

Cataloghi e collezioni

9

THE MUSEUM OF NATURAL HISTORY OF THE UNIVERSITY OF FLORENCE
The Mineralogical and Lithological Collections

Il Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze

Volume IV

Le collezioni mineralogiche e litologiche

a cura di | edited by
Giovanni Pratesi

Comitato Scientifico | Scientific Board

Paola Bonazzi, Sandro Conticelli,

Piero Manetti, Silvio Menchetti,

Giovanni Pratesi, Giuseppe Tanelli

Coordinatore della serie | General editor

Sandro Rogari

Firenze University Press
2012

Il Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze : Le collezioni mineralogiche e litologiche = The Museum of Natural History of the University of Florence. The Mineralogical and Lithological Collections / a cura di Giovanni Pratesi. – Firenze : Firenze University Press, 2012.
(Cataloghi e collezioni ; 9)

<http://digital.casalini.it/9788866553199>

ISBN 978-88-6655-318-2 (print)

ISBN 978-88-6655-319-9 (online)

FOTO DI COPERTINA: Sezione di un cristallo di «tourmalina» proveniente dal Madagascar.

IN QUARTA DI COPERTINA: Coppa in diaspro, siglata LAURMED, a indicare che apparteneva alla collezione personale di Lorenzo il Magnifico (XV sec.); Collezione Ponis: cristalli di zolfo provenienti dalle miniere siciliane; Neck vulcanico fonolitico di Injibara (a Sud del Lago Tana) contenente numerosi inclusi peridotitici; Uno dei campioni più importanti della «Collezione Elbana»; Particolare della facciata di Santa Maria Novella (Leon Battista Alberti, seconda metà XV sec.) rivestita in marmo, serpentinite e calcari marnosi rossi.

TRADUZIONE | TRANSLATION
Peter W. Christie

TRADUZIONE DELLA PRESENTAZIONE | TRANSLATION OF THE FOREWORD
Karen Whittle

FOTO | PHOTO

Tutte le foto in questo volume sono di Saulo Bambi, ad eccezione delle immagini per le quali è diversamente indicato in didascalia.

PROGETTO GRAFICO | GRAPHIC DESIGN
Alberto Pizarro Fernández – Pagina Maestra snc

FRONT COVER PHOTO: Section of a «tourmaline» crystal from Madagascar.

BACK COVER PHOTOS: Jasper cup, signed LAURMED, indicating that it belonged to the personal collection of Lorenzo il Magnifico (15th century); Ponis collection: sulphur crystals from Sicilian mines; Phonolitic volcanic neck of Injibara (south of Tana Lake) containing numerous peridotitic xenoliths; One of the most important specimens of the «Elba Collection»; Detail of the façade of Santa Maria Novella (Leon Battista Alberti, second half 15th century) lined with marble, serpentinite and red marly limestones.

© 2012 Firenze University Press

Università degli Studi di Firenze
Firenze University Press
Borgo Albizi, 28, 50122 Firenze, Italy
<http://www.fupress.com/>

Printed in Italy

Sommario

Table of contents

XI **PRESENTAZIONE** | FOREWORD
Alberto Tesi
Rettore dell'Università degli Studi di Firenze | Chancellor of the University of Florence

XIII **INTRODUZIONE** | INTRODUCTION
Giovanni Pratesi

LA STORIA | HISTORY

- 3 **Dalla Real Galleria all'Imperial Regio Museo di Fisica e Storia Naturale** | From Real Galleria to Imperial Real Museo di Fisica e Storia Naturale
Luciana Fantoni, Luisa Poggi
- 17 **Dal Gabinetto di Mineralogia al Museo di Storia Naturale** | From Gabinetto di Mineralogia to Museum of Natural History
Luciana Fantoni, Luisa Poggi
- 31 **Scheda di approfondimento · Insight**
Una collezione lito-mineralogica settecentesca | An 18th century litho-mineralogical collection
Alba Scarpellini
- 37 **Il materiale raccolto durante le spedizioni geologiche del XX secolo** | Material collected during the 20th century geological expeditions
Piero Manetti

LE COLLEZIONI | THE COLLECTIONS

- 55 **La collezione di pietre lavorate** | The collection of carved stones
Luciana Fantoni, Luisa Poggi
- 67 **La Collezione elbana** | The Elban collection
Giuseppe Tanelli, Luisa Poggi
- 83 **Collezioni e collezionisti** | Collections and collectors
Luisa Poggi, Giovanni Pratesi, Luca Bindi
- 127 **Per aspera ad astra: la collezione di meteoriti** | *Per aspera ad astra: the meteorite collection*
Giovanni Pratesi
- 143 **Gli olotipi** | The holotypes
Silvio Menchetti
- 157 **I minerali delle pegmatiti** | The minerals of pegmatites
Giovanni Pratesi, Paola Bonazzi
- 181 **Estetica della natura, estetica della scienza: il nuovo allestimento della Sezione di Mineralogia e Litologia** | Aesthetics of nature, aesthetics of science: the new exhibition set-up of the Mineralogy and Lithology Section
Roberto Piero Papi, Giovanni Pratesi

LA RICERCA | RESEARCH

- 201 **Geodiversità litologica della Toscana** | Lithological geodiversity of Tuscany
Eleonora Braschi, Sandro Conticelli, Piero Manetti, Enrico Pandeli
- 229 **I minerali di ferro elbani: un viaggio tra mito, storia, industria, cultura e scienza** | Elban iron minerals: a journey through myth, history, industry, culture and science
Marco Benvenuti, Pilario Costagliola, Alessandro Corretti, Andrea Dini
- 245 **La città di Firenze: un museo di litologia all'aperto** | The city of Florence: an open-air lithology museum
Elena Pecchioni, Emma Cantisani, Fabio Fratini
- 269 **La scienza dei minerali: dalla selce ai materiali innovativi e alle nanotecnologie** | The science of minerals: from flint to innovative materials and nanotechnologies
Giuseppe Tanelli, Luca Bindi, Francesco Di Benedetto
- 284 **Scheda di approfondimento · Insight**
Quasicristalli naturali | Natural Quasicrystals
Luca Bindi, Paul J. Steinhardt

BIBLIOGRAFIA E INDICI | BIBLIOGRAPHY AND INDEXES

- 289 **Bibliografia** | Bibliography
- 301 **Indice dei nomi** | Index of Names
- 305 **Indice dei luoghi** | Index of Places
- 309 **Indice delle collezioni e dei reperti** | Index of Collections and Exhibits

The Museum
of Natural History
of the University of Florence

*The Mineralogical and
Lithological Collections*

VOLUME IV

Il Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze

Le collezioni mineralogiche e litologiche



Università degli Studi di Firenze



FONDAZIONE
MONTE DEI PASCHI
DI SIENA

Presentazione

Foreword

Alberto Tesi

Rettore dell'Università degli Studi di Firenze
Chancellor of the University of Florence

Con questo volume, dedicato alle collezioni mineralogiche e litologiche, si compie un ulteriore passo verso il completamento della serie dedicata alle sezioni del Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze.

Si tratta di una iniziativa nata ben prima dell'inizio del mio mandato e pensata per presentare in modo organico, diffondere e far apprezzare ad un pubblico sempre più vasto il grande patrimonio scientifico e culturale espresso dal Museo.

Poter disporre di una tale guida ideale può permettere infatti agli studiosi, anche di altri paesi, e agli studenti, anche non universitari, di avere una visione unitaria della ricchezza delle varie collezioni del Museo. Un Museo che peraltro negli ultimi anni ha visto crescere notevolmente, non solo il numero dei visitatori, ma anche la collaborazione e l'integrazione con il Polo museale fiorentino.

Proprio nell'ottica di dare alla città di Firenze un Museo di Storia Naturale paragonabile ai maggiori d'Europa, vanno inquadrata la recente decisione di rafforzare la struttura organizzativa del Museo e la conferma della priorità di un percorso di riunificazione delle varie collezioni, oggi collocate in più sedi, nell'edificio della «Specola».

Desidero infine esprimere un sincero ringraziamento ai curatori che hanno seguito con passione la raccolta dei materiali e l'organizzazione del testo, agli autori che hanno contribuito con la loro competenza ad arricchirne i contenuti.

With this volume, dedicated to the mineralogical and lithological collections, a further step is taken towards completion of the series devoted to the different sections of the University of Florence Museo di Storia Naturale.

It is an initiative that came into being a long time before I came to office, designed to present the great scientific and cultural heritage conveyed by the museum in an organic manner, and to make it known and appreciated by an increasingly vast public.

Indeed, the availability of such an ideal guide can permit Italian as well as foreign scholars, and students, not just from universities, a unitary vision of the abundance of the museum's various collections. And in recent years this museum has also seen not only a remarkable growth in visitor numbers, but also in its collaboration and integration with the Florentine museum system.

It is in view of giving the city of Florence a natural history museum comparable with the greatest in Europe that the recent decision was made to boost the museum's organizational structure and confirm the priority status of the programme to reunite the various collections, at present located at various sites, in the «Specola» building.

Lastly, I would like to express my sincere thanks to the curators who keenly dealt with collecting the materials and organizing the text, and to the authors whose expertise helped enrich the contents.

Introduzione

Introduction

Giovanni Pratesi

Minerali e rocce accompagnano da sempre la storia dell'umanità, anzi, potremmo dire che hanno concorso efficacemente a definire – nel bene e nel male – molte tappe nella storia delle varie civiltà: essi, infatti, non sono solo i testimoni dei processi geologici che hanno modellato il pianeta su cui viviamo, ma rappresentano anche la fonte di materiali che si sono rivelati cruciali per lo sviluppo economico, sociale e culturale.

Nel corso delle varie epoche, sono stati ricercati e sfruttati minerali diversi che contenevano, di volta in volta, quegli elementi che la tecnologia del momento era in grado di mettere a frutto. Se la selce e il rame furono, rispettivamente, la prima roccia e il primo metallo a essere impiegati, oggi, a distanza di centinaia di migliaia di anni dalla prima pietra scheggiata, sono altri i minerali e i metalli che vengono avidamente ricercati. Ci sono poi minerali che non conoscono 'crisi', il cui impiego sembra essere costante nel tempo: oro, argento, rame, diamanti e altre specie da cui si ricavano preziose e ricercate gemme.

Anche le rocce hanno assolto a importanti compiti: basti pensare che per secoli hanno rappresentato i materiali d'elezione per la realizzazione delle abitazioni. Firenze, poi, ha dimostrato nella sua storia come le rocce possano costituire la materia da cui ricavare vere e proprie opere d'arte. Sono capolavori artistici assoluti quei manufatti in commesso fiorentino nei quali la competenza nel disegno e nella lavorazione si unisce alla grande maestria con cui venivano scelte le rocce da lavorare. Sono

Minerali and rocks have always accompanied the history of mankind. Indeed, we could say that they have helped to define – for better or for worse – many stages in the history of civilizations: in fact, they are not only testimony of the geological processes that have shaped the planet on which we live but also the source of materials that have proved crucial for economic, social and cultural development.

Throughout the various ages, man has sought and exploited minerals containing the elements that the technology of the time was able to exploit. Flint and copper were, respectively, the first rock and the first metal to be used. Today, hundreds of thousands of years after the first chipped stone, other minerals and metals are avidly sought. There are also minerals that never experience a 'crisis', as their use seems to be constant over time: gold, silver, copper, diamonds and other species used to produce valuable and sought after gems.

Rocks have also assumed important functions: for example, over the centuries, they have been the preferred materials for the construction of buildings. Throughout its history, Florence has shown that rocks can be the raw material from which to derive true works of art. Florentine monuments, in which expertise of design and manufacture was combined with great skill in choosing the rocks to be worked, are absolute masterpieces. The carved

opere d'arte gli oggetti d'uso decorativi – appartenuti alla famiglia de' Medici – intagliati e incisi, a partire da gemme e pietre dure, secondo la migliore tradizione della glittica rinascimentale. Sono capolavori architettonici tutte quelle grandi opere all'aperto che caratterizzano la culla del Rinascimento e che sono state appunto realizzate partendo dalla sapiente e consapevole selezione di materiali che dovevano garantire non solo durabilità e resistenza, ma anche eleganza e bellezza.

Tutto ciò è presente in questo volume, dove la trasversalità di usi e di funzioni dei minerali e delle rocce è sapientemente narrata attraverso contributi che spaziano dai campioni contenuti nelle collezioni della Sezione di Mineralogia e Litologia a quelli che sono presenti in quel grande museo all'aperto che è la città di Firenze.

Ma parlare di minerali e di rocce significa anche affrontare argomenti di natura scientifica perché comunque i campioni, proprio come accade per altre discipline naturalistiche, raccontano una loro storia che è quella degli eventi naturali che hanno portato alla loro formazione e alla loro crescita. Significa parlare di forme, perché gli abiti dei cristalli sono strettamente interrelati alle loro caratteristiche strutturali, e di colori che spesso rendono questi materiali così straordinariamente attraenti e ricercati. E significa infine parlare di collezionisti, di scienziati, di ricercatori, insomma di tutte quelle figure che hanno consentito – grazie alla loro paziente e sapiente opera – di mettere assieme le preziose raccolte composte dagli oltre 45.000 esemplari che oggi si ritrovano nel Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze e che conferiscono a questo Museo una notorietà che varca decisamente i confini nazionali per approdare su un più vasto scenario internazionale.

Concluderà poi il volume, come di consueto per le opere di questa serie, una sezione dedicata alla ricerca che è sempre stata particolarmente produttiva nel Museo dell'ateneo fiorentino e che ha consentito, anche in anni recenti, di ottenere risultati di primaria importanza e di assoluto livello.

Insomma, questa quarta monografia – dedicata alle collezioni mineralogiche e litologiche – si propone quasi come un metodo di lavoro, paradigmatico, che nell'ottempera-

and engraved decorative objects of the Medici family, made from gemstones and semi-precious stones in the best tradition of the Renaissance glyptic school, are true works of art. All those large outdoor works that characterize the cradle of the Renaissance, created after the wise and purposeful selection of materials that would provide not only durability and resistance but also elegance and beauty, are architectural masterpieces.

All that is present in this volume, in which the wide-ranging uses and functions of minerals and rocks are ably narrated through articles ranging from the specimens contained in the collections of the Mineralogy and Lithology Section to those present in the great open-air museum that is the city of Florence.

Yet, talking about minerals and rocks also means dealing with scientific topics because, as in other natural sciences, the specimens tell a story, which is that of the natural events that led to their formation and their growth. This means talking about forms, because the habits of the crystals are closely related to their structural characteristics, and about colours, which often render these materials so strikingly attractive and sought after. And finally it means talking about collectors, scientists and researchers, all those people who, thanks to their patient and meticulous work, have contributed to the formation of the valuable collections (composed of more than 45,000 specimens) which are now in the Museum of Natural History of the University of Florence and which give this museum a reputation that goes well beyond national borders into a much wider international scenario.

