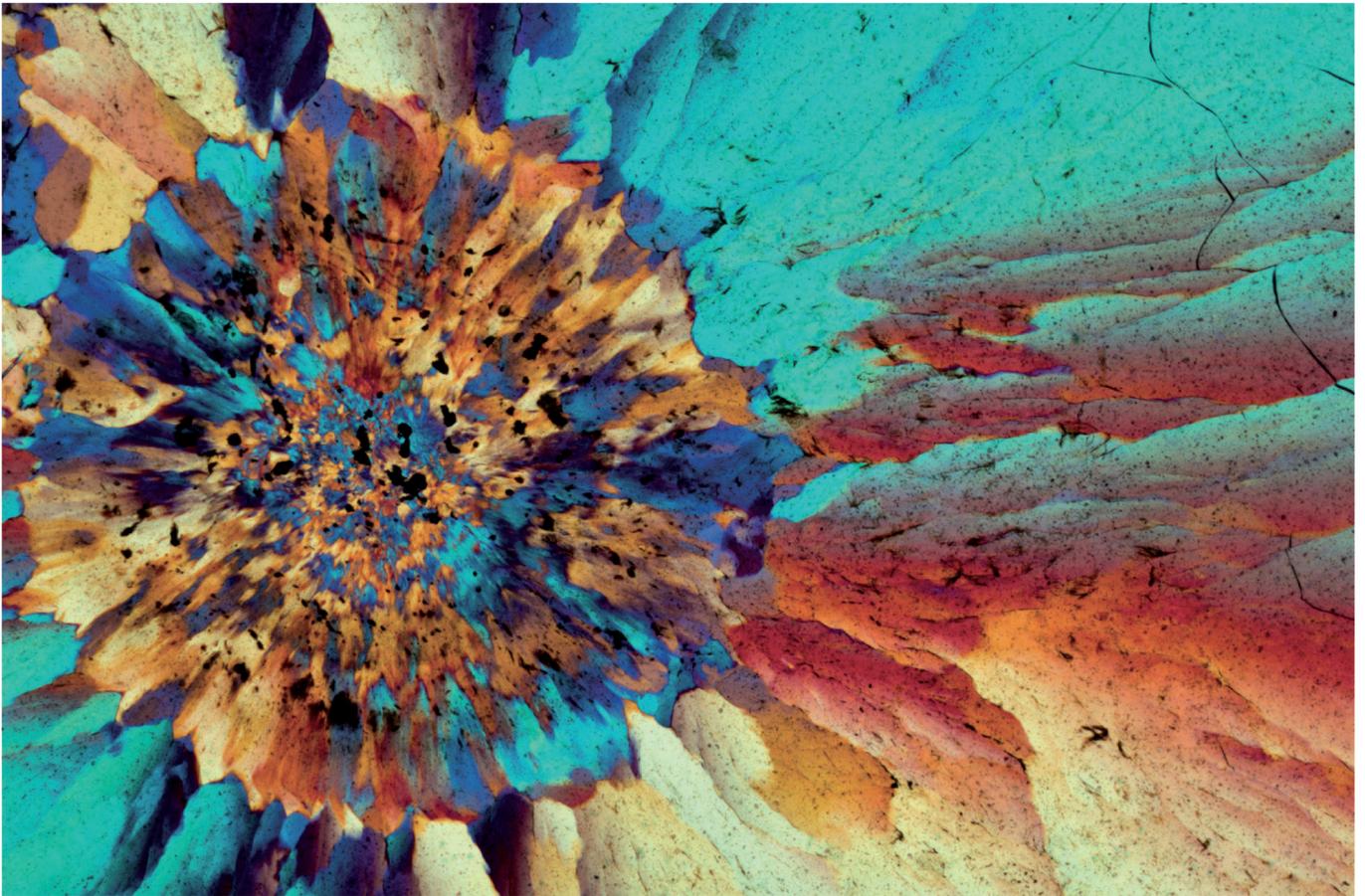


Fig. 9 - Sferuliti di quarzo fibroso (calcedonio) in due campioni di ocean jasper. Larghezza di visione: 5 mm (in alto) e 6,5 mm (in basso).

