



Fig 1

I minerali delle pegmatiti

The minerals of pegmatites

Giovanni Pratesi, Paola Bonazzi

I minerali delle pegmatiti presenti nella Sezione di Mineralogia e Litologia, pur non essendo riuniti in una collezione a sé stante, rivestono un ruolo fondamentale nel percorso espositivo e hanno concorso efficacemente a garantire al Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze una notorietà internazionale anche nel settore della mineralogia e del collezionismo mineralogico. Esempari provenienti da pegmatiti sono diffusi soprattutto nella Collezione Elbana e nella Collezione Ponis anche se la loro presenza si registra in molte altre collezioni del Museo. Il motivo per cui i minerali delle pegmatiti sono presenti in diverse collezioni è molto semplice: all'interno di queste rocce si possono ritrovare alcune delle più ricercate specie mineralogiche, in cristalli di dimensioni così considerevoli da assumere un notevole valore collezionistico soprattutto per il loro forte impatto estetico. E siccome mol-

ti di questi minerali sono particolarmente duri, resistenti, spesso di colori vivaci e talora anche trasparenti, accade che essi siano frequentemente impiegati per ricavarne pietre preziose da utilizzare in gioielleria. Fra i minerali pegmatitici trovano largo impiego nel settore gemmologico non solo il berillo – nelle varietà *aquamarina*, *morganite*, *eliodoro* – ma anche il topazio, lo spodumene, la brasilianite nonché diverse specie (di seguito genericamente definite tormaline) appartenenti al supergruppo della tormalina.

Dunque almeno qualche minerale delle pegmatiti è sempre presente all'interno di una collezione, per quanto modesta possa essere. Anzi, molto spesso, tali minerali abbondano nelle collezioni più famose, poiché conferiscono alle stesse un considerevole valore anche sotto un profilo economico. Sicuramente, per uno studioso di mineralogia, per un naturalista o per un cultore delle scienze

Although not combined in a separate collection, the pegmatitic minerals present in the Mineralogy and Lithology Section play a fundamental role in the exhibition course and have given the Museum of Natural History of the University of Florence international fame in the field of mineralogy and mineral collecting. Specimens deriving from pegmatites are particularly abundant in the Elba Collection and in the Ponis Collection, but they are also present in many other of the museum's collections. The reason why pegmatitic minerals are present in many collections is very simple: pegmatitic rocks contain some of the most sought-after mineralogical species, in crystals of such large size as to assume great value to collectors, especially on account of their strong aesthetical impact. Many of these minerals are particularly hard, resistant, often of vivid colours and sometimes also transparent, and for this reason they are

frequently used to produce gemstones for jewellery. Pegmatitic minerals widely employed in gemmology are beryl (in the varieties *aquamarine*, *morganite*, *heliodor*), topaz, spodumene, brazilianite as well as the different species (hereinafter generically defined tourmalines) belonging to the supergroup of tourmaline.

Therefore, at least some pegmatitic minerals are always present in a collection, no matter how modest it might be. Indeed, these minerals are very often abundant in the most famous collections, since they also give them considerable economic value. For a researcher in mineralogy, for a naturalist or for a student of the geological sciences, it is certainly preferable to see and admire crystals in their natural forms and in the original matrix, which also tells us part of the history of their formation. Nevertheless, it cannot be denied that these minerals have

Fig. 1 Gruppo di cristalli prismatici di «tormalina» su matrice di ortoclasio e quarzo. Al centro, uno splendido cristallo di berillo – varietà *goshenite* – di circa 2 cm in altezza. Grotta d'Oggi (Isola d'Elba). Camp. n. 4970E.

Fig. 1 Group of prismatic crystals of polychrome «tourmaline» on a matrix of orthoclase and quartz. In the centre, a beautiful *goshenite* beryl crystal (2 cm high). Grotta d'Oggi (Isola d'Elba). Spec. n. 4970E.

geologiche, è preferibile vedere e ammirare i cristalli con le loro forme naturali e preferenzialmente sulla matrice originale, che ci racconta anche una parte della storia della loro formazione; tuttavia è innegabile che per molti secoli questi minerali siano stati avidamente ricercati proprio in virtù del loro impiego gemmologico.

Uno sguardo sulle pegmatiti

Ma perché questi minerali si trovano nelle pegmatiti? E, soprattutto, cos'è una pegmatite?

Una pegmatite è una roccia ignea a grana grossa, con cristalli cioè di dimensioni perlomeno centimetriche che, localmente, possono raggiungere anche dimensioni di diversi decimetri. Generalmente si ritiene che le pegmatiti si formino da un processo di cristallizzazione frazionata da fluidi residuali di composizione granitica o più raramente sienitica, molto ricchi di componenti volatili (H_2O , F, Cl, P) e di elementi 'incompatibili', ossia di quegli elementi che, per le loro caratteristiche di raggio ionico, carica formale, elettronegatività, non si comportano come sostituenti isomorfeni ideali degli elementi cosiddetti 'maggiori', e quindi non entrano facilmente nel reticolo cristallino dei più comuni minerali formatori di rocce. Cationi con piccolo raggio ionico, come B e Be, troppo piccoli per le cavità rispettivamente tetraedriche e ottaedriche dei silicati delle rocce, elementi a raggio ionico piuttosto grande, come Cs, Rb, Th, U, Zr, Hf, REE, oltre a elementi ad alta densità di carica come Ta, Nb, Ti, Sn, subiscono un arricchimento relativo nella fase fluida man mano che la cristallizzazione magmatica procede per andare

poi a formare minerali propri nella fase pegmatitica. Inoltre, l'alta concentrazione di fasi volatili modifica le caratteristiche dei fluidi favorendo la formazione di cristalli di notevoli dimensioni. In particolare, i volatili e l'alta concentrazione di B e Li abbassano le temperature di cristallizzazione e diminuiscono il grado di polimerizzazione del magma abbassandone quindi la viscosità; l'alta pressione di H_2O (presente come fluido supercritico), inoltre, incrementa il tasso di diffusione causando l'innalzamento della velocità di crescita cristallina. In pratica si verificano condizioni per avere un basso tasso di nucleazione (cioè pochi germi cristallini) accoppiato a crescite rapide: sono le condizioni ideali perché si formino cristalli di grandi dimensioni e di grande impatto estetico (Fig. 2).

Generalmente i corpi pegmatitici mostrano chiare connessioni di età e di caratteristiche chimiche, oltre che spaziali, con i corpi magmatici 'genitori', granitici o sienitici. Tuttavia sono conosciute anche pegmatiti spazialmente non associate a corpi magmatici intrusivi: è stato quindi proposto (Simmons e Webber 2008) che si possa formare un fuso con caratteristiche 'pegmatitiche' anche attraverso processi di cristallizzazione frazionata protratta da anatessi diretta di rocce crostali con adeguata composizione. Fusioni parziali prodotte intorno a plutoni in ambienti orogenetici, in particolare là dove siano coinvolte metasedimenti contenenti sequenze evaporitiche – fonti di B e Li e altri elementi incompatibili – possono fornire fluidi con caratteristiche pegmatitiche. Tuttavia, la maggior parte delle pegmatiti hanno un'origine connessa alla messa in posto di magmi granitici, e mostrano una composizione mi-

been avidly sought for many centuries because of their gemmological uses.

A look at pegmatites

But why are these minerals found in pegmatites? And, above all, what is a pegmatite? A pegmatite is a large-grained igneous rock, with crystals of at least a few centimetres but which locally can reach a length of several decimetres. It is generally believed that pegmatites are formed by a process of fractional crystallization from residual fluids of granitic or more rarely syenitic composition, very rich in volatile components (H_2O , F, Cl, P) and 'incompatible' elements, i.e. those elements which, by their characteristic ionic radius, formal charge or electronegativity, do not behave as ideal isomorphous sub-

stituent of the so-called 'major' elements and thus are not hosted in the crystal structure of the most common rock-forming minerals. Cations with small ionic radius (such as B and Be), too small for entering the tetrahedral and octahedral cavities respectively, elements with rather large ionic radius (such as Cs, Rb, Th, U, Zr, Hf, REE), and high charged cations (such as Ta, Nb, Ti, Sn) undergo a relative enrichment in the fluid phase as the magmatic crystallization proceeds and ultimately form minerals in the pegmatitic phase. Moreover, the high concentration of volatile phases modifies the physical properties of the fluids, favouring the formation of large crystals. In particular, volatiles and high concentrations of B and Li lower both the crystallization temperature and the degree of polymerization of the magma, thus causing a decrease of its viscosity. In addition, the high pressure



neralogica molto simile a quella dei graniti stessi – quarzo, feldspati e mica – ma in cristalli di dimensioni notevolmente maggiori. Quarzo e feldspato potassico, generalmente nella forma ordinata di bassa temperatura (microclino) si rinvengono comunemente in strutture cosiddette *grafiche*, dove i due minerali cristallizzati simultaneamente, sono intimamente concresciuti. Il microclino a sua volta si rinviene spesso sottoforma di *perthiti*, cioè contiene lamelle di albite formatesi per essoluzione della componente sodica.

of H₂O (present as supercritical fluid) raises the rate of diffusion, causing an increase of the speed of crystal growth. In practice, conditions exist for a low nucleation rate (i.e. few crystalline germs) coupled with rapid growth: these are the ideal conditions for the formation of large crystals with great aesthetical impact (Fig. 2).