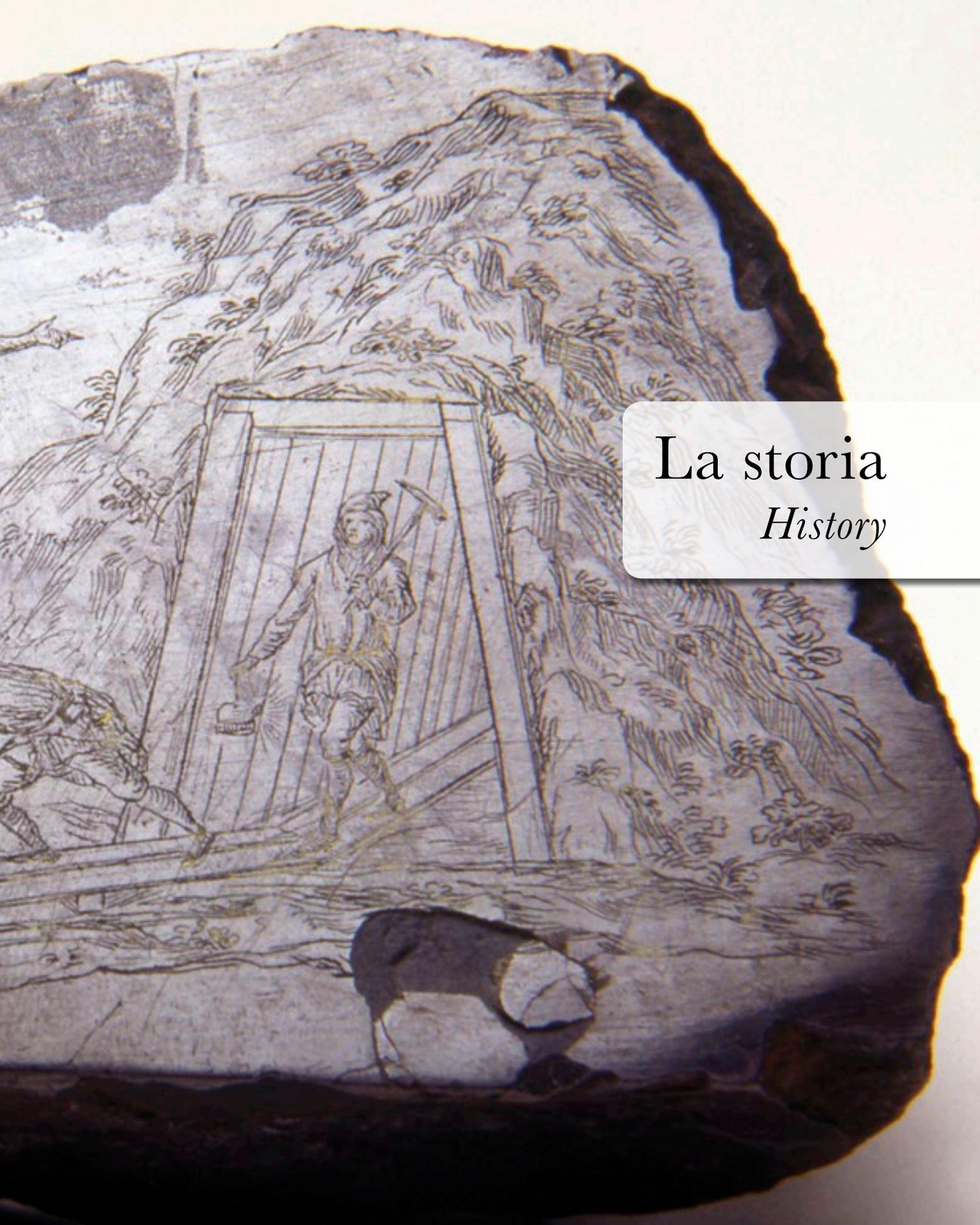
As is the custom for the works of this series, the present volume concludes with a section dedicated to the research which has always been particularly productive in the University of Florence's museum and which has produced results of primary importance even in recent years.

In summary, this fourth volume dedicated to the lithological and mineralogical collections is proposed almost as a paradigmatic working method, which in respecting regulatory requirements also

re agli adempimenti normativi trova anche uno slancio propositivo in grado di lasciare un'impronta e di tracciare una sintesi sugli aspetti essenziale della conservazione, tutela e valorizzazione dei nostri beni culturali.

provides a constructive outlook able to leave an impression and give an overview of the essential aspects of the conservation, protection and enhancement of our cultural heritage.





La storia
History

COLLECTIO MINERALIUM

oder

Sammlung in- und ausländischer
Erste Metallen - Halb - Metallen -
Berg - Gassen - Nativ - Berg - Farben.

Erst- und Berg - Arten

Mit einem beigefügten Inhalts - Verzeichniß

Sür

Ihro Königl. Hochheit dem
Durchleuchtigsten Erz - Herzog

PETRO LEOPOLDO

Erz - Herzog von Oesterreich

ä . ä .

Auf Hohen Befehl verfaßet, und in die Ordnung
geleitet

von

Joanne Francisco Pirkhert

Im Jahr . 1765 .

PRÆSIDE

Camera Calsarea & Calsarea Regia Aulicar

Comite Seifrido ab HERBERSTEIN.

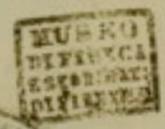


Fig. 1

Dalla Real Galleria all'Imperial Regio Museo di Fisica e Storia Naturale

From Real Galleria to Imperial Real Museo di Fisica e Storia Naturale

Luciana Fantoni, Luisa Poggi

Il 22 febbraio 1775, secondo il volere del Granduca Pietro Leopoldo, apre ufficialmente il Gabinetto di Fisica e Storia Naturale, che ha il compito di perseguire l'avanzamento delle conoscenze scientifiche, in vista di eventuali ricadute sul progresso economico della Toscana. Alla guida della nuova istituzione è l'abate Felice Fontana. Lo spirito di carattere illuminista, che caratterizza l'azione di Pietro Leopoldo, mira al rinnovamento civile, economico e politico del granducato con riforme e provvedimenti in tutti i settori. In campo scientifico, oltre alla riorganizzazione delle università di Pisa e Siena, l'istituzione del Museo sancisce il superamento della *Wunderkammer*, con la creazione di due Musei distinti, aperti al pubblico: uno di tipo artistico (gli Uffizi) ed uno di tipo scientifico. Infatti tutta la cittadinanza ha accesso al Museo di Fisica e Storia Naturale, anche se con orari differenziati fra popolo minuto

e persone «intelligenti», ma contemporaneamente viene stimolata la ricerca, sia pura che applicata, analogamente a quanto avveniva nelle più prestigiose istituzioni estere. Si afferma quindi, in quel periodo, la separazione (anche a livello museologico) fra arte e scienza, che porterà a fine Ottocento all'esperazione specialistica, fondamentale per il progresso delle conoscenze ma deleteria per lo sviluppo equilibrato di una cultura generale in grado di garantire l'unitarietà dei saperi.

Già nel 1762 Giovanni Targioni Tozzetti aveva iniziato il censimento delle raccolte naturalistiche conservate agli Uffizi e nel 1763 il «Catalogo delle Produzioni Naturali che si conservano nella Real Galleria» era concluso. Il materiale era stato raccolto attraverso i secoli dalla famiglia Medici, ma una grossa parte nel 1595 era stata destinata a Pisa per volere granducale. Di fatto, quindi,

According to the wishes of Grand Duke Pietro Leopoldo, the Gabinetto di Fisica e Storia Naturale officially opened on 22 February 1775. Its purpose was to pursue the advancement of scientific knowledge in view of its positive effects on the economic progress of Tuscany. Abbot Felice Fontana was appointed director of the new institution. The enlightenment spirit that characterized Pietro Leopoldo's action was aimed at the civil, economic and political renewal of the grand duchy, with reforms and provisions in all sectors. In the scientific field, this involved the reorganization of the universities of Pisa and Siena, while the establishment of the museum marked the replacement of the *Wunderkammer*, with the creation of two distinct museums open to the public: one artistic (the Uffizi) and one scientific. Indeed, all citizens had access to the Museo di Fisica e Storia Naturale, albeit with different hours for

the common people and for «intellectuals». At the same time, pure and applied research were stimulated, similar to what occurred in the most prestigious foreign institutions. Hence that period saw the separation between art and science, also at the museological level. This would lead to uncontrollable specialization at the end of the 19th century that was fundamental for the progress of knowledge but deleterious to the balanced development of a general culture able to assure the unity of knowledge.

Giovanni Targioni Tozzetti had begun to census the naturalistic collections housed in the Uffizi in 1762 and completed the *Catalogo delle Produzioni Naturali che si conservano nella Real Galleria* (Catalogue of the Natural Productions conserved in the Royal Gallery) in 1763. The material had been collected through the centuries by the Medici family, but a large part had been sent to Pisa in 1595

Fig. 1 Frontespizio del catalogo della collezione mineralogica personale di Pietro Leopoldo.

Fig. 1 Title page of the personal mineralogical collection of Pietro Leopoldo.



Fig. 2 Calcite. «Due croste di pietra fatte intorno a due bastoncini di legno con legno dentro unite fra di loro, fra le quali sono attaccati certi Nicchietti» (*Indice di Cose Naturali forse dettato da Niccolò Stenone...*). Misure: 25 x 12 x 3 cm. Camp. n. G54669.

Fig. 2 Calcite. «Two stone crusts formed around two wooden sticks with wood inside joined together; between which are attached certain small Shells» (*Index of the natural objects perhaps dictated by Nicolas Steno...*). Measurements: 25 x 12 x 3 cm. Spec. n. G54669.

il primo granduca a riprendere l'acquisizione di reperti è stato Ferdinando II, con la «Raccolta di Minerali, di Cristallizzazioni e di vaghissime Pietrificazioni, che per suo studio aveva formata il celebre Niccolò Stenone». In seguito, a partire da Cosimo III (che comprò nel 1672 la collezione di Everardo Rumphio) fino ad arrivare a Gian Gastone, tutti i

granduchi incrementarono le raccolte naturalistiche, spaziando in tutti i settori, dalla zoologia alla botanica, dalla mineralogia alla paleontologia.

Per l'importanza della figura dello scienziato nell'evoluzione delle Scienze della Terra e per la consistenza stessa della raccolta, di notevole rilievo è la collezione di circa

on the wishes of the Grand Duke. The first Grand Duke to resume the acquisition of specimens was Ferdinando II with the «Raccolta di Minerali, di Cristallizzazioni e di vaghissime Pietrificazioni, che per suo studio aveva formata il celebre Niccolò Stenone» («Collection of Minerals, Crystallizations and very lovely Petrifications, formed by the celebrated Nicolas Steno for his studies»). Subsequently, all the Grand Dukes, beginning with Cosimo III (who purchased the collection of Georg Eberhard Rumphius in 1672) and ending with Gian Gastone, increased the naturalistic collections, ranging in all sectors, from zoology to botany, from mineralogy to palaeontology.

The collection of ca. 350 specimens of the Danish scientist Steno was of great importance because of his prominent role in the development of the Earth Sciences and the very size of the collection. Targioni reported these specimens in his catalogue, in the list entitled *Indice delle cose naturali forse dettato da Niccolò Stenone e copiato dall'originale esistente nella Real*

Galleria (Index of the natural objects perhaps dictated by Nicolas Steno and copied from the original existing in the Royal Gallery). Of exceptional historical-scientific importance are the hematite and quartz crystals on which Steno performed the observations leading to the sentence *non mutatis angulis*, which marked the birth of crystallography. After exhaustive studies of the ancient museum catalogues and the specimens in the present-day collections, we were able to identify three original specimens of the Dane's collection, two calcites (Fig. 2) and an «etite» (today goethite), but unfortunately no hematite and no quartz.

Palazzo Torrigiani was acquired as the site of the new museum, and the transfer of the naturalistic collections from the Uffizi began in 1771 at the height of the building's restructuring. From the inventory of the Uffizi Gallery compiled in 1769 and subsequently updated, we have information about the huge quantity of objects forming the initial museum patrimony: in fact, almost all the ob-

350 esemplari del danese Stenone, riportati dal Targioni nel suo catalogo nell'elenco intitolato «Indice delle cose naturali forse dettato da Niccolò Stenone e copiato dall'originale esistente nella Real Galleria». Tra i campioni mineralogici sono di eccezionale importanza storico-scientifica i cristalli di ematite e di quarzo su cui Stenone eseguì le osservazioni che lo portarono all'elaborazione della sentenza *non mutatis angulis*, che ha segnato la nascita della cristallografia. Nelle attuali collezioni, dopo accurati studi sui cataloghi antichi del Museo e sugli esemplari in nostro possesso, sono stati identificati tre esemplari della raccolta del danese, due calciti (Fig. 2) e una «etite» (oggi goethite), ma purtroppo nessuna ematite e nessun quarzo.

Acquisito il palazzo Torrigiani per farne la sede del nuovo Museo, nel 1771 ha inizio il trasferimento delle collezioni naturalistiche dagli Uffizi, mentre sono in pieno corso i lavori di ristrutturazione dell'immobile. Dall'inventario della Galleria degli Uffizi, redatto nel 1769 e successivamente aggiornato, abbiamo notizie della grandissima quantità di oggetti che costituiscono il patrimonio di partenza del Museo: infatti quasi tutto il materiale contenuto nella «Camera delle matematiche», nello «Stanzino detto dei nicchi» e nello «Stanzino appiè dello scalone a mano dritta che va al corridore de Pitti» riporta accanto la dicitura «Consegnati all'Abate Fontana», come pure alcuni degli oggetti della «Stanza della Tribuna».

Ma accanto agli esemplari provenienti dagli Uffizi si svolge in quegli anni un'in-

tensa attività di incremento delle collezioni, per esempio con l'acquisizione della raccolta del mercante Pietro Van Speckelsen. Fontana, appena avuta notizia della vendita a Livorno, vi si reca per esaminarla e conclude l'acquisto per «duemila pezze» non solo per gli esemplari, ma anche per scaffali e basi. Non è stato trovato l'elenco della collezione, ma in una lista di esemplari acquisiti in quegli anni compaiono 220 pezzi contrassegnati con la lettera «V», ad indicare Van Speckelsen. Attualmente sono presenti con sicurezza sei esemplari, identificati dalle descrizioni e dalle località di provenienza.

Il giorno prima dell'apertura del Museo, il granduca richiede che venga stilato un inventario del patrimonio presente, visto l'accavallarsi del trasferimento del materiale e delle acquisizioni. La consultazione di questo catalogo non fornisce informazioni dettagliate, ma permette di ricavare l'entità delle collezioni; in particolare minerali e rocce assommano a oltre 24.000 esemplari, una consistenza patrimoniale di notevole rispetto. La grande quantità di materiale affluito a palazzo Torrigiani deve comunque ancora trovare una disposizione definitiva, come racconta il direttore degli Uffizi Giuseppe Pelli Bencivenni, in visita al Museo di Storia Naturale nell'aprile 1775, che riporta: «Per finirlo... vi vogliono gran spese, altra fatica convien fare...».

A continuazione dell'inventario del 1775 vengono redatte delle appendici. Di grande significato scientifico è, nel 1777, la registrazione di un «ferro nativo» dal fiume Sisine

jects contained in the «Camera delle matematiche» (Mathematics Room), in the «Stanzino detto dei nicchi» (Small room of shells) and in the «Stanzino appiè dello scalone a mano dritta che va al corridore de Pitti» (Small room at the foot of the right-hand staircase leading to the Pitti corridor) are marked as «Consegnati all'Abate Fontana» (Delivered to Abbot Fontana), as do some of the objects of the «Tribune».

However, there was also intense activity in those years to increase the collections far beyond the specimens deriving from the Uffizi, for example by the purchase of the collection of the dealer Pietro Van Speckelsen. As soon as he heard that this collection was for sale in Livorno, Fontana rushed to examine it and arranged to buy two thousand «pezze» (pieces), including not only specimens but also shelves and bases. The list of the collection has not been found, but 220 pieces marked with the letter «V», indicating Van Speckelsen, appear in a list of specimens acquired in those years. At present, there are certainly six

of these pieces, identified from the descriptions and the places of origin.

The day before the opening of the museum, the Grand Duke requested the compilation of an inventory of the entire patrimony, on account of the rapid succession of transfers and purchases of material. Consultation of this catalogue does not provide detailed information but gives an indication of the size of the collections; in particular, minerals and rocks added up to over 24,000 specimens, a remarkable patrimony indeed. Yet, the large quantity of material arriving at Palazzo Torrigiani still required definitive systematization, as the director of the Uffizi Giuseppe Pelli Bencivenni reported after visiting the Museum of Natural History in April 1775: «Per finirlo [...] vi vogliono gran spese, altra fatica convien fare [...]» (To finish it [...] there is the need of great expenditure, much work should be done [...]).

The 1775 inventory was updated by the addition of appendixes. Of great scientific importance was the registration in 1777 of a «native iron» from the Sisine River (Rus-



Fig. 3 Ferro nativo del fiume Sisine, che si trova in prossimità della città di Krasnojarsk: si tratta, in realtà, della meteorite Pallas. Peso: g 90. Camp. n. 13761.

Fig. 3 Native iron from the Sisine River near the city of Krasnojarsk: in fact, it is the Pallas meteorite. Weight: 90 g. Spec. n. 13761.

(Russia) (Fig. 3), che è risultato poi essere una rara meteorite (vedi Pratesi «*Per aspera ad astra*: la collezione di meteoriti», in questo volume). Altro materiale naturalistico viene acquisito da Fontana, che con Giovanni Fabbroni intraprende un lungo viaggio scientifico all'estero, in particolare a Parigi e a Londra.