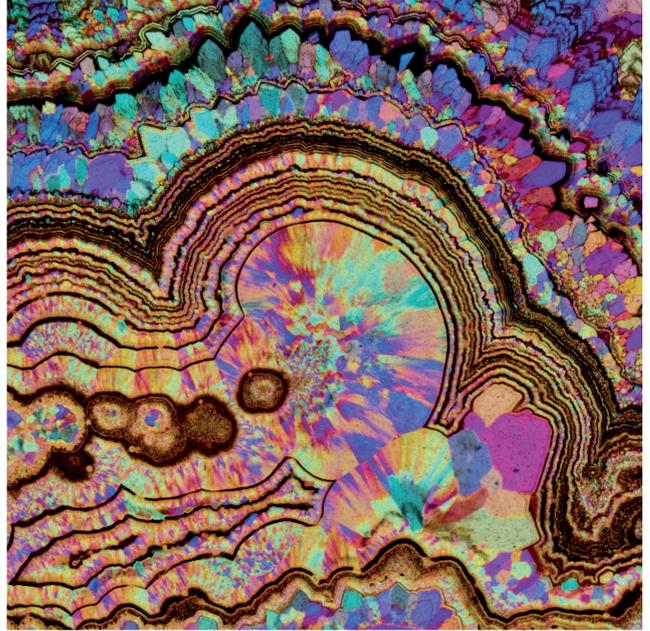
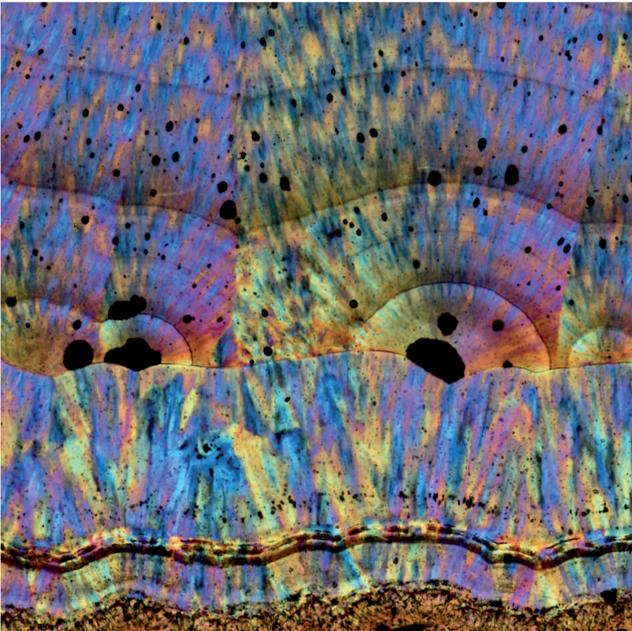
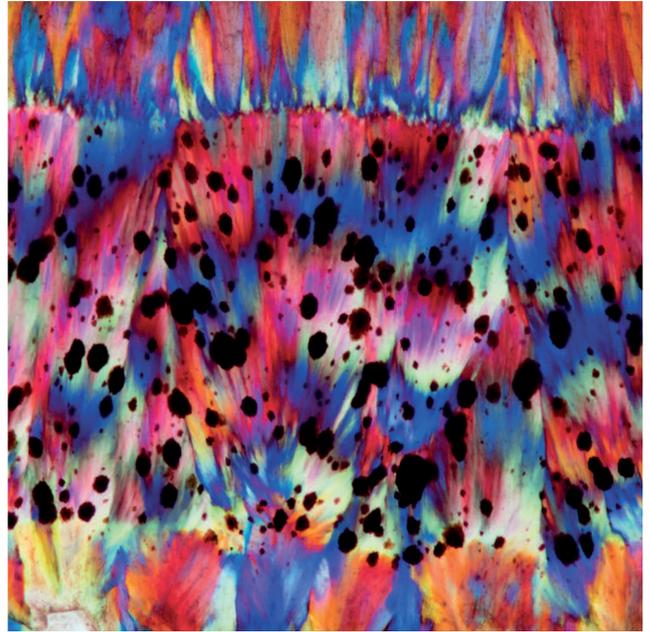