Pegmatitic bodies generally show clear relationships, in terms of age, chemical characteristics and spatial association, with the 'parent' magmatic (granitic or syenitic) body. Nevertheless, pegmatites not spatially associated with intrusive magmatic bodies are also known: hence, it has been proposed (Simmons and Webber 2008) that a melt with 'pegmatitic' characteristics can also be formed via processes of prolonged fractional crystallization from fluids formed by direct anatexis of crustal rocks with adequate composition.

Per quanto attiene alla loro giacitura, le pegmatiti si possono rinvenire come vene o dicchi che attraversano i corpi plutonici o, più di frequente, si dipartono da essi verso le rocce incassanti, ma più comunemente hanno forma lenticolare o ogivale, di dimensioni abbastanza contenute, da qualche metro a poche centinaia di metri. Ai margini si trovano in genere mineralizzazioni più compatte con paragenesi molto simili a quelle del plutone comagmatico correlato, al centro rimangono cavità dalle cui pareti possono crescere

Partial melting produced around plutons in orogenic environments, particularly those involving metasediments containing evaporitic sequences (sources of B and Li and other incompatible elements), can provide fluids with pegmatitic characteristics. However, most pegmatites have an origin related to the intrusion of granitic magmas, and they exhibit a mineralogical composition very similar to that of granites (quartz, feldspars and mica) but in much larger crystals. Potassium-feldspar, generally in the low-temperature ordered form (microcline), and quartz are commonly found in the so-called *graphic* texture, where the two simultaneously crystallized minerals are intimately intergrown. The microcline, in turn, is often found in the form of *perthites*, i.e. it contains thin lamellae of albite formed by exsolution of the sodium component.

Fig. 2 Berillo varietà *aquamarina*: straordinario esemplare del peso di 98 kg. Il campione risulta costituito da una serie di cristalli prismatici più sottili che si sono uniti a formare un unico cristallo. La località di provenienza di questo campione non è precisamente nota pur sapendo che esso proviene dallo Stato di Minas Gerais, Brasile. Camp. n. G42420.

Fig. 2 Beryl variety *aquamarine*: an extraordinary specimen weighing 98 kg, consisting of a series of very thin prismatic crystals joined to form a single crystal. The provenance of this specimen is not precisely determined, even though we know that it comes from the state of Minas Gerais, Brazil. Spec. n. G42420.



Fig. 3 Al centro, in alto, un grande cristallo di topazio azzurro allo stato naturale; in basso cinque topazi di varia colorazione tagliati e lucidati. Camp. n. G42390, G65226, G65215, G65014, G65224, G65225.

Fig. 3 Top centre, a large blue topaz crystal in the natural state; bottom, five cut and polished topaz specimens of various colours. Spec. n. G42390, G65226, G65215, G65014, G65224, G65225.

With regard to their emplacement, pegmatites can be found as veins or dikes crossing plutonic bodies or, more frequently, departing from them toward the wall rocks, but most commonly they have a lenticular or ogival form, of fairly limited size, from several metres to a few hundred metres. The margins generally contain more compact mineralizations with very similar parageneses to those of the related comagmatic pluton, whereas spectacular isolated crystals, which are the pride of many collections on account of their aesthetical impact, may grow within the central cavities. Studies based mainly on the behaviour of the fluid (liquid and gaseous) inclusions entrapped in the crystals have provided estimates of pegmatite crystallization temperatures, which generally do not exceed 500-550 °C at the margins and can even drop below 350 °C in the more internal zones, the last to crystallize (Simmons and Webber 2008). On the basis of their internal structure

(zonation) and the abundance of the accessory minerals, pegmatites can be classified into 'simple' pegmatites, consisting substantially of albite, quartz, perthites, muscovite and, in smaller quantities, tourmalines and garnets, and 'complex' pegmatites; the latter generally present a zonation with parallel or concentric bands, including, generally from periphery toward interior, a fine-grained band (aplitic), a coarser-grained band with mineral accessories (above all muscovite and beryl) and a central band with even larger grain and rich in cavities. Within such cavities, richer and more variegated mineralogical associations due to the high concentrations of 'exotic' elements occur. These elements can reach concentrations up to several hundred times higher than the respective levels in the 'parent' granites, thus stabilizing minerals such as topaz (high concentrations of F) (Fig. 3), spodumene, lepidolite and amblygonite (Li, P), beryl (Be), columbite, tantalite and minerals of the

spettacolari cristalli isolati che sono proprio quelli che per il loro impatto estetico vanno a costituire il fiore all'occhiello di molte collezioni. Grazie a studi basati principalmente sul comportamento delle inclusioni fluide (liquide e gassose) intrappolate nei cristalli sono state stimate le temperature di cristallizzazione delle pegmatiti, che generalmente non superano i 500-550 °C ai margini e possono scendere persino sotto i 350 °C nelle zone più interne, le ultime a cristallizzare (Simmons e Webber 2008). Sulla base della loro struttura interna (zonatura) e dell'abbondanza dei minerali accessori, le pegmatiti si possono dividere in pegmatiti 'semplici', costituite essenzialmente di albite, quarzo, *periti*, muscovite, e in minori quantità, tormaline e granati, e pegmatiti 'complesse'; quest'ultime presentano in genere una zonatura a bande parallele o concentriche, che comprende, dai margini verso l'interno, una fascia a grana più fine (aplitica), una fascia a grana più grossa con minerali accessori (soprattutto muscovite e berillo) e una fascia centrale a grana ancora maggiore e ricca di cavità con associazioni mineralogiche più ricche e variegata dovute alle alte concentrazioni di elementi 'esotici'. Questi elementi possono raggiungere concentrazioni fino a qualche centinaio di volte più alte dei rispettivi tenori nei graniti 'genitori', così da stabilizzare minerali come il topazio (alte concentrazioni di F) (Fig. 3), spodumene, lepidolite e amblygonite (Li, P), berillo (Be), columbite, tantalite e minerali del gruppo del pirocloro (Nb, Ta, Ce, Y), cassiterite (Sn), pollucite (Cs), monazite (Ce, La), zirconio (Zr), e uraninite (U, P). Ovviamente, le pegmatiti 'complesse' possono rivestire anche un grande interesse economico: le pegmatiti granitiche sono infatti la clas-

sica sorgente di un ampio spettro di metalli rari, quali Li, Rb, Cs, Be, Ga, Sc, Y, REE, Sn, Ta, U, Th, Zr e Hf. Ma anche silicati alluminiferi di cui sono sostanzialmente formate le pegmatite (principalmente feldspati) sono estratti con profitto per il loro impiego nell'industria del vetro, dei refrattari e dei ceramici; e ancora, le enormi lamine di muscovite trovano impiego come isolanti termici e elettrici, la petalite o lo spodumene come refrattari, i cristalli trasparenti di fluorite e di quarzo in campo ottico, l'amblygonite per uso ceramico (Černý, 1991). Sfruttate per estrarre materiali di uso tecnologico e industriale e per l'estrazione di metalli rari, le pegmatiti affascinano il curatore di collezioni mineralogiche per la sontuosità di certi esemplari. Pegmatiti che hanno fornito esemplari da collezioni sono tipicamente incassate in rocce continentali a profondità da bassa a moderata (1 – 3 kilobars), di età variabile: la maggior parte dei più grandi giacimenti pegmatitici, inclusi quelli in Brasile, Namibia, Mozambico e Madagascar, si sono formati durante l'evento tettonico metamorfico pan-africano legato al continente Gondwana (500-550 milioni di anni). Tuttavia altre famose pegmatiti che hanno fornito bellissimi esemplari di tormalina e altri minerali pegmatitici da collezione sono molto più recenti, come i famosi giacimenti californiani del San Diego County, formati circa 100 milioni di anni fa, e quelli dell'isola d'Elba, di 6.2 milioni di anni (Pezzotta e Laurs, 2011).

Gli esemplari delle pegmatiti gemmifere

Pur essendo, i depositi pegmatitici, distribuiti in vari continenti, è innegabile che in

pyrochlore group (Nb, Ta, Ce, Y), cassiterite (Sn), pollucite (Cs), monazite (Ce, La), zircon (Zr) and uraninite (U, P). Obviously, the 'complex' pegmatites can also have great economic importance. The granitic pegmatites are the classic source of a wide spectrum of rare metals, such as Li, Rb, Cs, Be, Ga, Sc, Y, REE, Sn, Ta, U, Th, Zr and Hf. Aluminiferous silicates, of which pegmatites (mainly feldspars) are largely formed, are also profitably extracted for use in the making of glass, refractory materials and ceramics. Moreover, the enormous laminae of muscovite are used as thermal and electric insulators, petalite or spodumene as refractory materials, the transparent crystals of fluorite and quartz in the field of optics, and amblygonite for ceramic uses (Černý 1991). Although pegmatites are exploited for the extraction of technological and industrial materials and rare metals, they also fascinate curators of mineralogical collections on account of the splendour of some specimens. Pegma-

tites that have yielded collection specimens are typically hosted in low to moderate (1-3 kilobars) continental rocks of variable age: most of the largest pegmatite deposits, including those in Brazil, Namibia, Mozambique and Madagascar, formed during the pan-African tecto-metamorphic event related to the continent Gondwana (500-550 Ma). However, other famous pegmatites providing very beautiful specimens of tourmaline and other collection-quality pegmatitic minerals are much more recent, such as the famous Californian deposits of San Diego County, formed around 100 Ma, and those of Elba Island, from 6.2 Ma (Pezzotta and Laurs 2011).