Tra il 1780 e il 1790 si concretizzano ulteriori importanti acquisizioni.

Il Targioni Tozzetti si era attenuto, nella stesura delle «Produzioni naturali», al proposito di censire solo i materiali grezzi e non occuparsi di quelli lavorati e questa sua scelta, in un primo tempo, fu rispettata nel trasferimento delle collezioni a palazzo Torrigiani.

sia) (Fig. 3), which later proved to be a rare meteorite (see Pratesi «*Per aspera ad astra*: the meteorite collection» in this volume). Other naturalistic material was acquired by Fontana, who with Giovanni Fabbroni undertook a long scientific journey abroad, particularly to Paris and London. Other important acquisitions were made between 1780 and 1790.

In writing his «Produzioni naturali», Targioni Tozzetti had followed the policy of censusing only raw materials, without dealing with worked specimens. This decision was respected at first in the transfer of the collections to Palazzo Torrigiani. However, very many hardstone carvings came

Poco dopo il 1780, però, arrivano dalla Galleria moltissimi oggetti lavorati, forse perché il Museo di Fisica e Storia Naturale negli intenti di Pietro Leopoldo doveva rappresentare non solo la Natura, ma anche le sue applicazioni. Questi oggetti, tolti dalla Tribuna degli Uffizi, vengono esposti in mezzo ai minerali grezzi, secondo l'ordine sistematico adottato.

Acquisita in questo periodo è la collezione del tedesco Christoff Traugott Delius – professore della Bergakademie di Schemnitz – che comprende 2700 esemplari, alcuni di grande valore, quali oro e opale, corredata da un dettagliato catalogo ordinato secondo un'originale classificazione ideata dal De-

to the Gallery shortly after 1780, perhaps because Pietro Leopoldo's intention was that the Museo di Fisica e Storia Naturale should represent not only nature but also its applications. After their transfer from the Uffizi Gallery, these objects were displayed among the raw minerals according to the systematic order adopted.

The collection of the German Christoff Traugott Delius, professor in the Bergakademie of Schemnitz, was acquired in this period. It included 2700 specimens, some of great value (such as gold and opal), accompanied by a detailed catalogue ordered according to an original clas-

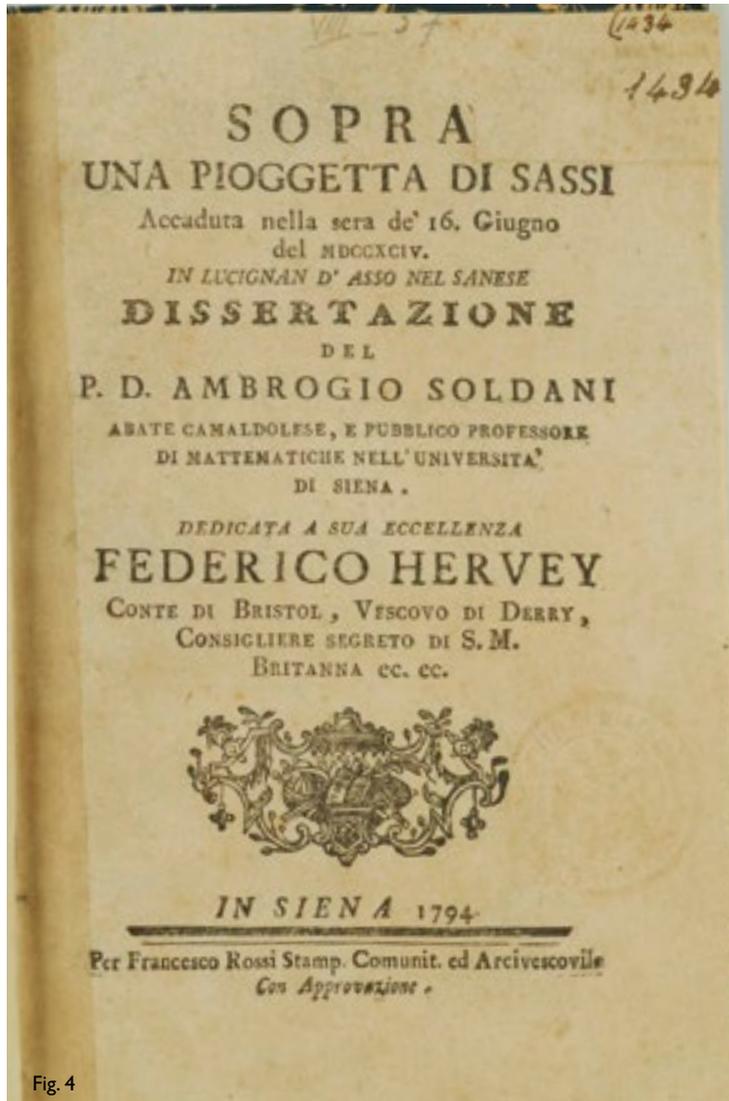


Fig. 4

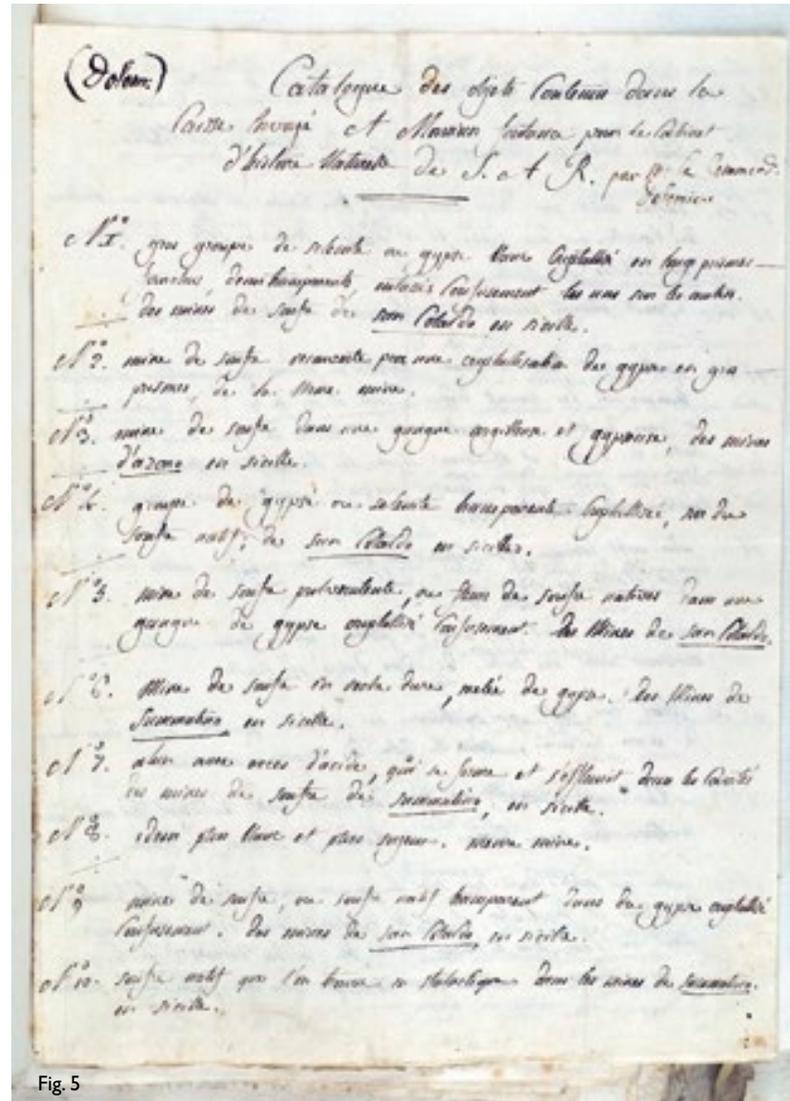


Fig. 5

lius stesso. L'importanza di questa raccolta è ricordata da Dolomieu: «Il Gabinetto del Gran Duca è la più bella collezione [...] la parte mineralogica è ricchissima e raccoglie minerali splendidi messi insieme da Delius [...]». Dal Cavalier Ignaz von Born, prefetto del Museo di Vienna, arrivano al Museo, in due spedizioni, circa 2000 campioni, soprattutto minerali metallici da Slovacchia e Transilvania. L'Abate Camaldolese Ambrogio Soldani, ricordato per gli studi (Fig. 4) sulla meteorite di Siena del 1794 che da lui

prese il nome di soldanite (oggi Siena), dona una collezione di «cose spettanti alla storia naturale», mentre Ermenegildo Pini, mineralista studioso delle miniere dell'Isola d'Elba, fornisce una serie di esemplari non toscani di varia provenienza.

Il grande naturalista Deodat de Dolomieu spedisce al Museo fiorentino una serie di minerali (Fig. 5), raccolti nei suoi viaggi in Francia (si rintracciano nelle attuali raccolte alcune sideriti) e in Sicilia nel 1781, mentre per sanare un debito che i fratelli Francesco

Fig. 4 Frontespizio del volume di A. Soldani *Sopra una pioggia di sassi* del 1794, riferito alla caduta della meteorite di Siena.

Fig. 5 Elenco di esemplari inviati da Dolomieu al Gabinetto di Storia Naturale.

Fig. 4 Title page of the 1794 book by A. Soldani *On a fall of stones...*, referring to the fall of the Siena meteorite.

Fig. 5 List of specimens sent by Dolomieu to the Laboratory of Natural History.

sification conceived by Delius himself. The importance of this collection was mentioned by Dolomieu: «Il Gabinetto del Gran Duca è la più bella collezione [...] la parte mineralogica è ricchissima e raccoglie minerali splendidi messi insieme da Delius [...]» (The Laboratory of the Grand Duke is the most beautiful collection [...] the mineralogical part is very rich and includes splendid minerals gathered by Delius). Ca. 2000 specimens, mainly metallic minerals from Slovakia and Transylvania, came to the museum in two consignments from Cavalier Ignaz von Born, prefect of the Museum of Vienna. The Camaldolese abbot Ambrogio Sol-

dani, remembered for his studies (Fig. 4) on the meteorite that fell near Siena in 1794 and which initially took its name of soldanite from him (today Siena), donated a collection of «cose spettanti alla storia naturale» (objects pertaining to natural history), while Ermenegildo Pini, mineralist and expert on the mines of Elba Island, provided a series of non-Tuscan specimens of different provenance.

The great naturalist Deodat de Dolomieu provided the Florentine museum with a series of minerals (Fig. 5) collected in his journeys in France (some siderites can be identified in the present-day collections) and in Sicily in

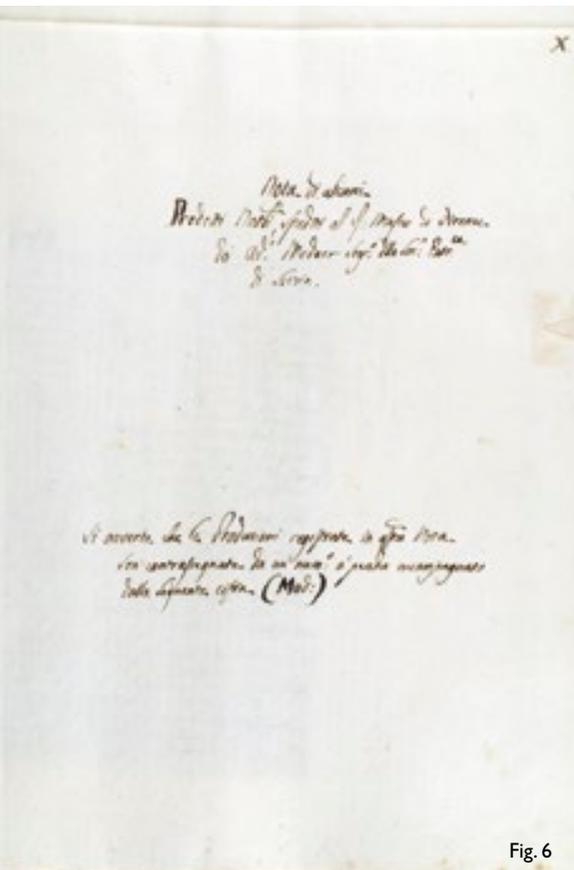


Fig. 6



Fig. 7

Fig. 6 Lista di «prodotti naturali» mandati al Museo da A. Modeer.

Fig. 7 Alcuni modelli cristallografici in ottone realizzati nelle officine del Museo da Felice Gori.

Fig. 6 List of «natural products» sent to the museum by A. Modeer.

Fig. 7 Some brass crystallographic models made in the museum workshop by Felice Gori.

e Giovanni Luigi Targioni (solo omonimi del grande naturalista) avevano con lo «Scrittoio delle Regie Possessioni» viene acquisita nel 1786 una raccolta naturalistica, comprendente anche minerali.

Il naturalista svedese Adolf Modeer vende al museo la sua ricchissima collezione, composta da oltre 4800 testacei e 116 minerali di cui oggi sono con sicurezza rintracciabili, controllando gli elenchi manoscritti originali (Fig. 6), 9 esemplari provenienti in prevalenza dalla Svezia.

Con la partenza di Pietro Leopoldo per Vienna, le guerre che agitano tutta l'Europa e le imprese napoleoniche qualcosa cambia nella vita del Museo. Fontana, negli ultimi anni in declino, viene di fatto sostituito da

Fabbroni, che unisce alle capacità scientifiche quelle gestionali.

Nel periodo della dominazione francese, cambia radicalmente il ruolo del Museo con l'istituzione del «Pubblico Liceo» (1807) da parte di Maria Luisa Borbone Parma; per la prima volta si tengono corsi specifici. Nell'esposizione compare, distribuita nelle varie vetrine, una serie di modellini cristallografici in ottone (Fig. 7) «secondo il metodo stabilito nella propria Cristallografia dall'Abate Haüy», realizzata nell'officina del Museo dai «macchinisti» Ignazio e Felice Gori a partire dal 1807. È proprio di questi anni la proposta di Haüy (Fig. 8) di sostituire alla generica descrizione dell'aspetto esteriore del minerale una nomenclatura della «specie»

1781. A naturalistic collection including minerals was acquired in 1786 from the brothers Francesco and Giovanni Luigi Targioni (not related to the great naturalist) to clear a debt they had incurred with the «Scrittoio delle Regie Possessioni» (Office of Royal Possessions).

The Swedish naturalist Adolf Modeer sold his rich collection to the museum, consisting of over 4800 fossilized shells and 116 minerals. After checking the original handwritten lists (Fig. 6), we can now identify with certainty 9 specimens deriving mainly from Sweden.

Something changed in the life of the museum after Pietro Leopoldo's departure for Vienna, the wars that shook all of Europe, and Napoleon's exploits. Fontana, in decline

in his later years, was replaced by Fabbroni, who combined managerial abilities with his scientific expertise.

In the period of French domination, the museum's role changed radically with the establishment of the «Pubblico Liceo» (1807) by Maria Luisa of Parma, and for the first time specific courses were held. The exhibition now featured a series of brass crystallographic models distributed in the various display cases (Fig. 7) «secondo il metodo stabilito nella propria Cristallografia dall'Abate Haüy» (according to the method established by Abbot Haüy in his Crystallography). They were made in the museum workshop by the «machinists» Ignazio and Felice Gori starting in 1807. It was in those years that Haüy (Fig. 8) proposed



Fig. 8 Frontespizio del *Traité de Minéralogie* di Haüy del 1823.

Fig. 8 Title page of *Traité de Minéralogie* by Haüy of 1823.

essenzialmente chimica, legata indissolubilmente ad una «forma primitiva», la «molecola integrante». Le misure goniometriche su queste forme portano all'affermazione della cristallografia come scienza che, accanto alla chimica, concorre efficacemente alla caratterizzazione dei minerali.

Girolamo de' Bardi, divenuto Direttore del Museo, non si accontenta dei modellini in ottone e ne ordina alcuni in legno; si rivolge a Beleuf di Parigi, artigiano di fiducia di Haüy. Registrate in ingresso al Museo nel 1809 e nel 1815, troviamo oltre un migliaio di forme; su ciascuna è incollato un cartellino manoscritto, con l'indicazione del nome del minerale («chaux carbonatée», ad esempio) e della forma secondo Haüy (Fig.