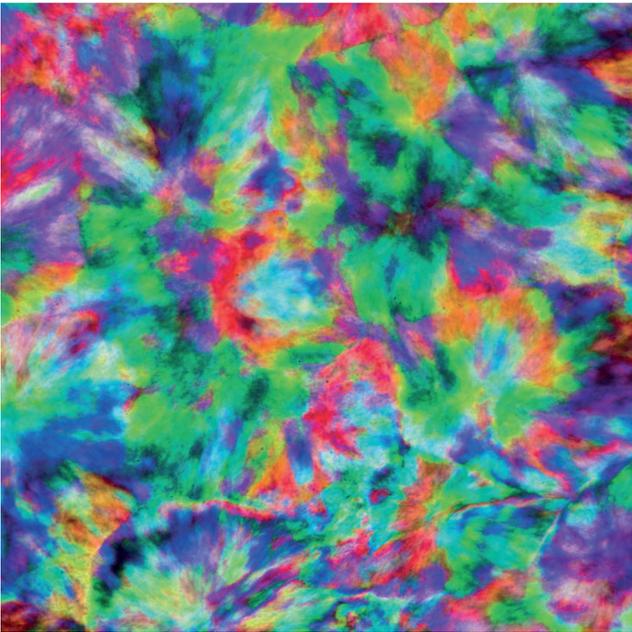
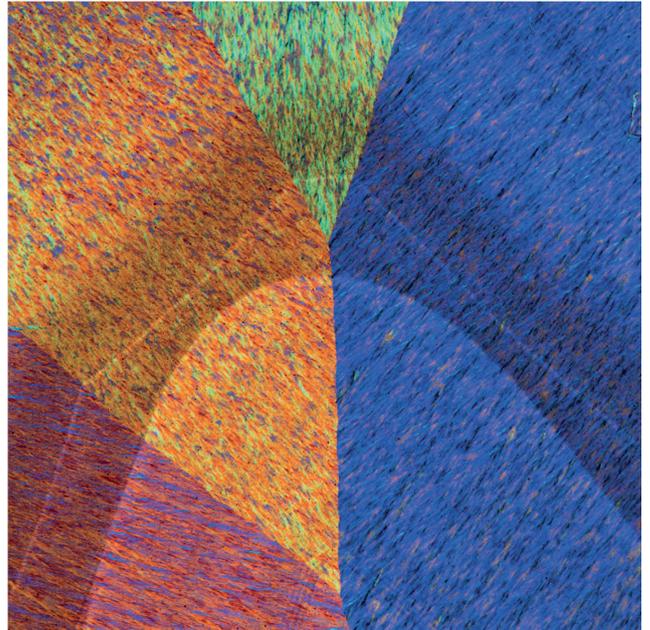
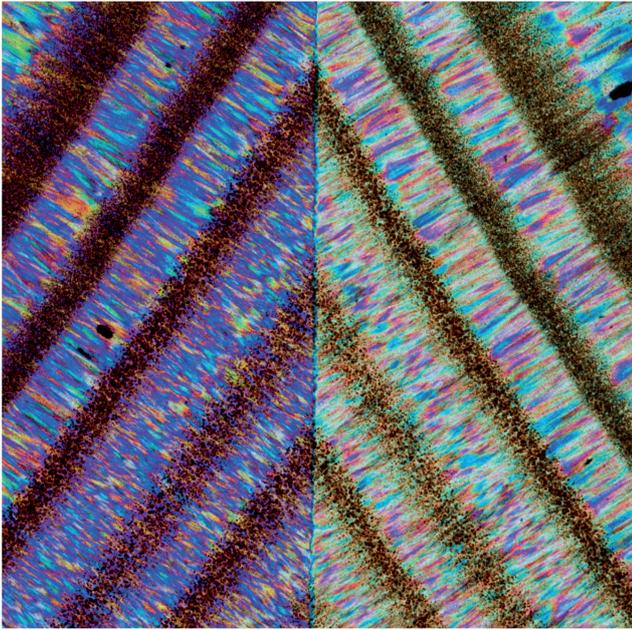