Gemmiferous pegmatite specimens

Although pegmatite deposits are found in various continents, some countries contain higher concentrations of



Fig. 4 Gruppo di cristalli prismatici di «tormalina» policroma su lepidolite. Cruzeiro, Minas Gerais, Brasile. Misure: 34 x 30 x 15 cm. Camp. n. G42417.

Fig. 4 Group of prismatic crystals of polychrome «tourmaline» on lepidolite. Cruzeiro, Brazil. Measurements: 34 x 30 x 15 cm. Spec. n. G42417.

taluni paesi vi siano concentrazioni più elevate di pegmatiti, alcune delle quali hanno prodotto campioni mineralogici di particolare pregio. Storicamente possiamo dire che le pegmatiti elbane hanno assunto un ruolo determinante poiché sono state le prime a produrre – a partire dalla prima metà del XIX secolo – esemplari da collezione (vedi contributo di Tanelli e Poggi in questo volume); la stessa elbaite, minerale del gruppo della tormalina caratteristico di molte pegmatiti, trae il proprio nome dall'Isola d'Elba, la prima località nella quale questa specie è stata ritrovata. Successivamente, nel corso del XX secolo, hanno ottenuto un significato di rilievo i giacimenti brasiliani, malgasci e statunitensi mentre, negli ultimi decenni, hanno acquisito una speciale notorietà i giacimenti delle pegmatiti afgane e pakistane come pure quelli delle pegmatiti cinesi.

Quando si parla di minerali delle pegmatiti, il pensiero e la fantasia dei collezioni-

pegmatites and some of them have produced particularly valuable mineralogical specimens. Historically, we can say that Elban pegmatites hold an important place since they were the first to produce collection specimens, starting from the first half of the 19th century (see the contribution by Tanelli and Poggi in this volume); indeed, elbaite, a mineral of the tourmaline group characteristic of many pegmatites, takes its name from Elba Island, the first place this species was found. The Brazilian, Madagascan and American deposits became important during the 20th century, while in recent decades the Afghan, Pakistani and Chinese pegmatite deposits have acquired special fame. When pegmatitic minerals are talked about, the thoughts and imagination of collectors turn immediately to «legendary» sites that have produced some of the best mineralogical collection specimens over the decades. Although a discussion of these sites is outside the scope of the present volume, we are duty

bound to dwell briefly on the characteristics of some of these deposits and describe some specimens present in the Museum that can be considered representative of the sites.

I giacimenti brasiliani

Inizieremo questa rapida rassegna dai giacimenti brasiliani – considerando gli straordinari esemplari di berillo, tormaline e topazio che si ritrovano nelle collezioni fiorentine – e in particolare dal giacimento di Cruzeiro (São José da Safira, Doce Valley, southeastern Minas Gerais, Brazil) che è tra i più famosi. Questo giacimento, costituito da quattro corpi pegmatitici principali con andamento subverticale, si è formato tra 550 e 600 milioni di anni fa ed è ospitato all'interno di formazioni prevalentemente quarzitiche con subordinati micascisti e anfiboliti. La miniera di Cruzeiro (Lavra de Cruzeiro) fu registrata per la prima volta nel 1935 e fu inizialmente coltivata per l'estrazione della muscovite (Barbosa 1944; Ottoni e Noronha 1942; Cassedanne *et al.* 1980), minerale appartenente al gruppo delle miche: considerata l'importanza strategica di questo minerale nel campo dell'elettrotecnica, la miniera conobbe uno straordinario sviluppo durante la II guerra mondiale (Murdock e Hunter 1944) quando la muscovite – che è un ottimo isolante elettrico e termico – trovava applicazione in condensatori per radiocomu-

bound to dwell briefly on the characteristics of some of these deposits and describe some specimens present in the Museum that can be considered representative of the sites.

The Brazilian deposits

We begin this rapid survey with the Brazilian deposits, with a look at the extraordinary specimens of beryl, tourmalines and topaz found in the Florentine collections. Of particular importance is the Cruzeiro deposit (São José da Safira, Doce Valley, southeastern Minas Gerais, Brazil), which is one of the most famous ones. This deposit, consisting of four main pegmatitic bodies with a subvertical course, formed 550–600 Ma and is hosted inside prevalently quartzite formations with subordinate mica schists and amphibolites. The Cruzeiro Mine (Lavra de Cruzeiro) was first registered in 1935 and was initially used for the extraction of muscovite

nicazioni, per l'isolamento di elettrodi in tubi radio, per l'isolamento di avvolgimenti, di candele di accensione, per isolare elementi riscaldanti di alta qualità e per molti altri impieghi (Wayland 1944). Subito dopo il conflitto, la produzione di muscovite decrebbe notevolmente fino ad arrivare quasi a uno stato di abbandono; tuttavia, il ritrovamento di elbaite (minerale del supergruppo della tormalina) avvenuto negli anni successivi riportò l'interesse su questa miniera, soprattutto dopo che José Neves acquisì, nel 1982, i diritti di coltivazione (Menezes Filho 2010).

Le tormaline estratte da Cruzeiro, spesso di qualità gemmologica, mostrano un'ampia gamma di colori e tonalità: nero, blu, verde scuro, verde chiaro, rosa, rosso, che talora sono presenti, variamente combinati, in uno stesso cristallo a conferire un caratteristico policromismo (Fig. 4). Contrariamente alla muscovite, rinvenuta principalmente nelle porzioni marginali dei filoni pegmatitici, le tormaline sono state ritrovate nelle zone centrali dei filoni e in particolare nelle porzioni dove i filoni (con spessori tipici di pochi metri) divenivano più larghi (Pratesi e Pezzotta 2008).

Nelle collezioni del Museo di Storia Naturale sono numerosi gli esemplari provenienti da Cruzeiro, tutti contraddistinti da

(Barbosa 1944; Ottoni and Noronha 1942; Cassedanne *et al.* 1980), a mineral belonging to the mica group; given the strategic importance of this mineral in the electrotechnical field, the mine underwent extraordinary development during World War II (Murdoch and Hunter 1944) when muscovite, an excellent electrical and thermal insulator; was used in capacitors for radio communications, for the insulation of electrodes in radio tubes, for the insulation of coils and spark plugs, to insulate high-quality heating elements and for many other uses (Wayland 1944). Immediately after the war, the muscovite production markedly declined and was almost abandoned; however, the discovery of elbaite (a mineral of the tourmaline group) in the following years revived interest in this mine, especially after José Neves acquired the extraction rights in 1982 (Menezes Filho 2010).

The tourmalines extracted from Cruzeiro, often of gem quality, exhibit a wide range of colours and tones: black, blue,

peculiarità che li rendono campioni unici e di rilevanza mondiale. Molti campioni di elbaite appartengono alla varietà *verdelite* che, come dice il nome stesso, è caratterizzata dal colore verde, in varie tonalità. Notevole è il campione G42410 (Fig. 5), dominato da un grosso cristallo principale alla cui base si aggiungono altri individui più piccoli, e il campione G42409 (Fig. 6) dove su una base di lepidolite si innestano grandi cristalli di quarzo sovrastati da cristalli di elbaite, di cui due decisamente spettacolari. Il campione della Fig. 7 è invece caratterizzato da una

dark green, light green, pink, red, which are sometimes present, variably combined, in the same crystal, conferring a characteristic polychromism (Fig. 4). Unlike muscovite, mainly found in the marginal portions of the pegmatite veins, the tourmalines were found in the central zones, particularly in the portions where the veins (with typical thicknesses of a few metres) became wider (Pratesi and Pezzotta 2008).