9). Attualmente nel Museo ne sono rimasti circa 300, dopo essere stati utilizzati per anni dagli studenti nelle esercitazioni. Dal viaggio a Parigi nel 1809, Bardi porta anche oltre 200 campioni acquistati per completare l'ostensione del Museo. Tutte queste novità – modellini, nomenclatura, ecc. – comportano un ammodernamento dell'ostensione, l'aggiornamento dei cartellini degli esemplari e la necessità di un nuovo catalogo, che verrà redatto nel 1820.

Dopo la caduta di Napoleone, i Lorena rientrano in Toscana e si affrettano a cancellare le novità: viene ordinata la fine del «Liceo», con l'immediata chiusura dell'attività didattica e licenziamento dei professori, perché Ferdinando III vuole il Museo come

the replacement of general descriptions of the external appearance of minerals with an essentially chemical nomenclature of the «species», indissolubly linked to a «primitive form», the «integrating molecule». The goniometric measurements on these forms led to the success of crystallography as a science that effectively contributed, along with chemistry, to the characterization of minerals.

When Girolamo de' Bardi became director of the museum, he was not satisfied with brass models alone and ordered some wooden ones, turning to Beleuf of Paris, Haüy's trusted craftsman. The arrival in the museum of over a thousand forms was registered in 1809 and 1815; some bore a glued handwritten label with the name of the

mineral (e.g. «chaux carbonatée») and the form according to Haüy (Fig. 9). The museum presently has ca. 300 of these wooden models, after they had been used for many years by students in their exercises. From his trip to Paris in 1809, Bardi also brought back over 200 specimens purchased to complete the museum's exhibition. All these novelties (models, nomenclature, etc.) led to modernization of the display, the updating of specimen labels and the need of a new catalogue, compiled in 1820.

After the fall of Napoleon, the Lorraines returned to Tuscany and hastened to cancel the novelties: the «Liceo» was closed, with the immediate cessation of teaching activities and the dismissal of the professors, because Ferdinan-



Fig. 9 Modellini cristallografici in legno, acquistati a Parigi. Le etichette riportano nome del minerale e forma secondo Haüy.

Fig. 9 Wooden crystallographic models, purchased in Paris. The labels report the name of the mineral and the form according to Haüy.

«un annesso alla propria residenza e di suo privato piacere».

Ma l'incremento delle collezioni continua, seppur con un lieve rallentamento. Non si tratta di grosse collezioni, ma di un consistente quantitativo di esemplari, risultato concreto degli intensi rapporti che il Museo mantiene con naturalisti e mineralisti

dell'epoca. Ad esempio troviamo tracce del bolognese Camillo Ranzani, dei napoletani Teodoro Monticelli e Nicola Covelli, del milanese Scipione Breislack, per scambi con minerali toscani prelevati dal magazzino.

Giuseppe Raddi, consegnatario delle collezioni prima della parentesi napoleonica, era stato allontanato dal Museo nel periodo

do III wanted the museum to be «un annesso alla propria residenza e di suo privato piacere» ([...]an annex of his residence, for his private pleasure).

Yet the collections continued to grow, albeit with a slight deceleration. The acquisitions did not involve large collections but still a substantial number of specimens, the concrete result of intense relations between the museum and the naturalists and mineralists of the time. For instance, we find traces of the Bolognese Camillo Ranzani, the Neapolitans Teodoro Monticelli and Nicola Covelli, and the Milanese Scipione Breislack, all involved in exchanges for Tuscan minerals taken from the stores.

Giuseppe Raddi, curator of the collections before the Napoleonic interval, had been removed from the museum during the French domination but subsequently returned as «custode-pagatore» (attendant-paymaster) upon the return of Ferdinando III. On the invitation of the Grand Duke, he took part in a scientific expedition of Austrian

scientists to Brazil. The journey, beginning in Livorno in September 1817 and ending in August of the following year, met with great success on account of the large collection of materials, above all botanical specimens but also zoological and mineralogical ones. Raddi would die in Egypt in 1829, during an expedition ordered by Leopoldo II, who had succeeded his father in 1824.

Girolamo de' Bardi also passed away in 1829. His successor as head of the museum was Vincenzo Antinori, highly esteemed in the scientific world of the era and a favourite of Leopoldo, who chose him as tutor of his children. The museum turned once again to the motivations that had inspired its foundation, albeit giving space to the needs of modern teaching. As part of this revival, vivacious contacts and exchanges began anew, leading to the further enrichment of the collections. For example, Francis Joseph Sloane made donations on several occasions of mineral specimens from Siberia and the Urals, as well as material from the

di dominazione francese. Successivamente reintegrato come «custode-pagatore» al ritorno di Ferdinando III, su invito del Granduca, prende parte ad una spedizione scientifica di studiosi austriaci in Brasile. Il viaggio, iniziato a Livorno nel settembre 1817, termina nell'agosto dell'anno seguente con un notevole successo per l'importante raccolta di materiale soprattutto botanico, ma anche zoologico e mineralogico. Raddi troverà la morte in Egitto nel 1829, durante una spedizione voluta da Leopoldo II, succeduto al padre nel 1824.

Sempre nel 1829 muore anche Girolamo de' Bardi; suo successore alla guida del Museo sarà Vincenzo Antinori, personaggio assai stimato nel mondo scientifico dell'epoca e, soprattutto, in gran sintonia con Leopoldo, che lo volle come istitutore dei figlioli. Il Museo riprende ora le motivazioni che avevano ispirato la sua fondazione, dando seguito, però, alle esigenze di una moderna didattica.

Nell'ambito di questa ripresa, si fanno nuovamente vivaci i contatti e gli scambi, che portano all'arricchimento delle collezioni. Ad esempio da Francesco Giuseppe Sloane vengono donati, a più riprese, esemplari di minerali della Siberia e degli Urali, ma anche dalla miniera di Montecatini Val di Cecina, di cui era proprietario. Parallelamente all'acquisizione di nuovi esemplari, prosegue l'aggiornamento degli strumenti; nel 1834 viene acquistato da Giovan Battista Amici un goniometro a contatto di Adelmann, considerato più preciso di quello, già posseduto, di Wollaston. Contemporaneamente, molti esemplari già presenti in Museo vengono «mandati ai duplicati» per scambi, perché di

scarso valore estetico, arrivando addirittura a seppellirne una certa quantità nel cortile in via Romana.

Ma il più importante acquisto del periodo è senza dubbio la collezione mineralogica Targioni Tozzetti, venduta al Museo da Bettino Ricasoli nel 1838. Si tratta della raccolta formata da Giovanni Targioni Tozzetti e comprendente esemplari di Pier Antonio Micheli, integrata e riveduta dal figlio Ottaviano e corredata da 12 volumi manoscritti di catalogo.

Sotto la direzione di Vincenzo Antinori, viene inaugurata la Tribuna di Galileo in occasione del III Congresso degli Scienziati Italiani del 1841, che vede in evidenza il Museo e gli studiosi che vi operano. Proprio in questa occasione viene proposta l'istituzione presso il Museo fiorentino dell'Erbario Centrale Italiano (suggerito e realizzato da Filippo Parlatore) e della Collezione Centrale di Minerali e Rocce Italiane, proposta da Ludovico Pasini e mai concretizzata.

Nel 1859, dopo la cacciata incruenta dei Lorena, si insedia il governo provvisorio toscano, che decreta la costituzione dell'Istituto di Studi Superiori a Firenze; la sezione di Scienze coincide, in pratica col Museo di Storia Naturale e prevede numerose cattedre, come Fisica, Chimica, Geologia e Mineralogia, Zoologia e Anatomia comparata, Botanica, ecc. La cattedra di Geologia e Mineralogia è assegnata a Iginò Cocchi, come professore supplente.

Il ruolo del Museo cambia quindi in modo radicale, la funzione didattica è rivolta essenzialmente agli studenti dell'Istituto di Studi Superiori, mettendo in secondo piano

mine of Montecatini Val di Cecina, which he owned. The acquisition of new specimens was accompanied by renewal of the scientific instruments; in 1834, an Adelmann contact goniometer was purchased from Giovan Battista Amici, as it was considered more precise than the museum's Wollaston goniometer. At the same time, many of the museum specimens were declared duplicates for exchanges because of their low aesthetical value; in fact, a certain number of them were even buried in the courtyard in Via Romana.

However, the most important acquisition of the period was the Targioni Tozzetti mineral collection, sold to the museum by Bettino Ricasoli in 1838. This was the collection put together by Giovanni Targioni Tozzetti (including specimens of Pier Antonio Micheli), supplemented and revised by his son Ottaviano and accompanied by 12 handwritten catalogue volumes.

Under the direction of Vincenzo Antinori, the Galileo Tribune was inaugurated on the occasion of the III Con-

gresso degli Scienziati Italiani in 1841, in which the museum and its researchers actively participated. Also proposed during the conference was the establishment in the Florentine museum of the Erbario Centrale Italiano (suggested and realized by Filippo Parlatore) and the Central Collection of Italian Minerals and Rocks, proposed by Ludovico Pasini but never realized.

In 1859, after the bloodless expulsion of the Lorraines, the newly formed Tuscan provisional government decreed the constitution of the Istituto di Studi Superiori in Florence. The Sciences section practically coincided with the Museum of Natural History and foresaw numerous chairs such as Physics, Chemistry, Geology and Mineralogy, Zoology and Comparative Anatomy, Botany, etc. The chair of Geology and Mineralogy was assigned to Iginò Cocchi, as temporary professor.

Therefore, the museum's role radically changed once again. The teaching function was essentially addressed to the



Fig. 10 Coppette in vetro per l'esposizione, descritte nel *Saggio del Real Gabinetto di Fisica e di Storia Naturale di Firenze* del 1775. L'immagine risale al periodo 1970-75 (Archivio Museo di Storia Naturale, sezione Mineralogia).

Fig. 10 Glass cups for the display of specimens, described in the *Book of the Royal Laboratory of Physics and Natural History of Florence of 1775*. The photograph dates to the period 1970-75 (Museum of Natural History Archive, Mineralogy Section).

quella verso la cittadinanza. Contemporaneamente assume rilievo la funzione scientifica con professori di specifica competenza nelle varie discipline. Si delinea così quella separazione delle collezioni, che si concretizzerà negli anni successivi.

Sale espositive

I cataloghi più o meno antichi del Museo (1775, 1793, 1820 e 1844), sono redatti con criterio topografico e ci forniscono quindi un'immagine dell'ostensione e dei cambiamenti che si registrarono in quegli anni. Dalla costituzione del museo e fino al 1820 le sale ostensive della Mineralogia rimasero al secondo piano di palazzo Torrigiani.

È interessante notare che, nel primo periodo della sua esistenza, il Museo era organizzato come un magazzino, con gli esemplari fittamente disposti a riempire ogni spazio disponibile; basti pensare che i campioni in ostensione – risultanti dai cataloghi del 1775

e del 1793 – erano circa 25.000, talvolta posti «dentro certe piccole tazze di cristallo tutte di figura regolare, e ovale con piccoli, e ben'intesi manichi, che riescono sì belli, che mai si resta sazi dal vederli» (Fig. 10), come si legge nel *Saggio del Real Gabinetto di Fisica e di Storia Naturale di Firenze* del 1775, redatto in base ad una dettagliata memoria di Fontana. Nel 1820, nelle otto sale della Mineralogia, si registra una drastica diminuzione dei pezzi (di quasi 10.000 unità) e l'incremento nei magazzini «dei duplicati» a disposizione per eventuali scambi. Il materiale non esposto, a seconda dei periodi, viene collocato nelle «stanze buie» al mezzanino fra il terreno e il primo piano o al piano terreno a sinistra del cortile subito prima dello scalone. L'allestimento così alleggerito dall'eccessivo numero di esemplari doveva essere senza dubbio più gradevole alla vista e più fruibile, anche perché iniziare a comparire i primi ausili didattici. Dal momento dell'inaugurazione al 1793, proseguendo i

students of the Istituto di Studi Superiori, forcing education of the general public to the background. At the same time, the scientific function assumed new importance, with professors of specific expertise in the various disciplines. This will lead to the separation of the collections in the following years.

Exhibition halls

The more or less ancient museum catalogues (1775, 1793, 1820 and 1844) were compiled with a topographi-

cal criterion and thus provide us with an image of the display and the changes recorded in those years. From the establishment of the museum until 1820, the Mineralogy exhibition rooms were on the second floor of Palazzo Torrigiani. It is interesting that the museum was organized as a storeroom in the first period of its existence, with the specimens densely arranged to fill all the available space. Indeed, according to the 1775 and 1793 catalogues, the number of displayed specimens was ca. 25,000, sometimes placed «dentro certe piccole tazze di cristallo tutte di figura rego-

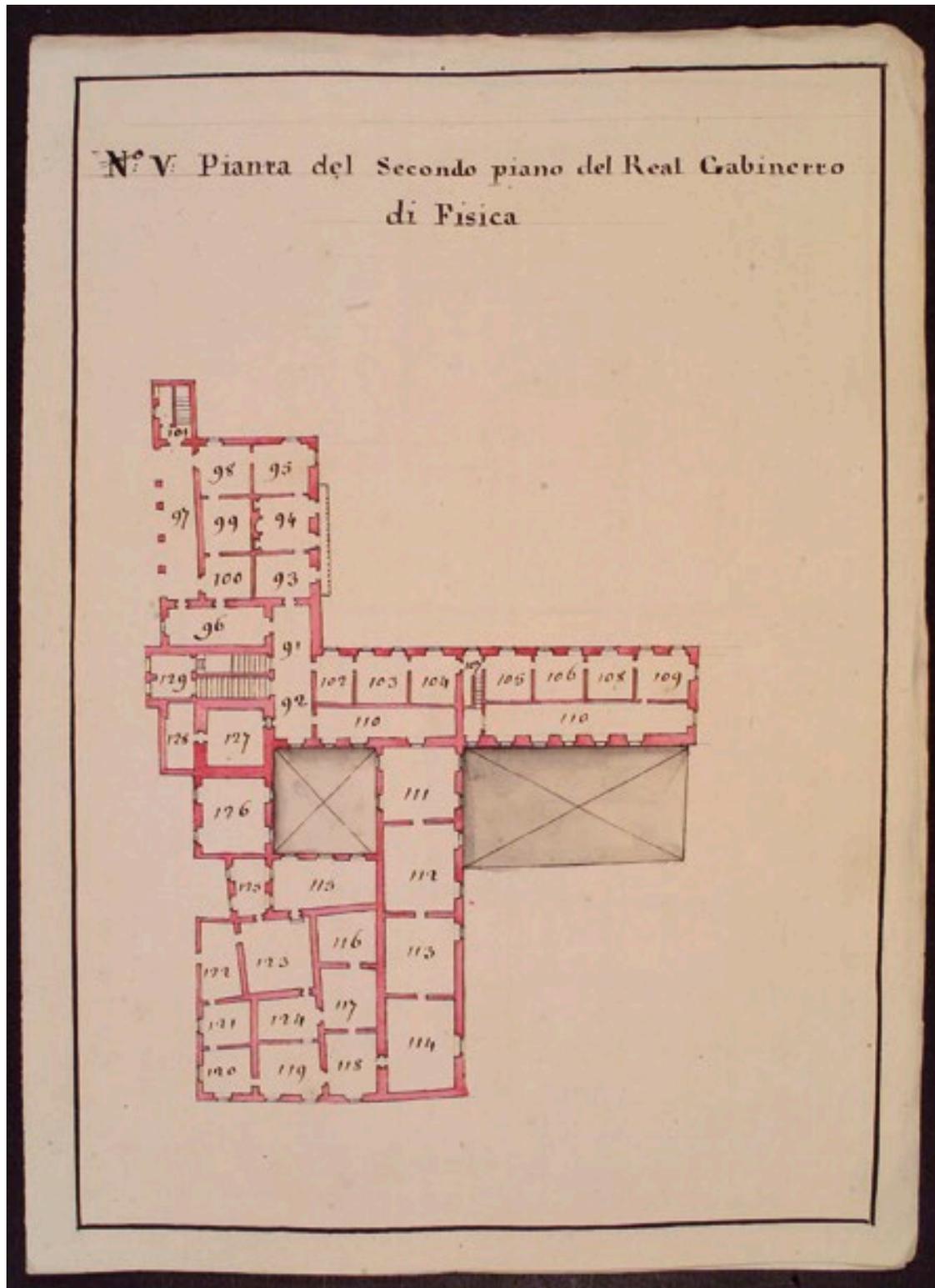


Fig. 11 Pianta del secondo piano dell'edificio di via Romana, nella disposizione di fine Settecento. Le stanze della Mineralogia sono quelle contrassegnate con i numeri da 119 a 126. Archivio di Stato di Firenze, Segreteria di Finanze, Affari prima del 1788, n.479 (Su concessione del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, con divieto di ulteriore riproduzione o duplicazione con qualsiasi mezzo).