Fig. 10 - Fotomicrografie di sezioni sottili di agate. Larghezza di campo: in alto a sinistra 1,8 mm; in alto a destra 3,6 mm; al centro a sinistra 0,45 mm; al centro a destra 0,9 mm; in basso a sinistra 1,8 mm; in basso a destra 3,6 mm.

L'ultima pietra semipreziosa è l'agata, diffusa in molte località del mondo e costituita dal calcedonio fibroso presente anche nei diaspri. La varietà di tessiture e motivi dell'agata è immensa e offre un'ampia gamma di

opportunità di Sciart, da scene minimaliste a scene caotiche (Fig. 10). Mi piace in particolare un'agata lattiginosa molto insolita proveniente dal Brasile (Fig. 11), dalla quale ho scattato alcune delle mie foto più apprezzate (Fig. 12).



Fig. 11 - Immagine macro di una fetta lucidata di agata brasiliana da cui sono state tratte le fotomicrografie della Fig. 12. Larghezza di visione: 9,5 cm (foto S. Castelli).

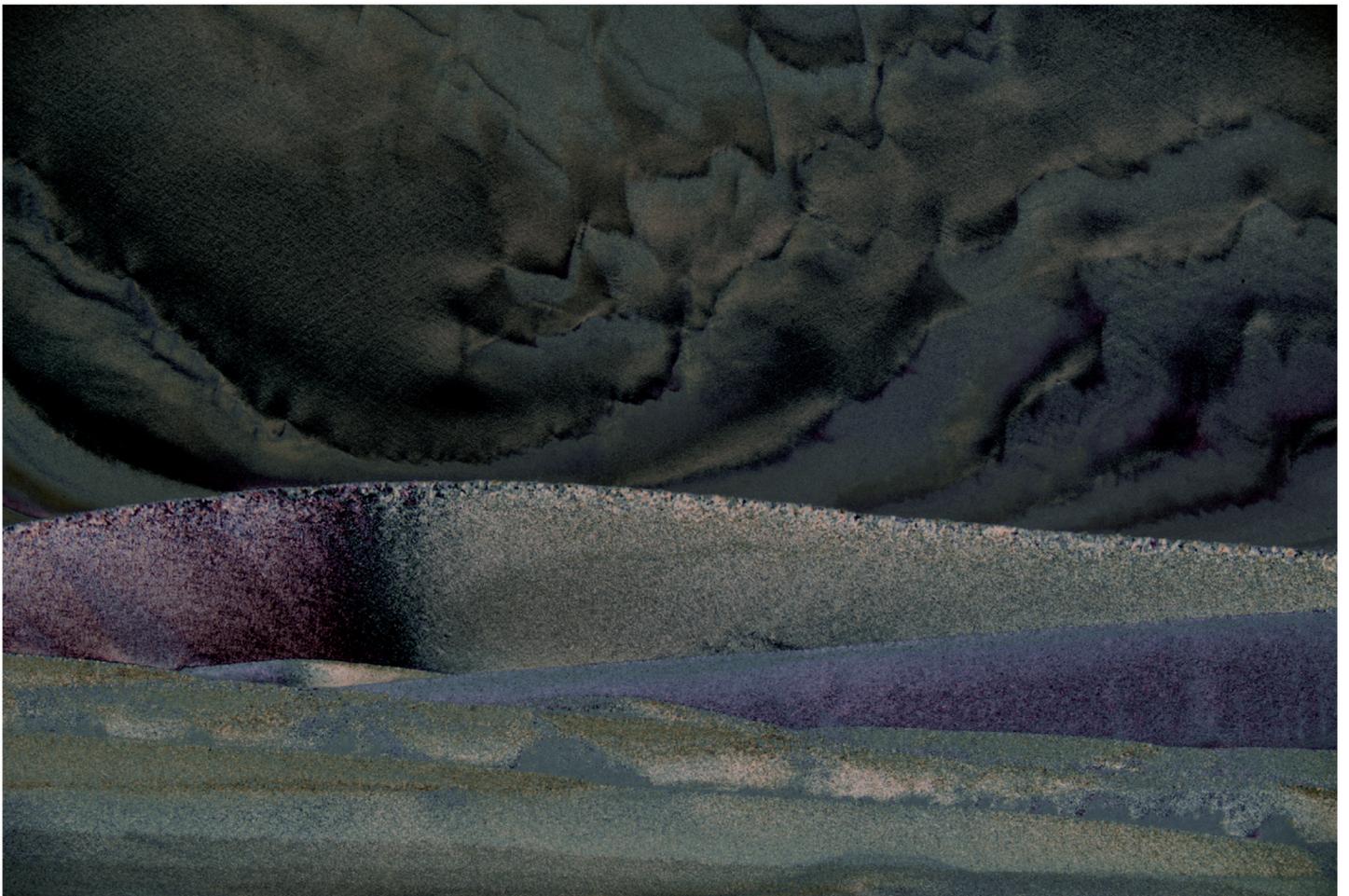
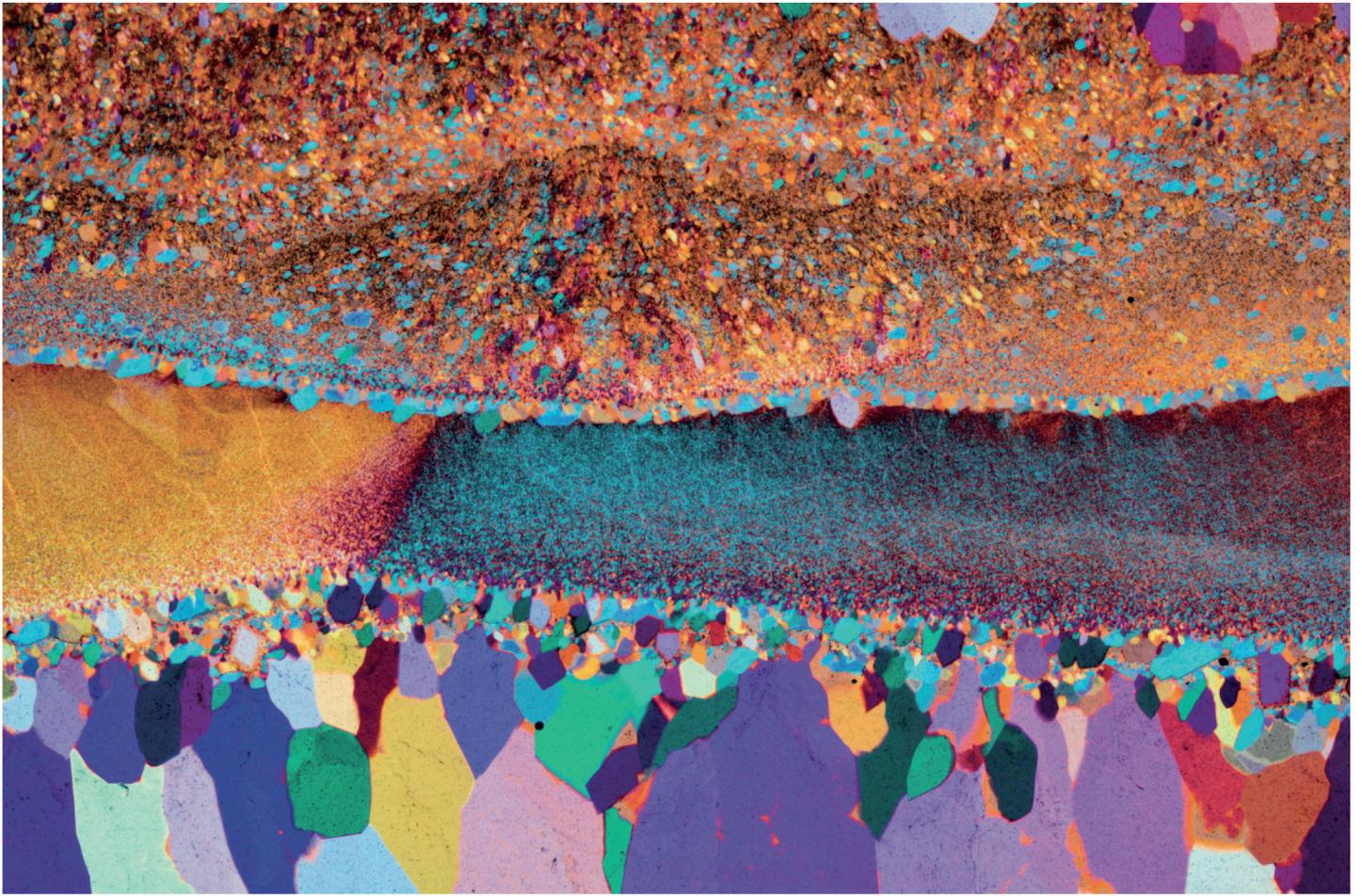