The Museum of Natural History collections contain numerous specimens from Cruzeiro, all with peculiarities that make them unique and internationally important specimens. Many elbaite specimens belong to the variety *verdelite* which, as the name implies, is of green colour, in various tones. Remarkable specimens include G42410 (Fig. 5), dominated by a large main crystal with other smaller individuals at its base, and G42409 (Fig. 6), consisting of a lepidolite base with large quartz crystals overlain by elbaite crystals, two of which are quite spectacular. Instead, the specimen in Fig. 7 is charac-

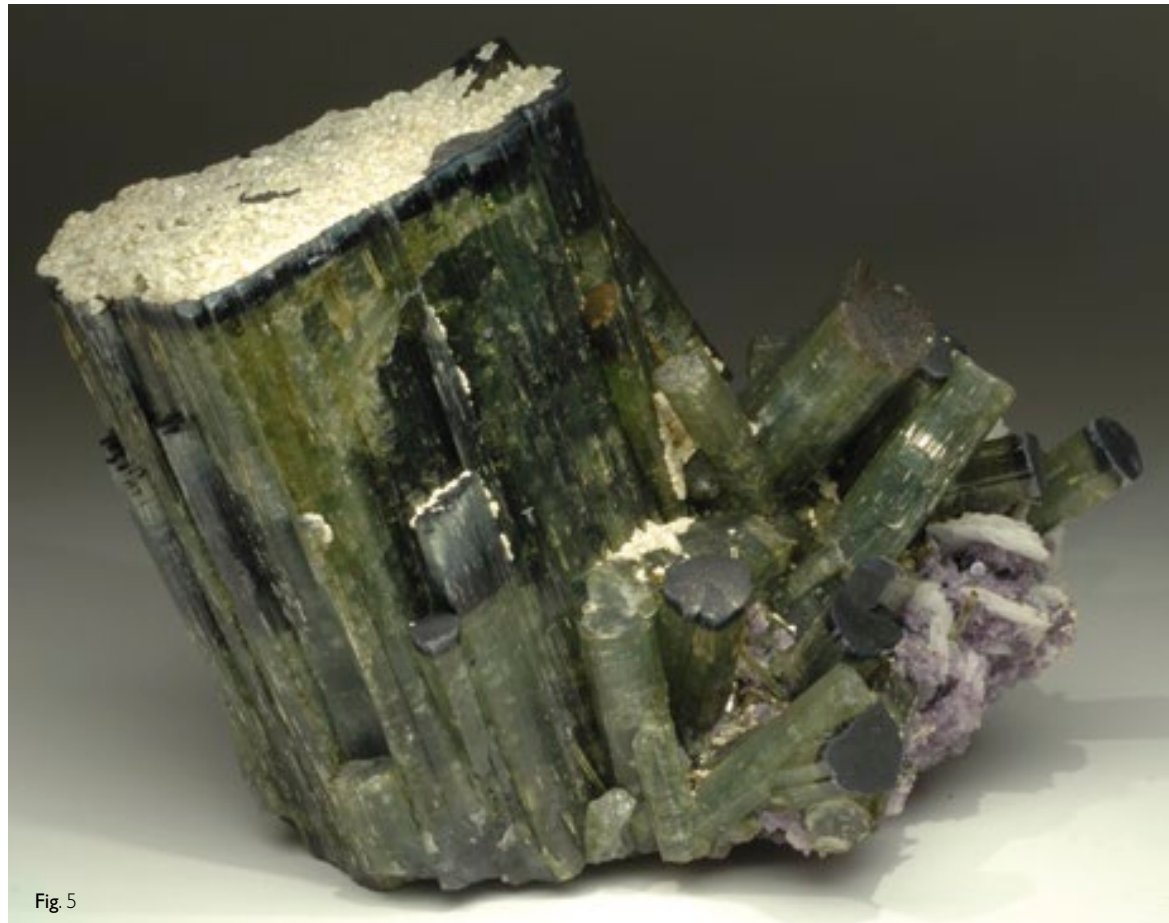


Fig. 5

Fig. 5 Grande cristallo prismatico di elbaite varietà *verdelite*. Da notare la terminazione piatta (polo analogo) data dalla presenza del pedione. Cruzeiro, Minas Gerais, Brasile. Misure: 21 x 17 x 12 cm. Camp. n. G42410.

Fig. 6 Grande gruppo di cristalli di elbaite, varietà *verdelite*, su quarzo incrostato alla base da piccoli cristalli di lepidolite. L'elbaite mostra la classica terminazione a «testa di moro» che può assumere colorazioni dal verde scuro fino al nero. Cruzeiro, Minas Gerais, Brasile. Misure: 35 x 18 x 18 cm. Camp. n. G42409.

Fig. 7 Elbaiti su una matrice costituita da bianchi cristalli laminari di albite. Cruzeiro, Minas Gerais, Brasile. Misure: 19 x 16 x 14 cm. Camp. n. G42411.

Fig. 5 Large prismatic crystal of elbaite variety *verdelite*. Note the flat termination (analogue pole) due to the presence of the pedion. Cruzeiro, Brazil. Measurements: 21 x 17 x 12 cm. Spec. n. G42410.

Fig. 6 Large group of crystals of elbaite variety *verdelite* on quartz with the base encrusted with small lepidolite crystals. The elbaite shows the classic "Moor's head" termination, which can be coloured dark green to black. Cruzeiro, Brazil. Measurements: 35 x 18 x 18 cm. Spec. n. G42409.

Fig. 7 Elbaites on a matrix consisting of white laminar albite crystals. Cruzeiro, Brazil. Measurements: 19 x 16 x 14 cm. Spec. n. G42411.



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8 Un grande cristallo di quarzo maculato – a causa delle inclusioni di albite – è cresciuto con cristalli prismatici di elbaite: gli individui più grandi mostrano un discreto policromismo che invece è assente, o appena accennato, in quelli più sottili. Cruzeiro, Minas Gerais, Brasile. Misure: 33 x 23 x 17 cm. Camp. n. G42408.

Fig. 8 A large crystal of spotted quartz (due to albite inclusions) intergrown with prismatic elbaite crystals: the larger crystals show polychromism, which instead is absent, or barely appreciable, in the thinner ones. Cruzeiro, Brazil. Measurements: 33 x 23 x 17 cm. Spec. n. G42408.

base di albite su cui è cresciuto un gruppo di elbaiti, alcune delle quali mostrano una terminazione con un colore verde decisamente più scuro, tendente al nero. Interessante è anche il campione rappresentato in Fig. 8 dove, su un grande cristallo di quarzo,

si sono formati cristalli prismatici di elbaite contraddistinti da una diversa tonalità di verde (dovuta alla presenza di policromismo in alcuni di essi). Da notare che la gran parte dei campioni di elbaite di Lavra de Cruzeiro, rappresentati nelle fotografie qui riprodotte,

terized by an albite base on which has grown a group of elbaite, some with a much darker green termination, tending to black. The specimen in Fig. 8 is also interesting: elbaite with different tones of green (due to the presence, in some of them, of polychromism) have formed on a large quartz crystal. It should be noted that most of the elbaite specimens from Lavra de Cruzeiro shown in these photographs exhibit the so-called 'analogue pole', i.e. the termination where the pedion appears.

Remaining with the Brazilian deposits, we must certainly mention the pegmatite of Córrego do Urucum, whose mine is known as Lavra do Urucum or Lavra do Tim. The mine is situated near the Doce Valley, Galiléia, in the easternmost part of the state of Minas Gerais. According to Nalini *et al.* (2000), the peraluminous granitoid Urucum Suite «contains four main facies: megafeldspar

granites, deformed medium- to coarse-grained granites, tourmaline, and pegmatitic facies. They intrude both the staurolite-garnet-muscovite-biotite schist of the São Tomé Formation and the Galiléia metaluminous suite (596 ± 4 Ma). Detailed structural studies suggest that the Urucum Suite emplaced during an important dextral strike-slip movement (D₁ phase) of the Brasiliano orogeny (650-450 Ma)».

The Urucum pegmatite consists of a large lenticular body extending east-southwest and showing a steep westward immersion. The thickness of the pegmatitic body exceeds 20 m near the central portion and appears to become thicker as the depth increases (Cassedanne 1986). The Urucum Mine was initially exploited at an industrial level for the extraction of muscovite, lepidolite and feldspar; this deposit became famous in 1968 upon

mostrano il cosiddetto ‘polo analogo’, ossia la terminazione dove compare il pedione.

Rimanendo tra i giacimenti brasiliani, merita senza dubbio ricordare la pegmatite di Córrego do Urucum, la cui miniera è conosciuta come Lavra do Urucum o Lavra do Tim. La miniera è situata vicino alla Doce Valley, Galileia, nell'estrema porzione orientale dello stato di Minas Gerais. Secondo Nalini *et al.* (2000), la *suite* granitoide peraluminosa di Urucum contiene quattro facies principali: facies granitica a megafeldspati, facies con graniti deformati a grana media e grossa, facies a tormalina, facies pegmatitica. Queste facies intrudono sia gli scisti a staurolite-granato-muscovite-biotite della Formazione di São Tomé sia la suite metalluminosa di Galiléia (596 ±4 Ma). Studi strutturali dettagliati suggeriscono che la Suite di Urucum si sia messa in posto durante un importante movimento trascorrente destrorso dell'orogenesi Brasiliana (650-450Ma).

La pegmatite di Urucum consiste di un grande corpo lenticolare che si estende in direzione est-sudest e che mostra una ripida immersione verso ovest. Lo spessore del corpo pegmatitico supera i 20 metri vicino alla porzione centrale e appare divenire più spesso con l'aumentare della profondità (Cassedanne 1986). La miniera di Urucum fu inizialmente coltivata a livello industriale per l'estrazione di muscovite, lepidolite e feldspato; la notorietà per questo giacimento arrivò nel 1968, quando fu scoperta una cavità che produsse, tra l'altro, alcuni cristalli di spodumene di colore lavanda. In questa circostanza furono estratte circa 3 tonnellate di questo minerale con alcuni cristalli che arrivavano al peso di 2 kg.