Fig. 11 Plan of the second floor of the building in Via Romana, in the late 18th century arrangement. The Mineralogy rooms are those marked with numbers 119 to 126. State Archive of Florence, Secretary of Finance, Business before 1788, n. 479 (By permission of the Ministry of Culture; reproduction or duplication by any means is prohibited).

lavori di risistemazione del palazzo (Fig. 11), viene ingrandita la prima sala della Minera-

logia e ne viene assegnata una ulteriore. In quest'ultima vengono inizialmente collocate

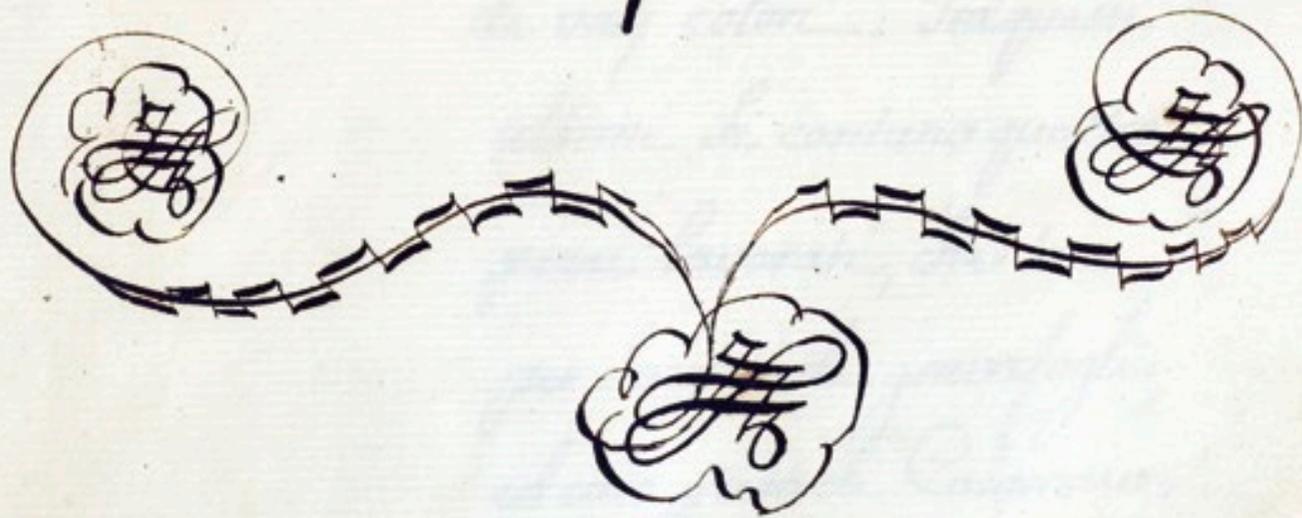
lare, e ovale con piccoli, e ben'intesi manichi, che riescono sì belli, che mai si resta sazi dal vederli» (inside certain small crystal cups, all of regular oval shape with small and well-designed handles, which are so lovely you never tire of seeing them) (Fig. 10), as we read in the *Saggio del Real Gabinetto di Fisica e di Storia Naturale di Firenze* (Essay of the Royal Laboratory of Physics and Natural History of Florence) of 1775, written on the basis of a detailed memoir by Fontana. In 1820, there was a drastic reduction of the pieces (by almost 10,000) in the eight Mineralogy rooms and an increase in

the stores of «duplicates» available for eventual exchanges. In different periods, the undisplayed material was placed in the «stanze buie» (dark rooms) on the mezzanine between the ground and first floors or on the ground floor to the left of the courtyard immediately before the staircase. After being relieved of the excessive number of specimens, the exhibit was undoubtedly more pleasant to view and easier to use, also because the first teaching aids began to appear.

As the restructuring of Palazzo Torrigiani proceeded after the 1793 inauguration (Fig. 11), the first Mineralogy

*R*egno Minerale
Stanza XIII.

Sostanze Calcarie, Vitriolate,
fluorate, e miste, Barote,
Magnesia, Argilla,
e loro prodotti.



Dal Gabinetto di Mineralogia al Museo di Storia Naturale

From Gabinetto di Mineralogia to Museum of Natural History

Luciana Fantoni, Luisa Poggi

Dopo la nascita dell'Istituto di Studi Superiori, Antinori mantiene la carica di Direttore del Museo e dispone che le collezioni siano affidate ai professori delle singole discipline; prosegue così il processo di indebolimento dell'unità del Museo, di fatto iniziato con l'istituzione del «Liceo». Nel 1865, Cosimo Ridolfi viene nominato nuovo Direttore, ma lo rimarrà solo pochi mesi. Alla sua morte, la direzione del Museo, insieme alla presidenza della sezione di Scienze dell'Istituto di Studi Superiori, viene affidata, per breve tempo, al decano Parlatore. Gli succede il fisico Carlo Matteucci, già ministro della Pubblica Istruzione, che sostiene l'abolizione dell'Istituto di Studi Superiori causando non poche difficoltà alla vita del Museo. Infatti, in virtù della sua formazione, Matteucci è portato a tenere in alta considerazione solo le discipline sperimentali, osteggiando quelle naturalistiche e soprattutto le collezioni.

After the establishment of the Istituto di Studi Superiori, Antinori maintained the position of Museum director and decided that the collections should be entrusted to the professors of the single disciplines. Thus, the weakening of the Museum's unity that had begun with the institution of the «Liceo» continued. In 1865, Cosimo Ridolfi was appointed as new director; but he remained only a few months. Upon his death, the directorship of the Museum, together with the presidency of the Sciences Section of the Istituto di Studi Superiori, was briefly entrusted to the dean Parlatore. He was succeeded by physicist Carlo Matteucci, former Minister of Public Education, who supported the abolition of the Istituto di Studi Superiori, bringing serious difficulties to the life of the Museum. Indeed, because of his education, Matteucci tended to hold only the experimental disciplines in high regard, opposing the naturalistic ones and especially collections.

Nel 1866, al termine della III guerra di indipendenza, nell'ambito dei trattati fra Italia e Austria, i Lorena chiedono la restituzione dei loro beni privati e fra questi inseriscono le collezioni del Museo. Fortunatamente la richiesta non ebbe seguito.

In questi anni l'attività del Museo consiste principalmente nella partecipazione alle grandi mostre, come quelle nel 1861 presso la stazione Leopolda di Firenze e nel 1862 a Londra (Fig. 2). Spesso, non tutto quanto esposto torna in Museo; tuttavia, siccome da altri espositori vengono donati esemplari, il depauperamento delle collezioni risultò contenuto.

Per quanto riguarda la Mineralogia, ancora non esiste una cattedra specifica e le collezioni sono affidate, insieme a quelle geologiche, a Igino Cocchi, nel «Gabinetto di Geologia». Infatti il Museo di Storia Naturale di fatto non esiste più; al suo posto sono nati i vari Gabinetti disciplinari, che però restano nella sede di via Romana. Solo nel

At the end of the Third War of Italian Independence in 1866, as part of the treaties between Italy and Austria, the House of Lorraine requested the restitution of their private property, including the collections of the Museum. Fortunately the request was unsuccessful.

The Museum's activity in these years consisted mainly in participating in large exhibitions, such as those in 1861 at Florence's Leopolda station and in 1862 in London (Fig. 2). Some of the exhibited specimens often failed to return to the Museum; however, since specimens were donated by other exhibitors, the impoverishment of the collections was limited.

For Mineralogy, there was still no specific chair and the collections were entrusted, along with the geological ones, to Igino Cocchi in the «Gabinetto di Geologia». In fact, the Museum of Natural History no longer exists; its place is taken by the Laboratories of the various disciplines, which

Fig. 1 Scatola per saggi chimici per il riconoscimento dei minerali (part.).

Fig. 1 Box for chemical assays to mineral recognition (detail).

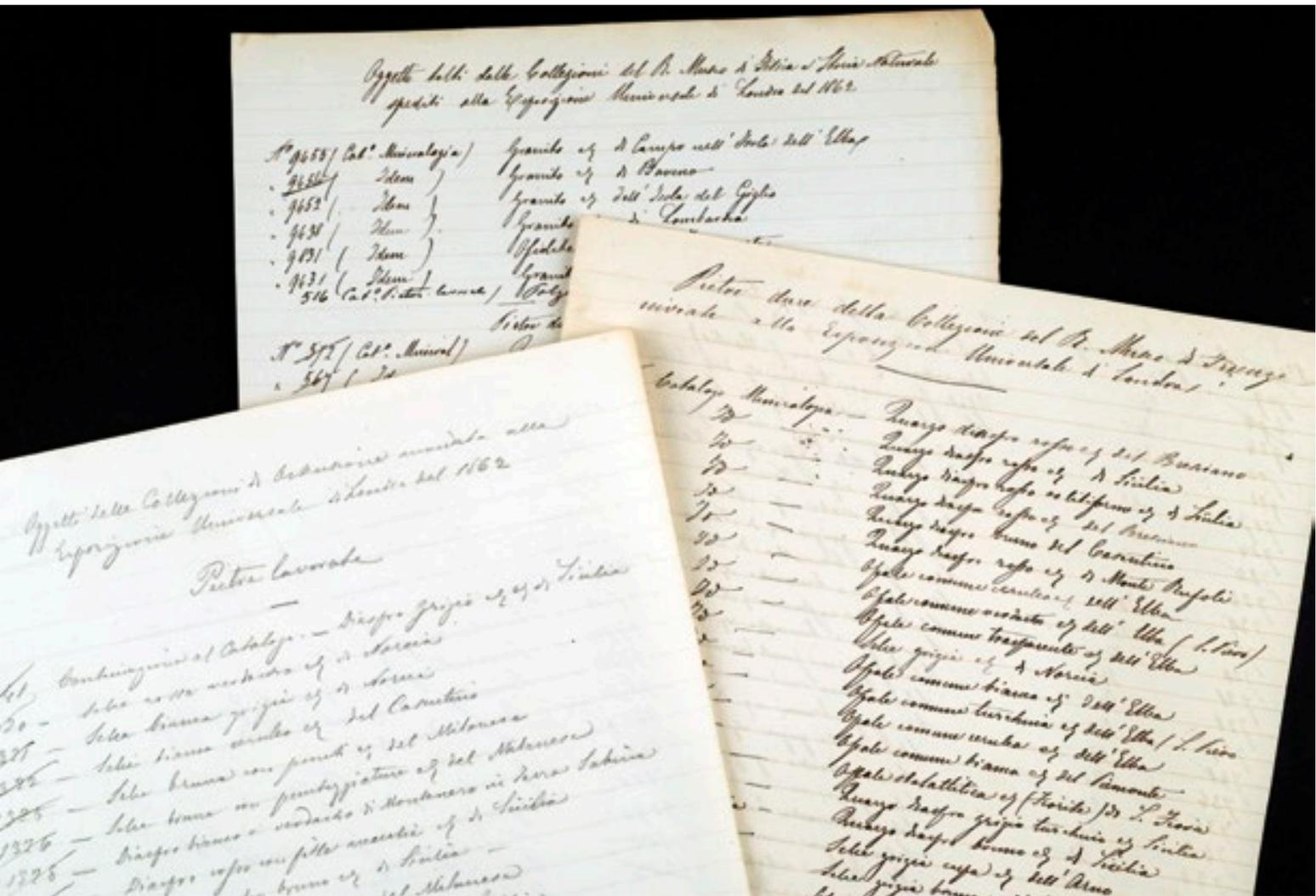


Fig. 2 Elenco dei minerali e delle rocce inviate all'Esposizione Universale di Londra del 1862.

Fig. 2 List of mineral and rock specimens sent to the Universal Exhibition of London in 1862.

1870 viene chiamato come aiuto di Cocchi, l'ingegnere minerario Giuseppe Grattarola (Fig. 3), che si dimostra molto attivo, non solo per la didattica ma anche per le collezioni mineralogiche che, peraltro, continuano a registrare importanti acquisizioni (Fig. 4). Nel 1873 Cocchi lascia la cattedra e a lui subentrano Grattarola per la mineralogia e D'Ancona per la geo-paleontologia. Anche per le altre discipline, la specializzazione e il maggior peso della didattica causano un aumento delle persone che gravitano su palazzo Torrigiani, portando, in qualche caso, a screzi personali che daranno una spinta decisiva alla separazione, anche fisica, delle collezioni.

however remained in the building in Via Romana. Mining engineer Giuseppe Grattarola (Fig. 3) was appointed assistant to Cocchi in 1870, and he proved very active not only for teaching but also for the mineralogical collections that continued to grow through important acquisitions (Fig. 4). Cocchi left the chair in 1873 and was replaced by Grattarola for Mineralogy and D'Ancona for Geo-paleontology. For the other disciplines as well, the specialization and

In questo periodo, difficile anche dal punto di vista economico, Grattarola, grazie alle sue conoscenze professionali con colleghi ingegneri, ottiene una serie di doni; entrano così circa mille campioni, testimonianza di una rete di amicizie molto ampia. Ovviamente sono prevalenti gli ingegneri, ma non mancano i nobili, come i marchesi Strozzi e Chigi Zandonai, i militari come il capitano Giuseppe Pisani (elbano) e il maggiore Pietro Grisanti. Anche i colleghi docenti contribuiscono ad arricchire le collezioni: Cocchi, Parlatore, Giglioli, Bechi, De Stefani, Beccari sono infatti registrati fra i donatori.

Grattarola inoltre riesce, nel 1877, a concretizzare l'acquisto della ricchissima raccolta di

growing importance given to teaching led to an increasing number of people gravitating toward Palazzo Torrigiani. In some cases, this caused personal disputes that would give a decisive push to the division of the collections (even involving their physical separation).

In this troubled period (difficult also from the economic point of view), Grattarola obtained a series of donations thanks to his professional acquaintances with engineering



Fig. 3



Fig. 4a



Fig. 4b

Raffaello Foresi, comprendente minerali e rocce, oltre a reperti etnologici, provenienti dall'Isola d'Elba, per un totale di oltre 8000 esemplari. Insieme alla collezione, priva di un catalogo dettagliato, giunge a Firenze il registro dei visitatori del Museo Foresi di Portoferraio, frequen-

tato dai più importanti mineralisti dell'epoca a dimostrazione della sua importanza.

Firenze è una città profondamente segnata dal ruolo di capitale d'Italia e dal suo rapido trasferimento a Roma; dal punto di vista edilizio si aprono nuove prospettive. In que-

Fig. 3 Giuseppe Grattarola, con un gruppo di studenti. Questo scatto risale al 1896, ma ne esistono di analoghi anche di anni precedenti.

Fig. 4 a) Pepita di platino, dono del Granduca Niccolò di Russia. Provenienza: Urali, Russia. Peso: 1305 g. Camp. n. G48670. b) Pepita d'oro, dono di R. Pareto. Provenienza: fiume Oreo, Canavese, Cuneo. Misure: 4 x 3 x 3 cm. Camp. n. G61079.

Fig. 3 Giuseppe Grattarola, with a group of students. This photograph is from 1896, but there are similar ones from previous years.

Fig. 4 a) Platinum nugget, gift of the Grand Duke Nicholas of Russia. Provenance: Ural, Russia. Weight: 1305 g. Spec. n. G48670. b) Gold nugget, gift of R. Pareto. Provenance: Oreo river, Canavese, Cuneo. Measurements: 4 x 3 x 3 cm. Spec. n. G61079.

colleagues. This brought in about a thousand specimens, evidence of a vast network of friendships. This network mainly included engineers, but there were also noblemen, such as the marquises Strozzi and Chigi Zandonai, and military men such as Captain Giuseppe Pisani (an Elban) and Major Pietro Grisanti. Grattarola's colleagues also helped enrich the collections: Professors Cocchi, Parlatore, Giglioli, Bechi, De Stefani and Beccari are listed as donors.