Fig. 12 - Fotomicrografie da sezioni sottili del campione di agata della figura 11. Larghezza di visione: 5,4 mm (in alto) e 6,5 mm (in basso).

Possiamo chiamarla Arte? Seguirei Felice Frankel quando evita questo termine a favore di 'estetica'. Tuttavia, non pensate anche voi che l'affermazione di Paul Klee «L'arte non riproduce il visibile, ma lo rende visibile» possa essere stata scritta dopo aver guardato dentro agli oculari di un microscopio da mineralogia?

In ogni caso, l'artista è la Natura. Io sono il fotografo.

Bibliografia

FRANKEL F. 2019, *More than pretty pictures*, in *Images from Science 3, An Exhibition of Scientific Images*, «Rochester Institute of Technology Press», New York , pp. 18-26.

OEGGERLI M. 2009, *Pollen: Love is in the Air*, «National Geographic», December.

DAVIDSON M.W. and THE FLORIDA STATE UNIVERSITY 1995, *Molecular Expressions* <https://micro.magnet.fsu.edu/index.html>.

Who Knew Booze Could Be So Beautiful? (2012) https://www.huffpost.com/entry/artsy-side-of-alcohol_n_1304880.

CESARE B., CAMPOMENOSI N. and SHRIBAK M. 2022, *Polychromatic polarization: Boosting the capabilities of the good old petrographic microscope*, «Geology», 50, pp. 137-141, doi: 10.1130/G49303.1.

POLI R. e CESARE B. 2010, *micROCKScopica* <http://microrockscopica.altervista.org/en/>.

KLEE P. 2013, *Creative confessions and other writings*, «Tate publishing», London, p. 32.

Ringraziamenti

Ringrazio Alessandro Minelli per la lettura critica del lavoro.

*Bernardo Cesare è professore ordinario di Petrologia e Petrografia nell'Università di Padova e socio effettivo dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti

Questo articolo è la traduzione italiana del lavoro *Painting rocks with polarized light* pubblicato su «Microscopy Today», vol. 32-5, (2024), pp. 27-37 <https://doi.org/10.1093/mictod/qaae063>