Un'altra scoperta straordinaria avvenne nel 1973, quando fu intercettata una cavità cilindrica di circa 2 m di diametro per 10 metri di altezza contenente centinaia di esemplari di berillo varietà *morganite* (berillo di colore rosa) con dimensioni dei singoli cristalli che arrivavano a 25 cm. Quando tutti i campioni furono rimossi, fu calcolato che il peso totale dei cristalli di berillo rinvenuti ammontava a oltre 300 chilogrammi! Ma non è tanto il peso complessivo che deve meravigliare quanto la straordinaria qualità e dimensioni dei cristalli; a tutt'oggi, infatti, la *morganite* di Córrego do Urucum è unanimemente riconosciuta come la migliore a livello mondiale. E dobbiamo dire che nel Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze si ritrovano alcuni dei più begli esemplari di quell'incredibile ritrovamento. Il campione G42391, ad esempio, è considerato dagli esperti uno dei più rappresentativi di questa miniera sia per la presenza della matrice composta da albite e tormalina sia perché il cristallo – un prisma esagonale tabulare – emerge chiaramente dalla matrice stessa (Fig. 9). È interessante notare che anche la *morganite*, così come accade per le altre varietà di berillo, può mostrare differenti tonalità nell'ambito di una medesima colorazione: ad esempio la tonalità di rosa del cristallo appena descritto è diversa rispetto alla tonalità rosa salmone mostrato dal cristallo privo di matrice rappresentato nella Fig. 10.

Ma Lavra do Urucum, come già accennato, è famosa anche per avere prodotto – in successivi ritrovamenti, due dei quali memorabili (quello del 1968 sopra descritto e quello del 1990) – straordinari cristalli di

the discovery of a cavity that produced some lavender spodumene crystals. About 3 tonnes of this mineral were subsequently extracted, with several crystals reaching 2 kg.

Another extraordinary discovery occurred in 1973, with the interception of a cylindrical cavity around 2 m in diameter and 10 m high containing hundreds of beryl specimens of the variety *morganite* (pink beryl), with single crystals reaching 25 cm in length. When all the specimens had been removed, it was calculated that the total weight of the beryl crystals exceeded 300 kg! But the marvellous thing was not so much the overall weight but the extraordinary quality and sizes of the crystals; even today, the *morganite* of Córrego do Urucum is unanimously recognized as the best in the world. And we are happy to say that the Museum of Natural His-

tory of the University of Florence possesses some of the most beautiful specimens from that incredible discovery. For instance, experts consider specimen n. G42391 to be one of the most representative of this mine because of the presence of the matrix (composed of albite and tourmaline) and because the crystal (a hexagonal tabular prism) emerges clearly from the matrix (Fig. 9). It is also interesting that the *morganite*, like the other varieties of beryl, can exhibit different tones of the same colour: for example, the pink tone of the crystal just described is different from the salmon pink tone shown by the crystal lacking a matrix represented in Fig. 10.

As already mentioned, Lavra do Urucum is also famous for producing extraordinary crystals of spodumene (Cornejo and Bartorelli 2010), a lithium aluminium inosilicate belonging to the pyroxene group, as a result of



Fig. 9



Fig. 10

spodumene (Cornejo e Bartorelli 2010), un inosilicato di litio e alluminio appartenente al gruppo dei pirosseni. Il minerale fu descritto per la prima volta attorno al 1800 da un brasiliano, José Bonifácio de Andrada e Silva, anche se i campioni da lui studiati provenivano dal giacimento di Utö Island (Svezia). Lo spodumene è molto apprezzato in gioielleria: i campioni con colore rosa – in tonalità variabile dal rosa pallido al rosa acceso, fino ad arrivare al viola bluastrò – danno

two memorable discoveries (that of 1968 described above and that of 1990). This mineral was first described around 1800 by a Brazilian, José Bonifácio de Andrada e Silva, although the specimens he studied came from the deposit of Utö Island (Sweden). Spodumene is highly appreciated in jewellery: the pink specimens (in variable tones from light to bright pink, even reaching bluish violet) belong to the

Fig. 9 Questo è uno dei più belli campioni esistenti al mondo di berillo varietà *morganite*. Questa varietà, caratterizzata da un magnifico colore rosa, si presenta sempre in cristalli tabulari (prisma fortemente appiattito) a differenza della varietà *aquamarina* che, invece, tende a formare preferenzialmente prismi allungati. In tutti i casi, comunque, il prisma è esagonale poiché il berillo cristallizza appunto nel sistema cristallino esagonale. Córrego do Urucum, Minas Gerais, Brasile. Misure del cristallo: 15 x 15 x 5 cm. Camp. n. G42407.

Fig. 10 Grande cristallo di berillo varietà *morganite*, privo di matrice. La *morganite*, che come abbiamo già detto è contraddistinta da una colorazione rosa che può assumere varie tonalità (in questo caso rosa-salmone), era la pietra preferita dal celebre banchiere John Pierpont Morgan, grande collezionista ed appassionato di gemme. In suo onore, nel 1911, il mineralogista G.F. Kunz ribattezzò *morganite* quello che fino ad allora era stato semplicemente definito berillo rosa. Córrego do Urucum, Minas Gerais, Brasile. Misure del cristallo: 21 x 17 x 9 cm. Camp. n. G42389.

Fig. 9 This is one of world's finest specimens of beryl variety *morganite*. This magnificent pink variety is always present in tabular crystals (prism strongly flattened) unlike variety *aquamarine* which tends to form elongated prisms. However, in all cases, the prism is hexagonal because beryl crystallizes in the hexagonal crystal system. Córrego do Urucum, Brazil. Measurements: 15 x 15 x 5 cm. Spec. n. G42391.

Fig. 10 Large crystals of beryl variety *morganite* lacking a matrix. *Morganite*, which can assume various tones of pink (in this case salmon pink), was the favourite stone of the banker John Pierpont Morgan, a keen gemstone collector and enthusiast. In 1911, the mineralogist G.F. Kunz honoured him by giving the name *morganite* to what until then had been simply called pink beryl. Córrego do Urucum, Brazil. Measurements: 21 x 17 x 9 cm. Spec. n. G42389.



Fig. 11

Fig. 11 Cristallo biterminato di spodumene varietà *kunzite*. Mawi, Laghman, Afghanistan. Misure del cristallo: 22 x 6 x 3 cm. Camp. n. G47745.

Fig. 12 Spodumene varietà *hiddenite*, cristallo biterminato. Resplendor, Minas Gerais, Brasile. Misure: 23 x 6 x 5 cm. Camp. n. G42804.

Fig. 13 Un elegante intreccio di cristalli di elbaite: è ben visibile la terminazione più scura presente nel cristallo principale e nei cristalli più piccoli cresciuti coassialmente con l'individuo principale. Miniera Itatiaia, Governador Valadares, Minas Gerais, Brasile. Misure: 22 x 12 x 8 cm. Camp. n. G42393.

Fig. 11 Bi-terminated crystal of spodumene variety *kunzite*. Mawi, Laghman, Afghanistan. Measurements: 22 x 6 x 3 cm. Spec. n. G47745.

Fig. 12 Bi-terminated crystal of spodumene variety *hiddenite* Resplendor, Minas Gerais, Brasile. Measurements: 23 x 6 x 5 cm. Spec. n. G42804.

Fig. 13 An elegant interlacement of elbaite crystals: clearly visible is the darker termination present in the main crystal and in the smaller crystals grown coaxially with the main one. Itatiaia mine, Governador Valadares, Minas Gerais, Brazil. Measurements: 22 x 12 x 8 cm. Spec. n. G42393.



Fig. 12

origine alla varietà *kunzite*; quelli con colore verde sono noti con il nome *hiddenite*; la colorazione giallo-chiaro, infine, connota la varietà *trifane*. Da notare che le varietà *kunzite* e *hiddenite* tendono a essere fortemente pleocroiche. Due campioni di spodumene, rispettivamente *kunzite* e *hiddenite*, sono visibili nelle Figg. 11 e 12. Una caratteristica di questi cristalli è la presenza di figure di corrosione naturali ben visibili sulle facce (Fig. 12) – probabilmente prodotte dalla percolazione di soluzioni di acido fluoridrico – così come la presenza di facce striate e di canali che attraversano il cristallo in tutta la sua lunghezza (Fig. 11).

Nei minerali pegmatitici della Collezione Ponis (trattata nel capitolo sulle collezioni, in questo libro) sono rappresentati almeno

variety *kunzite*, while those with green colour are known as *hiddenite*, and the light yellow colour characterizes the variety *triphane*. It should be noted that the varieties *kunzite* and *hiddenite* tend to be strongly pleochroic. Two spodumene specimens, respectively *kunzite* and *hiddenite*, can be seen in Figs. 11 and 12. A characteristic of these crystals is the presence of natural corrosion figures visible on the faces (Fig. 12), probably caused by percolation of hydrofluoric acid solutions, and the presence of striated faces and channels that run the entire length of the crystal (Fig. 11).