In 1877, Grattarola succeeded in purchasing the very rich collection of Raffaello Foresi, including minerals, rocks and ethnological specimens from Elba Island for a total of over 8000 pieces. The collection, lacking a detailed catalogue, was accompanied by the visitor's book of the Foresi Museum in Portoferraio. This museum had been visited by the most important mineralists of the time, an indication of its importance.

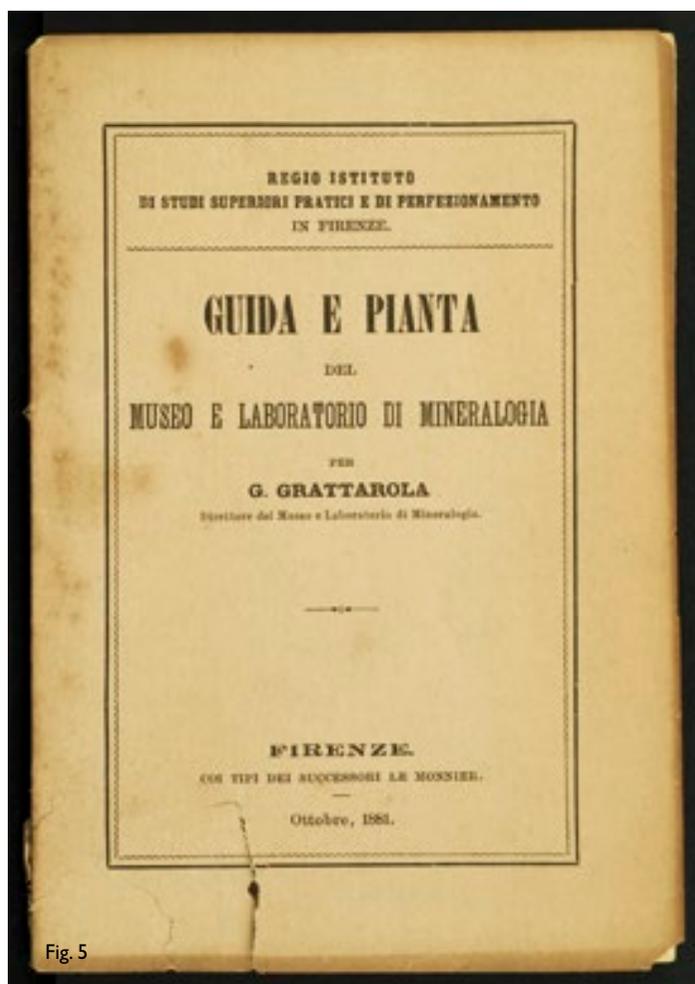


Fig. 5



Fig. 6

Fig. 5 Frontespizio della *Guida e pianta del Museo e laboratorio di Mineralogia* pubblicata da Grattarola nel 1881.

Fig. 6 Grattarola (a destra) intento alla messa a punto dell'eliostato, insieme ai suoi collaboratori.

Fig. 5 Title page of the *Guida e pianta del Museo e laboratorio di Mineralogia* published by Grattarola in 1881.

Fig. 6 Grattarola (right) adjusting a heliostat, along with his collaborators.

sto contesto, parte delle collezioni del Museo lasciano via Romana, per spostarsi negli edifici dell'antico *Studium*, in piazza S. Marco. Grande regista del trasloco delle collezioni mineralogiche è lo stesso Grattarola, mentre per le raccolte botaniche si apre un'accesa disputa. Nel 1880 la mineralogia, insieme alla geo-paleontologia, lascia via Romana e Grattarola dispone adesso di un suo Museo e Laboratorio, con locali decisamente più ampi e confortevoli in cui creare un nuovo allestimento. L'inaugurazione avviene nel 1881, in occasione della gita dei partecipanti al congresso geologico internazionale di Bologna. Ovviamente la disposizione delle collezioni

non corrisponde più a quanto descritto nel catalogo del 1844, ma viene pubblicata una «Guida e pianta del Museo e Laboratorio di Mineralogia» (Fig. 5), dove è riportato in dettaglio il nuovo allestimento.

Nel 1888 un ulteriore successo: l'acquisto della pregevolissima collezione Roster di circa 1500 esemplari di minerali elbani. Giorgio Roster, collega e amico di Grattarola e grande conoscitore dell'Elba, già aveva dato un fondamentale contributo per il completamento dei dati relativi alla collezione Foresi, ma per la sua raccolta stende esaurienti cataloghi manoscritti, che giungono al Museo unitamente ai campioni.

The city of Florence was profoundly marked by its role as Italian capital and by the sudden transfer of this status to Rome, and new perspectives were opened in terms of construction works. In this context, part of the museum collections were moved from Via Romana to the buildings of the ancient *Studium* in Piazza San Marco. The grand organizer of the move of the mineralogical collections was Grattarola, while there was a hot dispute concerning the botanical collections. Mineralogy and Geo-palaeontology left Via Romana in 1880, and Grattarola now had his own Museum and Laboratory with much larger and more comfortable rooms in which to create a new exhibition. The inauguration took place in 1881, on the occasion of

the visit by participants in the international geology conference in Bologna. Obviously the arrangement of the collections no longer corresponded to the one described in the 1844 catalogue, and a «Guida e pianta del Museo e Laboratorio di Mineralogia» (Guide and Plan of the Museum and Laboratory of Mineralogy) (Fig. 5) was published with details of the new display.

The year 1888 saw a further success: the purchase of the prestigious Roster collection of ca. 1500 Elban mineral specimens. Giorgio Roster, a colleague and friend of Grattarola and an expert on Elba, had already made a fundamental contribution to completion of the data on the Foresi collection. However, for his own collection he

Martedì

Caro Grattarola.

Desidero cominciare un'idea
il tutto. Ho già nominato la Commissione
riferente per le 2 memorie. Spero
che nel 10 dicembre sarà fatta la
relazione all'Accademia.

Attendo solo a lavorare seriamente
e soprattutto a fare indagini sulle
rocce e sui minerali nostri, e non
teoria dell'avvenire. Pensi che finora
ci è più profitto che romani.

Su tutto presto
Suo devoto
Q. Sella

Fig. 7

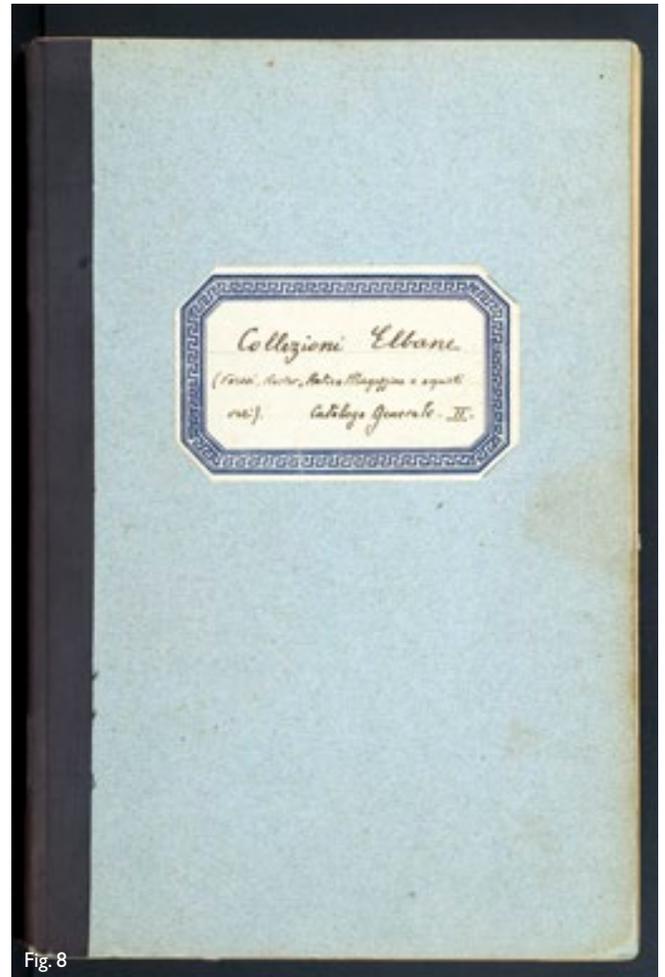


Fig. 8

Superate le convulse fasi di trasloco, allestimento e sistemazione delle nuove acquisizioni, Grattarola può ora dedicare più tempo alla didattica, a cui riserva molta attenzione, cogliendo prontamente ogni novità, sia per quanto riguarda i principi teorici, sia per le nuove strumentazioni (Fig. 6), che acquista e, talvolta, modifica nell'officina del Laboratorio. Contemporaneamente assume l'incarico di Presidente della Sezione di Scienze dell'Istituto di Studi Superiori.

Il Museo conserva, ancora oggi, i carteggi tra Grattarola e la Soprintendenza e la Presidenza della Sezione di Scienze, oltre a lettere con fornitori e corrispondenza con colleghi

mineralisti, come Groth, Hintze, Lacroix, Rammelsberg, Scacchi, Sella (Fig. 7), Spezia, Strüver, Tschermak. È a questo periodo che risalgono i primi studi sulle collezioni, principalmente sui campioni elbani, portati avanti da Grattarola e dai suoi aiuti e assistenti.

Nel 1907 Grattarola muore e gli succede Federico Millosevich, romano, che nel 1915 rientra a Roma, dove diventerà Rettore dell'Università e Presidente dell'Accademia dei Lincei. Nel breve periodo fiorentino, però, lascia una traccia importante con la pubblicazione del catalogo ragionato delle collezioni elbane (Fig. 8) dal titolo «I 5000 elbani del Museo di Firenze». Fino al 1922 Ernesto

Fig. 7 Lettera di Q. Sella, circa la presentazione di un lavoro di Grattarola all'Accademia dei Lincei.

Fig. 8 Frontespizio del volume del catalogo manoscritto da Millosevich delle collezioni elbane (Foresi, Roster, Antico Magazzino) su cui si è basata la stesura de *I 5000 Elbani*.

Fig. 7 Letter by Q. Sella, about the presentation of a work by Grattarola to the Accademia dei Lincei.

Fig. 8 Title page of Volume II of Millosevich's handwritten catalogue of the Elban collections (Foresi, Roster, Old Storeroom) on which he based his article *I 5000 Elbani*.

had compiled exhaustive handwritten catalogues, which accompanied the specimens to the Museum.

When the hectic phases of transport, preparation and arrangement of the new acquisitions ended, Grattarola could dedicate more time to teaching. He devoted much attention to this activity, quickly grasping every novelty concerning both theoretical principles and new instruments (Fig. 6), which he purchased and sometimes modified in the Laboratory's workshop. At the same time, he assumed the duties of president of the Sciences Section of the Istituto di Studi Superiori.

The Museum still conserves the correspondence between Grattarola and the Superintendence and Presi-

dency of the Sciences Section, as well as correspondence with suppliers and with fellow mineralists such as Groth, Hintze, Lacroix, Rammelsberg, Scacchi, Sella (Fig. 7), Spezia, Strüver and Tschermak. This period also saw the first studies on the collections, mainly on the Elban specimens, carried out by Grattarola and his assistants.

Grattarola died in 1907 and was succeeded by Federico Millosevich, a Roman, who returned to Rome in 1915 where he became chancellor of the University and president of the Accademia dei Lincei. However, he left an important mark in his brief Florentine period with the publication of the catalogue raisonné of the Elban collections (Fig. 8) entitled «I 5000 elbani del Museo di Firenze» (The



Fig. 9a



Fig. 9b

Fig. 9 a) Collezione Ciampi: Smithsonite – Serra Moddizis, Iglesias (CA). Misure: 9 x 6 x 5 cm. Camp. n. G54260. b) Collezione Ciampi: Fluorite - Val Sarentina (BZ). Misure: 18 x 18 x 8 cm. Camp. n. G51368.

Fig. 9 a) Ciampi collection: Smithsonite – Iglesias (CA), Serra Moddizis. Measurements: 9 x 6 x 5 cm. Spec. n. G54260. b) Ciampi collection: Fluorite – Val Sarentina (BZ). Measurements: 18 x 18 x 8 cm. Spec. n. G51368.

Manasse copre la cattedra di Mineralogia e quindi la direzione del Museo: non risultano in questi anni acquisizioni di esemplari

5000 Elbans of the Museum of Florence). Ernesto Manasse then held the chair of Mineralogy and thus the directorship of the Museum up to 1922, although there do not seem to have been any acquisitions of important specimens in those years. A radical change in the structure of the institution occurred under the directorship of Piero Aloisi: in 1924, the Istituto di Studi Superiori became the University, the Sciences Section changed into the Faculty, the Museum and Laboratory became an Institute with attached Museum. The collections faded into the background: teaching now assumed a prominent role and the Museum (whose function appears to have been as a teaching instrument) was stripped of rooms to make space for laboratories and lecture rooms.

Despite this process, important acquisitions were made in the 1930s. The Ministry of Education ordered that

di rilievo. Sotto la direzione di Piero Aloisi si ha un radicale cambiamento nell'assetto dell'istituzione; infatti, nel 1924 l'Istituto di Studi Superiori diventa Università, la Sezione di Scienze si trasforma in Facoltà, il Museo e Laboratorio in Istituto con annesso il Museo. Le collezioni passano decisamente in secondo piano: ora è la didattica che assume il ruolo preminente e il Museo – la cui funzione appare strumentale – viene penalizzato anche nei locali, per dare spazio a laboratori ed aule.

Nonostante questo processo, negli anni Trenta si hanno importanti acquisizioni. Viene disposto dal Ministero che le collezioni didattiche mineralogiche dell'Istituto Superiore di Magistero di Firenze siano trasferite al Museo, per un totale di 465 esemplari, fra cui svariati modelli di gemme realizzati in vetro. Gli eredi di Adriano Racah, ingegnere minerario sardo – morto nel 1927 – donano una notevole raccolta di oltre 100 campioni di minerali provenienti soprattutto dalle miniere sarde. Nel 1933 arriva un'altra cospicua collezione: si tratta della raccolta di quasi 1200 esemplari dell'ingegner Celso Capacci, che moglie e figli dopo la sua scomparsa consegnano al Museo. Poco più della metà della collezione è di provenienza italiana, con prevalenza di esemplari toscani. Poco prima della sua morte, avvenuta nel 1938, Aloisi riesce ad acquistare la collezione dell'ingegner Adolfo Ciampi, già direttore di miniere italiane. Le trattative, iniziate col Ciampi stesso e dopo la sua improvvisa scomparsa proseguite con gli eredi, in un primo tempo si arenano per mancanza di fondi. La «Magona d'Italia», conscia dell'importanza scientifica della raccolta (Figg. 9a, 9b), concede un

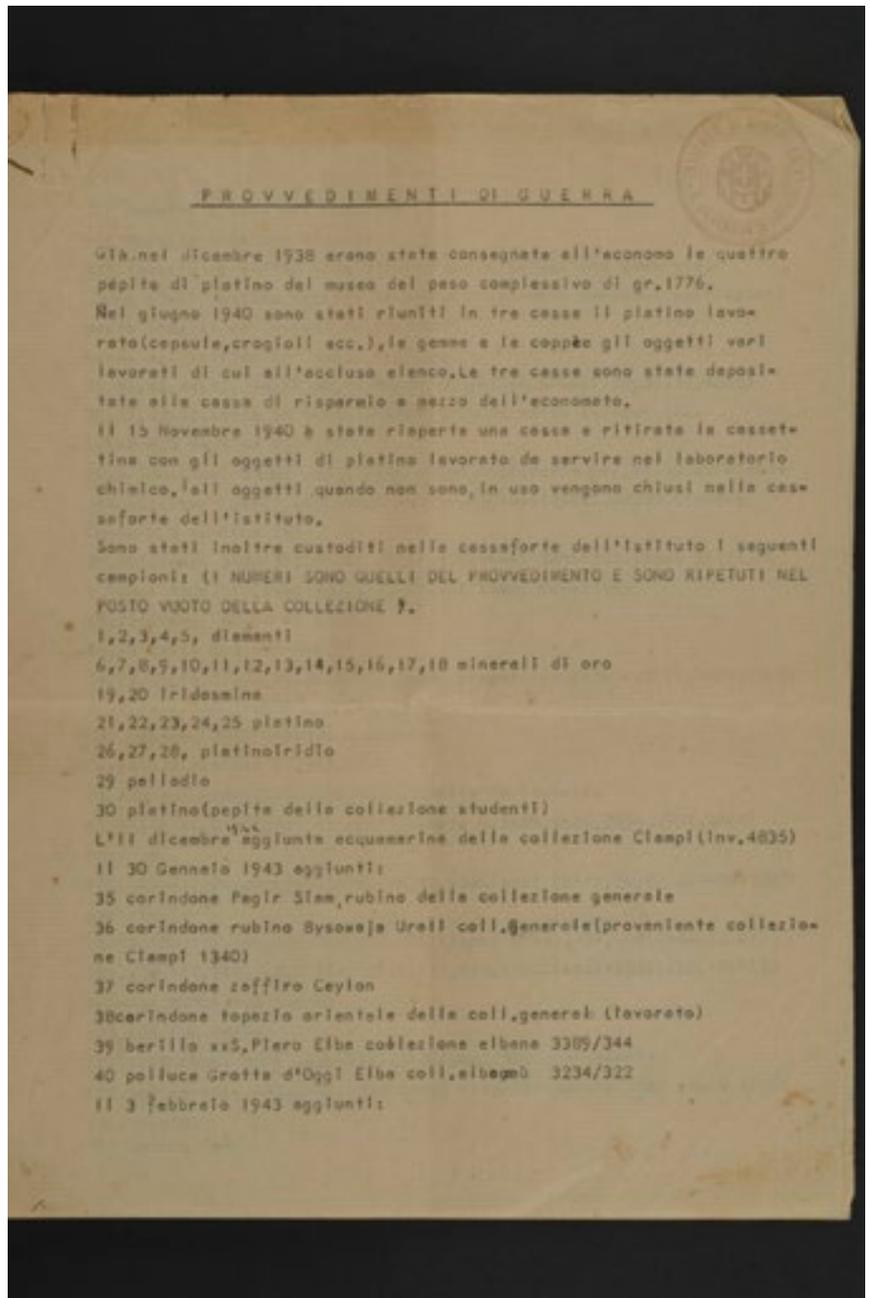
the mineralogical teaching collections of the Istituto Superiore di Magistero di Firenze be transferred to the Museum, for a total of 465 specimens including various glass models of gems. The heirs of Adriano Racah, a Sardinian mining engineer who died in 1927, donated a collection of over 100 mineral specimens coming mainly from Sardinian mines. Another substantial collection arrived in 1933: almost 1200 specimens of engineer Celso Capacci given to the Museum by his wife and children after his death. A little over one half of the collection is of Italian provenance, with mainly Tuscan specimens. Just before his death in 1938, Aloisi succeeded in purchasing the collection of engineer Adolfo Ciampi, former director of mines in Italy. The negotiations with Ciampi, and after his sudden death with his heirs, were initially stranded due to a lack of funds. Steel makers «Magona d'Italia», aware of the scientific im-

sostanzioso contributo e arrivano al Museo ben 5200 esemplari, numerati e corredati di cartellini ed elenco. Di eccezionale importanza e bellezza sono gli esemplari delle miniere sarde di Monteponi e Calabona.

Guido Carobbi succede ad Aloisi, alla vigilia della guerra. Una delle prime iniziative prese dal nuovo direttore è la stesura di un catalogo/inventario. Dal 1943, con intervalli dovuti agli eventi bellici, inizia la compilazione dei registri, che alla fine del 1948 raggiungeranno il numero di otto. A differenza dei cataloghi precedenti, il criterio seguito non è topografico ma sistematico. Questo comporta lo smembramento delle collezioni, per dare vita a un nuovo ordinamento secondo i criteri classificativi su base chimica e strutturale elaborati da Strunz. Per la prima volta viene attribuito ad ogni esemplare un valore inventariale; di sicuro la svalutazione della lira fra inizio e fine stesura è notevole, per cui i primi valori attribuiti risultano non confrontabili con gli ultimi. Addirittura per la collezione Ciampi il valore riportato nell'inventario corrisponde al prezzo pagato, anziché al valore di stima, comportando una fortissima sottostima del patrimonio del Museo.

Preoccupato dall'avanzare del fronte bellico, Carobbi decide di mettere al sicuro gli esemplari di maggior pregio: gli oggetti della collezione di pietre lavorate trovano posto nel caveau della Cassa di Risparmio di Firenze (Fig. 10), mentre altri campioni vengono nascosti sotto le assi del pavimento in legno del salone principale del Museo. Le collezioni torneranno al loro posto nel 1947.

Date le difficoltà economiche del dopoguerra, l'unica possibilità di acquisire nuovi



campioni è data da scambi con altre istituzioni o con privati. Nel 1945 l'ingegner Luigi Magistretti di Milano, appassionato mine-

Fig. 10 Dattiloscritto riepilogativo della misure di tutela degli esemplari di maggior valore, intraprese allo scoppio della guerra.

Fig. 10 Typewritten summary of the "War measures" taken to protect the most valuable specimens during World War II.

importance of the collection (Figs. 9a, 9b), gave a substantial contribution and the Museum was able to acquire 5200 specimens, all numbered, labelled and listed. The specimens from the Sardinian mines of Monteponi and Calabona are of exceptional importance and beauty.

Aloisi was succeeded by Guido Carobbi on the eve of World War II. One of the new director's first initiatives was the compilation of a catalogue/inventory. The creation of the registers (eventually eight in number) began in 1943, with interruptions due to the war, and ended in 1948. Unlike the previous catalogues, the criterion was not topographical but systematic. This involved dismembering the collections to give rise to a new arrangement according to the chemical and structural classification devised by Strunz. For the first time, a monetary value was given to each inventoried specimen; the devaluation of the lira between

the beginning and end of the compilation was enormous, and thus the first values were not comparable with the last ones. Indeed, for the Ciampi collection, the value reported in the inventory corresponded to the price paid instead of to the estimated value, leading to a strong underestimation of the Museum's patrimony.

Concerned about the advancing war front, Carobbi decided to secure the most valuable specimens: the collection of carved stones was locked in the vault of the Cassa di Risparmio di Firenze (Fig. 10), while other specimens were hidden under the floorboards of the Museum's main hall. The collections would return to their places in 1947.

Given the economic difficulties after the war, the only possibility to acquire new specimens was by exchanges with other institutions or private collectors. In 1945, engineer Luigi Magistretti of Milan, a passionate mineralist and col-



Fig. 11



Fig. 12

ralista e collezionista, propone al Museo 46 esemplari di minerali, fra cui 17 pietre tagliate. In cambio vengono alienati dalle collezioni 13 campioni, fra cui fosgeniti, azzurriti e covelline delle miniere sarde. Alla fine della guerra Allan Caplan, in Italia con le truppe americane, da appassionato collezionista desidera vedere i famosi campioni del Museo di Firenze, ma resterà deluso perché le collezioni non sono state ancora tolte dai nascondigli. Torna nel 1947 e propone che, per un cristallo di topazio gigantesco (151 kg), il Museo ceda un impressionante numero

di esemplari; si tratta, per l'appunto, di 151 campioni tra cui 60 fosgeniti, 41 anglesiti, 3 covelline appartenenti alle raccolte Racah e Ciampi, che come abbiamo visto, era stata sottovalutata. La trattativa viene conclusa e il Museo acquisisce il secondo topazio del mondo (Fig. 11), come dimensioni.

Nuovamente, nel 1951, la necessità di fare spazio a laboratori e aule sacrifica il Museo (Fig. 12) – sempre più negletto – lasciando per le collezioni solo il salone e portando alla cessione in comodato all'Istituto e Museo di Storia della Scienza della collezione Targio-

Fig. 11 Cambio Caplan: Topazio – Minas Gerais, Brasile. Cristallo di eccezionali dimensioni (151 kg).

Fig. 12 Salone espositivo della Mineralogia, prima della contrazione degli spazi del 1951.

Fig. 11 Caplan exchange: Topaz - Minas Gerais, Brazil. Exceptionally large crystal (151 kg).

Fig. 12 Mineralogy exhibition hall, before the space reduction in 1951.

lector; offered the Museum 46 mineral specimens, of which 17 cut stones. In exchange, he received 13 specimens from the museum collections, including phosgenites, azurites and covellite from the Sardinian mines. At the end of the war, Allan Caplan, a passionate collector who found himself in Italy with the American troops, wished to see the famous specimens of the Florentine Museum, but was disappointed because the collections had still not been recovered from their hiding places. He returned in 1947 and offered the Museum a gigantic topaz crystal (151 kg) in exchange for 151 specimens, including 60 phosgenites, 41 anglesites and

3 covellites belonging to the Racah and Ciampi collections, which as mentioned before had been underestimated. The negotiation was concluded and the Museum acquired the second largest topaz in the world (Fig. 11).

In 1951, the need to make space once again for laboratories and lecture rooms sacrificed the increasingly neglected Museum (Fig. 12), leaving only the main hall for the collections. This led to the transfer of the Targioni Tozzetti collection on loan to the Istituto e Museo di Storia della Scienza; it only returned to the University in 1989. Thus began the Museum's period of stasis: visitors were lacking,



Fig. 13 Durante i lavori di sostituzione degli arredi in legno del salone, con quelli metallici (anni '60).

Fig. 13 During the work to replace the hall's wooden furnishings with metal ones (1960s).

ni Tozzetti, rientrata all'Università nel 1989. Inizia il periodo di stasi del Museo: mancano i visitatori, le collezioni non vengono incrementate, non vengono studiate e rappresentate addirittura un ingombro. Nonostante tutto questo, nel 1957 il Consiglio di Amministrazione autorizza lo storno di una modesta cifra dal bilancio dell'Istituto di Mineralogia a favore del Museo e vengono assegnate per il Museo funzioni di conservatore e di tecnico

rispettivamente a Curzio Cipriani e a Omero Innocenti, appartenenti all'Istituto. Comunque la situazione di stallo per il Museo continua e negli anni '60 si arriva a un'ulteriore riduzione degli spazi, dividendo a metà il salone, con elementi di ferro e vetro, per collocare nuovi ingombranti strumenti. Viene colta l'occasione per sostituire i vecchi armadi vetrina e le vecchie bacheche con più moderni arredi metallici (Fig. 13). Con-

the collections were not increased, were not studied and even represented an encumbrance. Despite all this, the University's Board of Directors authorized the transfer of a small sum from the budget of the Institute of Mineralogy in favour of the Museum in 1957. Besides, the Institute assigned to Curzio Cipriani and Omero Innocenti the task of Museum curator and technician, respectively. However, the static situation in the Museum continued and there was a further reduction of the spaces in the 1960s, with division of the hall into two by means of iron and glass partitions to make room for bulky new instruments. However, this presented the occasion to replace the old display cabinets and showcases with modern metal furnishings (Fig. 13). At the same time, the research was flourishing (albeit not on the collections) thanks to the active efforts of Carobbi. In fact, he created the Florentine school, which was busy on

various fronts, e.g. geochemistry, crystallography and systematic mineralogy.

Carobbi left teaching in 1971, replaced by Cipriani as head of the Institute and the Museum. In the same year, the University's Board of Directors assigned an endowment of 30 million lire and specific personnel to the scientific museums. The increasing attention to the environment and its protection created new interest in naturalistic collections and their uses. Hence, the exhibits were revised and a series of educational display cases was planned and constructed in the limited space available. Various acquisitions were made for this purpose, such as the 28 kg iron meteorite from Chupaderos and various cut precious and semi-precious stones together with synthetic or artificial material widely used in jewellery. From the first half of the 1980s, museum staff members began to attend various

temporaneamente la ricerca (ma non sulle collezioni) gode di un momento felice, grazie all'attivo impegno di Carobbi, che crea di fatto la scuola fiorentina, impegnata su svariati fronti, quali ad esempio geochimica, cristallografia, mineralogia sistematica.

Nel 1971 Carobbi lascia l'insegnamento, sostituito da Cipriani alla guida dell'Istituto e del Museo. Nello stesso anno il Consiglio di Amministrazione dell'Università assegna una dotazione di 30 milioni di lire e personale specifico ai musei scientifici. La crescente attenzione all'ambiente e alla sua tutela crea nuovo interesse nei confronti delle collezioni naturalistiche e della loro fruizione; si rivede quindi l'allestimento, progettando e realizzando, nel poco spazio disponibile, una serie di vetrine a carattere didattico. E proprio a questo scopo vengono fatte acquisizioni, come la meteorite ferrosa di Chupaderos di 28 kg o svariate pietre tagliate – preziose e non – insieme a materiale sintetico o artificiale usato diffusamente in gioielleria. Dalla prima metà degli anni '80 il personale del Museo comincia a frequentare varie mostre mercato in Italia e all'estero e, grazie anche alla disponibilità economica, può effettuare vantaggiosissimi acquisti e tenersi aggiornato sulle nuove specie identificate e sulle quotazioni dei vari minerali.

Una svolta fondamentale arriva nel 1984, con l'unificazione (al momento solo formale) dei musei scientifici in una «confederazione» che prende il nome «Museo di Storia Naturale», ad indicare la continuità con l'istituzione leopoldina.

Per rendere possibile la gestione delle collezioni – con oltre 28.000 esemplari presenti nella sola mineralogia – viene in questo

periodo progettato e realizzato un programma per la catalogazione automatizzata che comporta un attento confronto dei dati (provenienza, nomenclatura, ecc.). Anche per questo motivo, a volte con la collaborazione del Dipartimento di Scienze della Terra, si realizzano numerosi studi sui campioni del Museo, verificando la correttezza delle attribuzioni e caratterizzando in modo più esauriente alcune specie o gruppi di minerali. Questo fronte di ricerca, che continua tuttora, talvolta ha portato all'identificazione di nuove specie mineralogiche, i cui olotipi sono depositati in Museo (vedi Menchetti, in questo volume). La necessità di avere informazioni il più possibile dettagliate sul singolo esemplare ha stimolato la consultazione e lo studio dei cataloghi antichi, portando a un conseguente lavoro di ricerca storica, esteso anche ad archivi e istituzioni extra universitarie. In questo modo, per molti esemplari è stato possibile ricostruire l'intera storia, dalle modalità di entrata in Museo, alla diversa collocazione in ostensione.

La politica di incremento delle collezioni per l'esposizione e per la ricerca – campioni con valenza estetica o esemplari rari – mette in evidenza il Museo e porta collezionisti e commercianti a offrire singoli esemplari, o, addirittura, intere collezioni.

Dopo una prima offerta del 1979, eccessiva per le possibilità economiche del Museo, nel 1987 viene riproposta la collezione Ponis – costituita da 2700 esemplari – per una cifra totale di quasi un miliardo di lire. Ovviamente la somma è proibitiva ma vengono comunque cercati finanziamenti all'esterno dell'Università, in particolare presso il Ministero e da istituti bancari locali. Inaspettatamente il Mi-

exhibitions in Italy and abroad. Thanks to the improved economic situation, they could make very advantageous purchases and remain up-to-date on newly identified species and on the valuations of the various minerals.

A fundamental change came in 1984 with the unification (at the time only formal) of the scientific museums in a «confederation», which took the name «Museum of Natural History» to highlight the continuity with the Leopoldian institution. To facilitate the management of the collections (with over 28,000 specimens in the Mineralogy Section alone), an automated cataloguing program was realized, involving a careful comparison of the data (provenance, nomenclature, etc.). For this reason, numerous studies were conducted on the museum specimens (at times in collaboration with the Department of Earth Sciences) to verify the correctness of the attributions and to characterize any

mineral species or groups in a more exhaustive manner. At times this research, which is still in progress, has led to the identification of new mineralogical species, whose holotypes are deposited in the Museum (see Menchetti, in this volume). The necessity to have the most detailed information possible on the single specimens has stimulated the consultation and study of the old catalogues, leading to historical research extended to external archives and institutions. Hence, it has been possible to reconstruct the whole history of many specimens, from the way they came to the Museum to the different ways they have been displayed.