At least two other important Brazilian deposits are represented in the pegmatite minerals of the Ponis Collection (discussed in the chapter on the collections in this volume): Itatiaia and Santa Rosa. The Itatiaia Mine (Lavra

altri due importanti giacimenti brasiliani: quello di Itatiaia e quello di Santa Rosa. La miniera di Itatiaia (Lavra da Itatiaia) si trova nel distretto di Conselheiro Pena, non lontano dal distretto di Galileia (dove è ubicata Lavra do Urucum) e fu coltivata, a partire dal 1942, per la produzione di mica, quarzo e berillo. Quattordici vene pegmatitiche, tutte con

andamento subverticale, sono state finora scoperte in quell'area. L'inizio della coltivazione per l'estrazione di tormaline è da datare attorno alla fine degli anni '60 del secolo scorso, quando furono portati alla luce molti campioni di elbaite; anche se pochi esemplari mostravano una qualità gemmologica, alcuni erano di estremo interesse per i collezionisti, in virtù della loro straordinaria eleganza. I cristalli di questi campioni – in cui è talora ben visibile il prisma ditrigonale e la piramide trigonale (polo analogo) – hanno una lucentezza sericea poiché all'interno sono composti da aggregati di fibre finissime (con tipico spessore di 0.05-0.30 mm) allineate parallelamente all'asse *c* ossia parallelamente alla direzione di allungamento del cristallo (Fig. 13). Talora, le stesse termi-

da Itatiaia) is in the district of Conselheiro Pena, not far from the district of Galileia (where Lavra do Urucum is located), and it was exploited, beginning in 1942, for the production of mica, quartz and beryl. Fourteen pegmatite veins, all subvertical, have been discovered in that area. The extraction of tourmalines began around the end of the 1960s, when many specimens of elbaite were found; although few specimens were of gem quality, some were of great interest to collectors because of their extraordinary elegance. The crystals of these specimens, in which the ditrigonal prism and trigonal pyramid (antilogous pole) can sometimes be seen, have a silky lustre since they are composed internally by very thin fibres (with typical thickness of 0.05-0.30 mm) lined up parallel to the *c* axis, i.e. parallel to the crystal's axis of growth (Fig. 13). In fact, the termina-



Fig. 13



Fig. 14



Fig. 15

nazioni sono sfilacciate (frayed termination) o fibrose (Fig. 14). Da notare che Dutrow e Henry (2000) descrissero un campione di tormalina fibrosa nel quale le singole fibre mostravano zonature rappresentative delle varie fasi evolutive dei fluidi magmatici e idrotermali. Lo studio composizionale di tali fibre evidenziava un progressivo frazionamento dei fluidi che apparivano sempre più arricchiti in Na, Li, Ca, e F durante le ultime fasi di cristallizzazione della pegmatite.

tions are sometimes frayed or fibrous (Fig. 14). Dutrow and Henry (2000) described a specimen of fibrous tourmaline in which the single fibres showed zonations representing the various evolutionary phases of the magmatic and hydrothermal fluids. The compositional study of these fibres revealed a progressive fractioning of the fluids, which appeared increasingly enriched in Na, Li, Ca and F during the last phases of crystallization of the pegmatite.

The Santa Rosa mine (Lavra de Santa Rosa), which yielded the elbaite varieties *verdelite* and *rubellite* shown

La miniera di Santa Rosa (Lavra de Santa Rosa), dalla quale provengono l'elbaite varietà *verdelite* e l'elbaite varietà *rubellite* mostrati rispettivamente nella Fig. 15 e nella Fig. 16, può essere annoverata tra le più importanti miniere di tormalina nel mondo. L'attività di ricerca iniziò nel 1967, quando i primi frammenti di elbaite furono rinvenuti nel suolo residuale; si narra addirittura che il giacimento fosse stato scoperto grazie ai granelli di *rubellite* che le formiche avevano

respectively in Figs. 15 and 16, can be considered one of the most important tourmaline mines in the world. The research activity began in 1967 when the first elbaite fragments were found in the residual soil; it has even been said that this deposit was discovered thanks to grains of *rubellite* brought by ants out of their anthills. Although this story remains unconfirmed, this mode of discovery of tourmaline deposits would not be unique: the nearby district of Conselheiro Pena contains a mine called Lavra da Formiga exactly because the discovery (in this case certified by the

Fig. 14 Un altro splendido gruppo di cristalli di elbaite provenienti dalla miniera Itatiaia (Brasile). Da notare che alcuni cristalli sono caratterizzati da terminazioni 'sfilacciate' o fibrose. Misure: 17 x 15 x 10 cm. Camp. n. G42392.

Fig. 15 Elbaite, varietà *verdelite*, proveniente dalla Miniera di Santa Rosa (Minas Gerais, Brasile). Misure: 13 x 7 x 4 cm. Camp. n. G42385.

Fig. 14 Another splendid group of elbaite crystals from the Itatiaia mine (Brazil). Note that some crystals have frayed or fibrous terminations. Measurements: 17 x 15 x 10 cm. Spec. n. G42392.

Fig. 15 Elbaite variety *verdelite* from the Santa Rosa mine (Minas Gerais, Brazil). Measurements: 13 x 7 x 4 cm. Spec. n. G42385.



Fig. 16 Elbaite, varietà *rubellite*, con annessa matrice albitica. Miniera di Santa Rosa, Minas Gerais, Brasile. Misure: 10 x 9 x 8 cm. Camp. n. G42384.

Fig. 16 Elbaite variety *rubellite* with attached albite matrix. Santa Rosa mine, Minas Gerais, Brazil. Measurements: 10 x 9 x 8 cm. Spec. n. G42384.

portato fuori dai loro formicai. Anche se non vi sono conferme in merito, questa modalità di scoperta di giacimenti di tormalina non è un caso unico: nel vicino distretto di Conselheiro Pena esiste una miniera chiamata Lavra da Formiga proprio perché la scoperta – in questo caso certificata dal nome – fu dovuta all'incessante lavoro delle formiche che portavano alla luce piccoli grani del minerale. Nel momento di massima produzione, databile tra la fine degli anni '60 e gli inizi degli anni '70, lavoravano in questa

miniera circa 3000 garimpeiros (minatori). La prima fase di coltivazione fu resa più agevole dalla completa caolinizzazione della matrice: il campione della Fig. 15 fu probabilmente rinvenuto in quel periodo poiché, come gran parte degli esemplari dell'epoca, è un cristallo flottante (*loose crystal*) ossia privo di matrice; d'altro canto il campione in Fig. 16 mostra invece una piccola quantità di matrice feldspatica.

Altri campioni pegmatitici, di notevole importanza sotto un profilo estetico, sono

name) was due to the incessant work of ants that brought small grains of the mineral to the surface. At the time of maximum production around the late 1960s-early 1970s, around 3000 *garimpeiros* (miners) worked in this mine. The first phase of exploitation was made easier by the complete kaolinization of the matrix: the specimen in Fig. 15 was probably found in that period since, like most of the specimens of the time, it is a loose crystal, i.e. lacking matrix; on the other hand, the specimen in Fig. 16 shows a little amount of feldspar matrix.

Other pegmatite specimens of marked aesthetical importance are present in the Museum of Natural History collections. They include the large topaz crystal from Minas Gerais (see Fig. 11 in Fantoni and Poggi «Dal Gabinetto di Mineralogia[...]», in this volume), an enormous crystal of beryl, variety *aquamarine*, weighing 98 kg (Fig. 2), and many other specimens belonging to the Ponis Collection, among which an extraordinary schörl on albite from the Conselheiro Pena district (Fig. 17).



presenti nelle collezioni del Museo di Storia Naturale. Merita qui ricordare il grande cristallo di topazio proveniente da Minas Gerais (vedi Fig. 11 nel contributo di Fantoni e Poggi «Dal Gabinetto di Mineralogia al Museo di Storia Naturale», in questo volume), un enorme cristallo di berillo varietà *acquamarina* del peso di ben 98 kg (Fig. 2) e molti altri esemplari appartenenti alla collezione Ponis, tra cui una straordinaria sciorlite (schörl) su albite proveniente dal distretto di Conselheiro Pena (Fig. 17).

The Elban pegmatites

Even though the Elba Collection has been considered in a separate chapter (see Tanelli and Poggi, in this volume), it is appropriate to direct the reader's attention to some specimens deriving from the pegmatites of Elba Island and reputed, without any doubt, to be among the best in the world. The aplite-pegmatite dikes are distributed around the Monte Capanne pluton, which forms most of the western part of the island. The most common facies is a medi-

Le pegmatiti elbane

Anche se la collezione elbana è stata trattata in un apposito capitolo (vedi Tanelli e Poggi, in questo volume), è opportuno comunque richiamare l'attenzione del lettore su alcuni esemplari provenienti dalle pegmatiti dell'Isola d'Elba e reputati, senza ombra di dubbio, tra i migliori a livello mondiale. I dicchi aplitico-pegmatitici sono distribuiti attorno al plutone di Monte Capanne che forma gran parte della porzione occidentale dell'isola.

um-grained monzogranite, locally porphyric and containing large orthoclase crystals in the peripheral zones of the intrusion. According to Černý (1991), the Elban pegmatites can be classified as Lithium-Caesium-Tantalum (LCT-type) pegmatites and, as such, can be likened to the Californian and Afghan pegmatites. On the basis of the studies by Dini *et al.* (2004), it seems that the Monte Capanne intrusion, formed by slightly peraluminous monzogranite, is a composite pluton characterized by three distinct facies: the facies richer in silica of Sant'Andrea (northwest),

Fig. 17 Un bellissimo esemplare formato da un cristallo principale di sciorlite circondato e compenetrato da un aggregato di cristalli tabulari di albite. Conselheiro Pena, Minas Gerais, Brasile. Misure: 16 x 16 x 14 cm. Camp. n. G42391.

Fig. 17 A beautiful specimen formed by a main schörl crystal surrounded and interpenetrated by an aggregate of tabular albite crystals. Conselheiro Pena, Minas Gerais, Brasile. Misure: 16 x 16 x 14 cm. Spec. n. G42391.

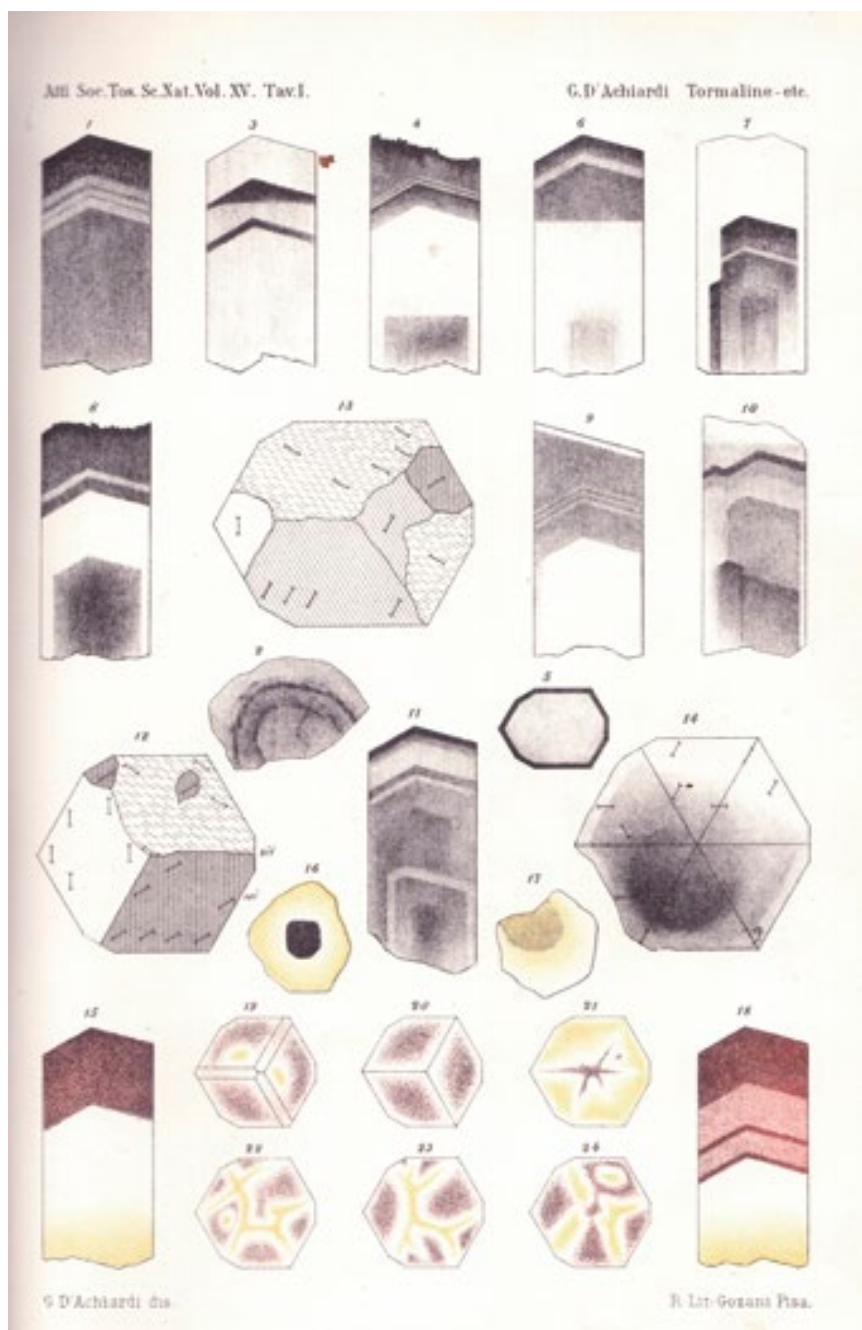


Fig. 18 Riproduzione di una tavola che illustra alcune forme e colori individuati, da Giovanni D'Achiardi, sulle tormaline elbane. Tav. I Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Vol. XV.

Fig. 18 Reproduction of a plate illustrating some forms and colours identified on Elba tourmalines by Giovanni D'Achiardi. Tav. I Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Vol. XV.

La facies più comune è un monzogranito a grana media, localmente porfirico e contenente grande cristalli di ortoclasio nelle zone periferiche dell'intrusione. Secondo Černý (1991) quelle elbane sono classificabili come pegmatiti a Litio-Cesio-Tantalio (LCT-type) e, in quanto tali, possono essere assimila-

te alle pegmatiti californiane e afgane. In base agli studi di Dini *et al.* (2004) sembra che l'intrusione di Monte Capanne – formata da un monzogranito leggermente peralluminoso – sia un plutone composito caratterizzato da tre facies ben distinte: la facies più ricca in silice di Sant'Andrea (a nord-ovest), la facies più povera in silice di San Piero (a sud-est), la facies di San Francesco che separa le prime due attraverso una vasta zona di transazione. Alcune analisi compiute da Ruggieri e Lattanzi (1992) su inclusioni fluide all'interno di cristalli di quarzo, berillo e tormaline attestano una profondità di solidificazione della massa intrusiva di circa 7 km. Un recente lavoro di Rocchi *et al.* (2010), infine, suggerisce che inizialmente tre laccoliti si siano messi in posto a una profondità compresa tra 2 e 3 km; poi, a un livello più profondo, attraverso tre impulsi magmatici impilati verso il basso come corpi intrusivi suborizzontali, in un breve intervallo di tempo si sarebbe formato l'intero plutone.

Nella prima metà del XIX secolo iniziarono le coltivazioni dei dicchi pegmatitici che avrebbero prodotto i famigerati campioni mineralogici gelosamente conservati nei più prestigiosi musei del mondo (Orlandi e Pezzotta, 1996; Tanelli e Benvenuti, 1998). Grotta d'Oggi, Facciatoia, Fonte del Prete, La Speranza, Masso Foresi (che produsse i grandi blocchi conservati nel Museo conosciuti come «i quattro evangelisti») sono i nomi delle località da cui sono usciti molti degli esemplari presenti nelle collezioni del Museo di Storia Naturale. Come già riportato da Tanelli e Poggi (in questo volume) sono circa 200 le specie mineralogiche finora rinvenute all'Isola d'Elba e oltre 70 quelle ritrovate nelle sole pegmatiti del Monte Capanne; dunque sarebbe necessario un intero volume per trattarle tutte con l'evidenza che meriterebbero! Qui, invece, descriveremo rapida-

the facies poorer in silica of San Piero (southeast), the San Francesco facies separating the first two through a vast transition zone. Some analyses conducted by Ruggieri and Lattanzi (1992) on fluid inclusions inside quartz, beryl and tourmaline crystals revealed a solidification depth of the intrusive mass of ca. 7 km. Finally, a recent study by Rocchi *et al.* (2010) suggested that initially «three laccoliths were emplaced at 2–3 km depth; then, at a deeper level, a granite pluton was constructed over a short time span by three magma pulses stacked downward as subhorizontal intrusive sheets».

The exploitation of the pegmatite dikes, which would produce the famous mineralogical specimens jealously conserved in the world's most prestigious museums, began in the first half of the 19th century (Orlandi and Pezzotta, 1996; Tanelli and Benvenuti, 1998). The names of the sites that produced many of the specimens present in the Museum of Natural History collections are Grotta d'Oggi, Facciatoia, Fonte del Prete, La Speranza and Masso Foresi (which yielded the large blocks known as «the four evangelists»). As reported by Tanelli and Poggi (in this volume), around 200 mineral species have been dis-



mente solo alcuni campioni rappresentativi del gruppo della tormalina o per meglio dire, seguendo la recente nomenclatura (Henry *et al.* 2011), del supergruppo della tormalina. Proprio in virtù di questa nuova nomenclatura, approvata dall'apposita commissione dell'IMA (International Mineralogical Association), diventa decisamente rischioso attribuire, ai vecchi campioni di tormalina, nomi di specie che non siano opportunamente certificati da recenti analisi. Addirittura molti

campioni della collezione elbana potrebbero non essere elbaiti (il classico termine a sodio appartenente al gruppo delle tormaline ad alcali) bensì rossmaniti (ossia termini con il sito X vacante)! Comunque, a prescindere da quelle che potrebbero essere le risultanze di un'eventuale investigazione analitica – siccome i canoni dell'estetica non sono legati alle regole nomenclaturali – le tormaline elbane conservano inalterato il loro valore storico, scientifico ed economico.

Fig. 19 Cristalli di «tormalina», di colore rosa, su una matrice costituita da feldspato e aggregati globulari micacei. Elba, S. Piero in Campo. Misure: 15 x 11 x 11 cm. Camp. n. 4294 E.

Fig. 19 Pink «tourmaline» crystals on a matrix consisting of feldspar and globular mica aggregates. Elba Island, S. Piero in Campo. Measurements: 15 x 11 x 11 cm. Spec. n. 4294 E.

covered on Elba Island thus far and over 70 of them have come from the Monte Capanne pegmatites alone; hence, a whole volume would be necessary to deal with them in the manner they deserve! Here, instead, we will describe some representative specimens of the tourmaline group, or we should say the tourmaline supergroup following the recent nomenclature (Henry *et al.* 2011). According to the new nomenclature approved by the appropriate committee of the IMA (International Mineralogical Association), it becomes very risky to attribute names of species to old tourmaline specimens that are not properly

certified by recent analyses. Indeed, many specimens of the Elba Collection may not even be elbaites (the classic sodium term belonging to the alkali tourmaline group) but rather rossmanites (i.e. terms with the X site vacant)! However, the Elba tourmalines conserve their historical, scientific and economic value in spite of the results of eventual analytical investigations, since the canons of aesthetics are not related to nomenclatural rules.

Since their discovery, the Elban tourmaline specimens have been studied by dozens of researchers who have investigated their form, colours and genesis. For in-



Fig. 20

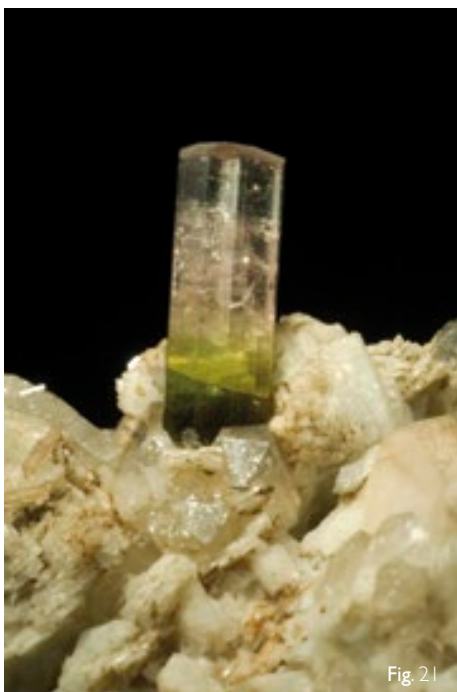


Fig. 21



Fig. 22

Fig. 20 Due cristalli paralleli caratterizzati da una terminazione dove compare la piramide ditrigonale. Elba, Grotta d'Oggi. Misure: 3 x 3 x 2 cm. Camp. n. 4067 E.

Fig. 21 «Tormalina» policroma: notare la sfumatura di colore che passa dal verde (alla base del cristallo), al rosa (nel centro) fino a divenire quasi incolore alla sommità. Elba, Grotta d'Oggi. Misure: 10 x 7 x 6 cm. Camp. n. 4076 E.

Fig. 22 Quello raffigurato è uno dei campioni più importanti della «Collezione Elbana». I due cristalli principali, che raggiungono gli 11 cm di altezza, sono innestati su una matrice nella quale sono presenti anche cristalli di feldspato e quarzo ben formati (euhedrali). Elba, Grotta d'Oggi. Camp. n. 4975 E.

Fig. 20 Two parallel crystals characterized by a termination with the ditrigonal pyramid. Elba Island, Grotta d'Oggi. Measurements: 3 x 3 x 2 cm. Spec. n. 4067 E.

Fig. 21 Polychrome «tourmaline»: note the colour gradient, passing from green (at the base of the crystal) to pink (middle) to almost colourless (at the top). Elba Island, Grotta d'Oggi. Measurements: 10 x 7 x 6 cm. Spec. n. 4076 E.

Fig. 22 This is one of the most important specimens of the «Elba Collection». The two main crystals, reaching 11 cm in height, are grafted onto a matrix containing well-formed (euhedral) crystals of feldspar and quartz. Elba Island, Grotta d'Oggi. Spec. n. 4975 E.

I campioni di tormalina elbana sono stati studiati, a partire dal loro ritrovamento, da decine di ricercatori che ne hanno indagato la forma, i colori, la genesi. Giovanni D'Achiardi, ad esempio, riportò i risultati del suo minuzioso studio morfologico – effettuato su ben 2799 cristalli (Fig. 18) – in tre distinti contributi

stance, Giovanni D'Achiardi reported the results of his detailed morphological study on 2799 crystals (Fig. 18) in three separate contributions (D'Achiardi 1893, 1896). The extraordinary colours were mentioned by Bombicci (1875) in his *Corso di Mineralogia*, while D'Achiardi (1900)

(D'Achiardi 1893, 1896, 1900). Gli straordinari colori furono citati dal Bombicci (1875) nel suo *Corso di Mineralogia*, mentre D'Achiardi (1900) ne fece oggetto di un'apposita pubblicazione. In effetti, come mostrano le Figg. 19-22, forme e colori trionfano in tutte le tormaline elbane. Tra tutti i campioni troneggiano

made them the subject of a special publication. In effect, forms and colours triumph in all Elban tourmalines, as shown in Figs. 19-22. Nevertheless, two specimens (Fig. 23) stand out from all the others, namely those carefully described on their arrival in Florence by Corsi (1882).



Fig. 23 Il Corsi, nella sua pubblicazione del 1882, così descrive questo campione: «[...] è un pezzo di filone di granito lungo 0^m, 30 e largo 0^m, 18, ricoperto su tutta la sua superficie libera di splendidi cristalli di Tormalina, Berillo, Zircono, Ortose, Albite e Quarzo. Le Tormaline sono in numero di 50, tutte grosse, lucidissime, benissimo cristallizzate e terminate. I cristalli più grossi misurano 62^{mm} X 12^{mm} e 42^{mm} X 14^{mm}; quelli di grandezza media 38^{mm} X 10^{mm}. Sono di colore verde bottiglia scuro nei tre quarti inferiori, per quindi passare, quasi ad un tratto, ad un colore giallo d'olio, che termina l'ultima zona del cristallo e lo rende trasparente. Sono terminate colle faccie di due romboedri, uno, diretto, con le faccie inclinate a 155° circa, e corrispondente al romboedro ¼ di Dana, ha superficie liscie, piane, ma non lucenti; l'altro, inverso, con faccie inclinate a 130° circa (romboedro ½ di Dana) ha superfici lucenti, ma sensibilmente ondulate. Oltre le Tormaline che danno al pezzo il suo maggior valore, si notano due Berilli, piuttosto voluminosi, l'uno tinto leggermente in roseo e coricato sul fianco, l'altro limpido, incolore, coronato e piantato verticalmente. Un piccolo cristallo di Zircono di colore verde pisello è impiantato all'incontro di una Tormalina con l'Albite. Oltre questi minerali, che sono i più importanti, si notano grossi cristalli di Ortose, varii di Albite, moltissimi e grossi di Quarzo trasparente e tinto leggermente in giallo rossastro». Camp. n. 4973 E.

Fig. 23 Corsi described this specimen in his 1882 publication: «[...] it is a piece of granite vein 0^m, 30 long and 0^m, 18 wide, covered on its entire free surface with beautiful crystals of Tourmaline, Beryl, Zircon, Orthoclase, Albite and Quartz. The Tourmalines are 50 in number; all large, very shiny, well crystallized and terminated. The largest crystals measure 62^{mm} X 12^{mm} and 42^{mm} X 14^{mm}, and those of medium size 38^{mm} X 10^{mm}. They are of a dark bottle green colour in the lower three quarters, and then pass, almost suddenly, to an oil yellow colour; which forms the last zone of the crystal and renders it transparent. They are terminated with the faces of two rhombohedra: one, direct, with faces inclined at ca. 155°, and corresponding to Dana's ¼ rhombohedron, has smooth, flat, but not shiny surfaces; the other, inverse, with faces inclined at ca. 130° (Dana's ½ rhombohedron), has shiny but appreciably undulated surfaces. In addition to the Tourmalines which give the piece its greatest value, one notes two Beryls, rather voluminous, one tinted slightly pink and lying on its side, the other clear, colourless, crowned and vertically planted. A small zircon crystal of pea green colour is implanted where a Tourmaline meets the Albite. In addition to these minerals, which are the most important, one can see large crystals of Orthoclase, several of Albite, and many large ones of transparent and slightly reddish-yellow Quartz». Spec. n. 4973 E.

comunque due esemplari (Fig. 23) descritti accuratamente da Corsi nel 1882 al loro arrivo a Firenze.

Probabilmente sulla storia delle tormaline elbane c'è ancora molto da scrivere. Il ritrovamento della prima metà del XIX secolo – che fino a qualche anno fa poteva apparire come una felice e straordinaria parentesi storica destinata a rimanere chiusa per sempre

– torna oggi di grande attualità. Da qualche anno, infatti, scavi compiuti da Federico Pezzotta, con l'ausilio di alcuni validi collaboratori, stanno portando alla luce esemplari con bellissimi cristalli che, in taluni casi, arrivano a competere con i migliori campioni dell'Ottocento.

Forse, le pegmatiti dell'Isola d'Elba, hanno ancora molte cose da raccontare.

There is probably much more to write on the history of the Elban tourmalines. The discovery in the first half of the 19th century, which until a few years ago may have seemed a fortunate and extraordinary historical parenthesis destined to remain closed forever, is once again of great topicality. For several years, excavations

conducted by Federico Pezzotta, with the assistance of some able collaborators, have been bringing to light specimens with very beautiful crystals, some of which compare with the best of the 19th century specimens. Perhaps the pegmatites of Elba Island have many more things to tell us.