The policy of increasing the collections for exhibition and research, i.e. with specimens of aesthetical value or rare pieces, gives the Museum international exposure and induces collectors and dealers to offer single specimens or even whole collections. After a first offer in 1979 that was

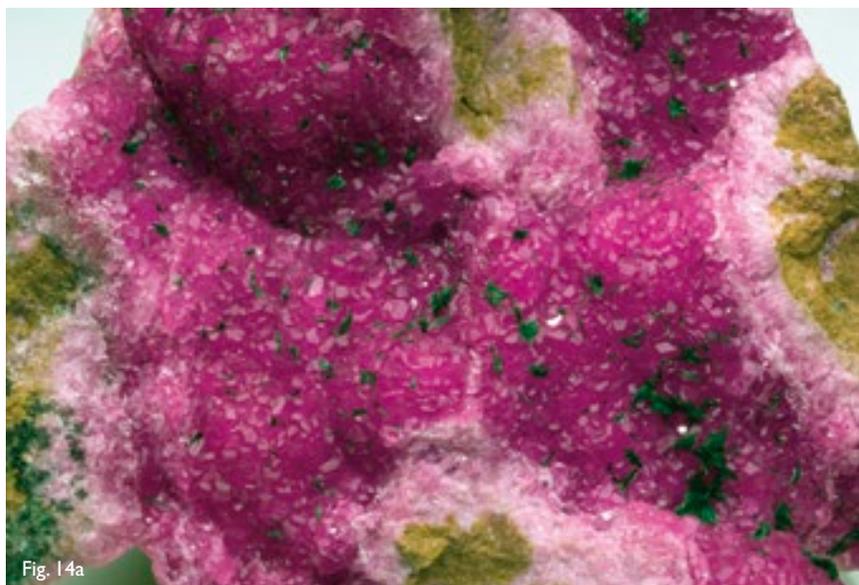


Fig. 14a



Fig. 14b

Fig. 14 a) Sferocobaltite con malachite – Kakanda mine, Shaba region, Zaire. Misure: 9 x 8 x 7 cm. Camp. n. G46817;

b) Sferocobaltite con malachite – Kakanda mine, Shaba region, Zaire. Misure: 8 x 8 x 6 cm. Camp. n. G46935.

Fig. 14 a) Spherocobaltite with malachite – Kakanda mine, Shaba region, Zaire. Measurements: 9 x 8 x 7 cm. Spec. n. G46817;

b) Spherocobaltite with malachite – Kakanda mine, Shaba region, Zaire. Measurements: 8 x 8 x 6 cm. Spec. n. G46935.

nistero concede un finanziamento straordinario. Nella collezione sono ben rappresentati i minerali del Brasile (oltre 1300 pezzi), mentre quelli italiani sono circa 550. Numerose sono le geodi di ametista, anche di dimensioni fino a 400 kg, ma si staccano sugli altri minerali

beyond the Museum's economic possibilities, the Ponis collection was proposed again in 1987. It consisted of 2700 specimens for a total figure of almost a billion lire. Obviously the sum was prohibitive but funding was sought outside the University, particularly from the Ministry of Education and from local banks. Unexpectedly the Ministry granted extraordinary funding. Brazilian minerals are well represented in the collection (over 1300 pieces), while Italian ones number around 550. There are numerous amethyst geodes, even up to 400 kg, but prominent among all the other minerals are the multicoloured tourmalines (almost 200 specimens) and an almost 100 kg aquamarine with some good cut portions (see Pratesi and Bonazzi, in this volume). The arrival of this huge quantity of very large specimens necessitated a reorganization of the exhibit, which continued for many years until the definitive set-up was completed in 2003.

le variopinte tormaline (quasi 200 esemplari) e un'acquamarina di quasi 100 kg, con alcune porzioni buone da taglio (vedi Pratesi e Bonazzi, in questo volume). L'arrivo di una tale quantità di esemplari di dimensioni così ragguardevoli, comporta una riorganizzazione dell'esposizione, che continua per anni, trovando un assetto definito nel 2003.

L'anno successivo entra in Museo un'altra raccolta, quella di Adalberto Giazotto, costituita da circa 400 campioni, essenzialmente di valore estetico. Nel 1990 vengono acquistati circa 700 esemplari provenienti dalle miniere zairesi dello Shaba: notevoli sono i campioni di malachite, con il caratteristico colore verde, e di sferocobaltite (Fig. 14), rosa intenso. Molti sono anche i minerali radioattivi, bellissimi, ma non collocabili in esposizione per motivi di sicurezza. Sempre nel 1990 l'attenzione del Museo è rivolta a una collezione di importanza scientifica notevolissima: è la raccolta di Nico Koekkoek, costituita da circa 3500 esemplari, in prevalenza micromount, rappresentativi di ben 2500 specie, di cui circa 1700 allora non presenti in Museo. Ancora 4600 esemplari, in massima parte italiani (soprattutto toscani e sardi), vengono donati al Museo dagli eredi di Giancarlo Brizzi, prematuramente scomparso nel 1992. Il tenente colonnello Brizzi, in venticinque anni di attività appassionata, ha riunito una splendida collezione di grande valore scientifico con esemplari perfettamente caratterizzati, anche con la collaborazione dei ricercatori del Centro CNR di Mineralogia.

Nel 1998 il Museo acquisisce la collezione Piccolomini – Pratesi, costituita da 90 esemplari di rilevante valore estetico, provenienti da Italia, Marocco, USA e Messico.

Another collection, that of Adalberto Giazotto, came to the Museum the following year, consisting of ca. 400 specimens, essentially of aesthetical value. In 1990, ca. 700 specimens from the Shaba mines in Zaire were acquired: the characteristic green malachite and the intense pink spherocobaltite specimens are notable among them (Fig. 14). There are also many lovely radioactive minerals, which cannot be displayed for safety reasons. Still in 1990, the Museum's attention turned to a collection of great scientific importance: that of Nico Koekkoek, consisting of ca. 3500 specimens, mainly micromounts, representing 2500 species, including ca. 1700 not present in the Museum at the time. Another 4600 specimens, mostly Italian (especially from Tuscany and Sardinia), were donated to the Museum by the heirs of Giancarlo Brizzi, who died before his time in 1992. In 25 years of passionate activity, Lieutenant Colonel



Fig. 15 Cataloghi delle mostre organizzate dal Museo di Storia Naturale nel periodo 1999-2003.

Fig. 15 Catalogues of the exhibitions organized by the Museum of Natural History in the period 1999-2003.

Alla fine degli anni '90 si ha un momento felice anche per quanto riguarda il personale: infatti, ma solo per pochi anni, il Museo raggiunge finalmente un sufficiente organico, potendo avvalersi dell'opera di ben sette tecnici specializzati, necessari per la corretta gestione delle collezioni in questo periodo di forte incremento.

Il Museo di Storia Naturale, a partire dal 1999, inizia a ideare e realizzare mostre tematiche (Fig. 15); per la prima – «La Natura del Colore, il Colore della Natura» – vengono acquistati in occasione delle mostre mercato, diversi esemplari, quali le splendide fette di tormalina del Madagascar e gli esemplari con spettacolare fluorescenza UV.

In seguito (nel 2002) si registra un'altra iniziativa, questa volta per mettere in evidenza esemplari e curiosità del Museo di Storia Naturale. Alla mostra «Tesori nascosti. Curiosità del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze», la Mineralogia contribuisce con numerosi esemplari in genere non visibili al pubblico, quali ad esempio il tavolo piccolo a intarsi di pietre dure di epoca medicea, una testina etrusca dalla collezione Targioni Tozzetti, un cofanetto in velluto contenente pietre ornamentali appartenute a Vittorio Emanuele III di Savoia (Fig. 16).

Nel 2003 notevole è stato l'impegno per la realizzazione di un'altra mostra corale del Museo: «Il Tempo della Natura. Ciclicità e irreversibilità dei fenomeni naturali». La Mi-

Brizzi assembled a splendid collection of great scientific value, with specimens that were perfectly characterized (also with the collaboration of researchers of the Italian CNR's Mineralogy Centre). In 1998, the Museum purchased the Piccolomini-Pratesi collection, 90 specimens of remarkable aesthetical value from Italy, Morocco, USA and Mexico.

The end of the 1990s was a fortunate time with regard to museum personnel. For a few years, the Museum finally had a sufficient staff, being able to count on seven specialized technicians necessary for the correct management of the collections in this period of strong growth.

From 1999, the Museum of Natural History began to conceive and hold thematic exhibitions (Fig. 15). For the first one «La Natura del Colore, il Colore della Natura» (The Nature of Colour, the Colour of Nature), various specimens were purchased at mineral trade shows, such

as the splendid tourmaline slices from Madagascar and specimens with spectacular UV fluorescence.

Another initiative was undertaken in 2002 to highlight specimens and curiosities of the Museum of Natural History. Mineralogy contributed to the exhibition «Tesori nascosti. Curiosità del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze» (Hidden Treasures. Curiosities of the Museum of Natural History of the University of Florence) with numerous specimens generally not displayed to the public, such as the small *pietra dura* table from the Medici age, a small Etruscan head from the Targioni Tozzetti collection, a velvet jewel box containing ornamental stones that belonged to King Vittorio Emanuele III (Fig. 16).

In 2003, a remarkable effort was made to organize another of the Museum's large exhibitions: «Il Tempo della Natura. Ciclicità e irreversibilità dei fenomeni naturali»



Fig. 16 Cofanetto in velluto contenente pietre ornamentali appartenute a Vittorio Emanuele III di Savoia.

Fig. 16 A velvet jewel box containing ornamental stones that belonged to King Vittorio Emanuele III.

neralologia ha approfondito i temi della formazione delle rocce, della cristallizzazione dei minerali e del polimorfismo.

Sempre nel 2003, alla fine del mandato di Cipriani, a capo sia della Mineralogia che del Museo di Storia Naturale, si ha la conclusione del processo di unificazione che porta i Musei scientifici universitari ad essere una struttura unica ed indipendente, non più confederativa.

Dal 2004, dopo un anno di gestione commissariale condotta dal Prof. Piergiorgio Malesani (affiancato da un Comitato Scientifico

composto dal Prof. Vincenzo Schettino e Prof. Guido Chelazzi), il regolamento del Museo viene modificato profondamente, seguendo i dettami del Codice dei Beni Culturali, al fine di rendere la struttura più adeguata a sostenere le sfide del nuovo millennio. Sotto la presidenza di Giovanni Pratesi tanti progetti e tante iniziative sono stati realizzati: l'adeguamento dei cataloghi informatici agli standard nazionali, la rivalutazione inventariale delle collezioni inventariate da Carobbi e, evidente anche per il pubblico, il rifacimento dell'intera parte espositiva.

(The Time of Nature. Cyclicity and irreversibility of natural phenomena). Mineralogy dealt with the subjects of rock formation, crystallization of minerals and polymorphism.

Still in 2003, at the end of Cipriani's mandate as head of both the Mineralogy Section and the Museum of Natural History as a whole, the process of unification that made the university's scientific museums a single independent (and no longer confederative) structure was completed. From 2004, after a year of management by a chancellor-appointed commissioner (Prof. Piergiorgio Malesani, assisted

by a Scientific Committee composed by Prof. Vincenzo Schettino and Prof. Guido Chelazzi), the Museum regulations were deeply modified according to the dictates of the Codice dei Beni Culturali in order to make the structure more suitable to face the challenges of the new millennium. Many projects and initiatives were realized under the presidency of Giovanni Pratesi: the adaptation of the computerized catalogues to the national standards, the stocktaking of the collections inventoried by Carobbi, and, evident also to the public, the reconstruction of the entire display.

Una collezione lito-mineralogica settecentesca

An 18th century litho-mineralogical collection

Alba Scarpellini

La collezione mineralogica di Giovanni Targioni Tozzetti (1712-1783) conservata nella sezione di Mineralogia, rappresenta un tipico esempio di collezionismo settecentesco e costituisce un prezioso documento storico-naturalistico. L'importanza di questa raccolta è dovuta alla sua consistenza, al momento storico nel quale si è formata e all'autorevolezza dei personaggi che hanno contribuito alla sua costituzione. Gran parte dei campioni di minerali, rocce e terre che la compongono, erano esposti nel museo privato che la famiglia Targioni Tozzetti aveva nella propria abitazione in via Ghibellina a Firenze. La casa di Giovanni Targioni Tozzetti, il «Padre e il Maestro de' Naturalisti Italiani» (Alberto Fortis 1741-1803), era una tappa obbligata per i viaggiatori e gli scienziati europei di passaggio a Firenze. Le collezioni naturalistiche, che comprendevano anche tutto il museo appartenuto a Pier Antonio Micheli (1679-1737), occupavano due intere stanze del palazzo ed erano arredate con grandi armadi/vetrine nelle quali una posizione privilegiata era riservata ai «minerali». Vi si potevano ammirare: «toutes les espèces des pierres, terres, marbres, pétrifications. Mines et laves de Toscane, qu'il a décrites dans ses voyages[...] Différents minéraux, pierres, terres, laves des autres provinces de l'Italie, ainsi que des pays étrangers. Les diverses espèces d'agate de la Sicilie sont de toute beauté [...]» (Jacob Ferber (1743-1790).

Ottaviano Targioni Tozzetti (1755-1829) ereditò e in parte ampliò le collezioni, talvolta modificandole «per ordinare tutto a seconda dei progressi fatti dalla scienza nel corso del tempo [...]» (Francesco Rodolico). Alla morte di Ottaviano gli eredi decisero di vendere una parte delle « produzioni naturali » contenute nel loro museo. Il barone Bettino Ricasoli (1809-1880), grande amico della famiglia Targioni, si fece carico dell'acquisto della collezione lito-mineralogica e del suo catalogo. Finalmente nel 1838 si crearono le condizioni perché l'intera collezione fosse acquistata dall'Imperiale e Reale Museo di Fisica e Storia Naturale e trasferita in Via Romana.

I campioni presenti nella raccolta si distribuiscono in tre gruppi che presentano diverse peculiarità:

- a) caratteristiche mineralogiche
- b) gemme e materiale ornamentale
- c) rocce e terre

Il catalogo che accompagna la collezione fu compilato da Giovanni Targioni Tozzetti in occasione della seconda stesura della sua opera più famosa: *Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana* stampata in 12 volumi e pubblicata tra il 1768 e il 1779. La recente riproduzione digitale delle oltre 4500 carte manoscritte del catalogo ci ha fornito una grande quantità di informazioni sull'attività dell'autore, sulle sue collaborazioni scientifiche e sui rapporti da lui in-

The mineralogical collection of Giovanni Targioni Tozzetti (1712-1783), conserved in the Mineralogy section, is a typical example of 18th century collecting and is a valuable historical-naturalistic document. The importance of this collection is due to its size, the historical period in which it was formed and the authority of the people who helped create it. Most of the specimens of minerals, rocks and soils were displayed in a private museum in the Targioni Tozzetti family residence in Via Ghibellina in Florence. The home of Giovanni Targioni Tozzetti, the «Father and Teacher of Italian Naturalists» (Alberto Fortis 1741-1803), was an essential stop for European travellers and scientists passing through Florence. The naturalistic collections, which also included the museum belonging to Pier Antonio Micheli (1679-1737), occupied two full rooms of the building and were provided with large cabinets/display cases in which a privileged position was reserved for «minerals». There one could admire: «toutes les espèces des pierres, terres, marbres, pétrifications. Mines et laves de Toscane, qu'il a décrites dans ses voyages[...] Différents minéraux, pierres, terres, laves des autres provinces de l'Italie, ainsi que des pays étrangers. Les diverses espèces d'agate de la Sicilie sont de toute beauté [...]» (Jacob Ferber, 1743-1790).

Ottaviano Targioni Tozzetti (1755-1829) inherited and partly expanded the collections, at times modifying them «to order everything according to the progress made by science in the course of time[...]» (Francesco Rodolico). When Ottaviano died, his heirs decided to sell part of the «natural products» contained in their museum. Baron Bettino Ricasoli (1809-1880), a great friend of the Targioni family, purchased the litho-mineralogical collection and its catalogue. Finally, the conditions were created in 1838 so that the entire collection could be purchased by the Imperial and Royal Museum of Physics and Natural History and transferred to Via Romana.

The specimens in the collection are distributed in three groups with different specificities:

- a) mineralogical characteristics
- b) ornamental gemstones and materials
- c) rocks and soils.

The catalogue accompanying the collection was compiled by Giovanni Targioni Tozzetti at the time of the second edition of his most famous work «Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana» (Reports on some journeys made in different parts of Tuscany), published in 12 volumes between 1768 and 1779. The recent digital reproduction of the over 4500 handwritten pages of the catalogue has provided us with a great deal of information about the author's activity, scientific collaborations and relationships with sci-

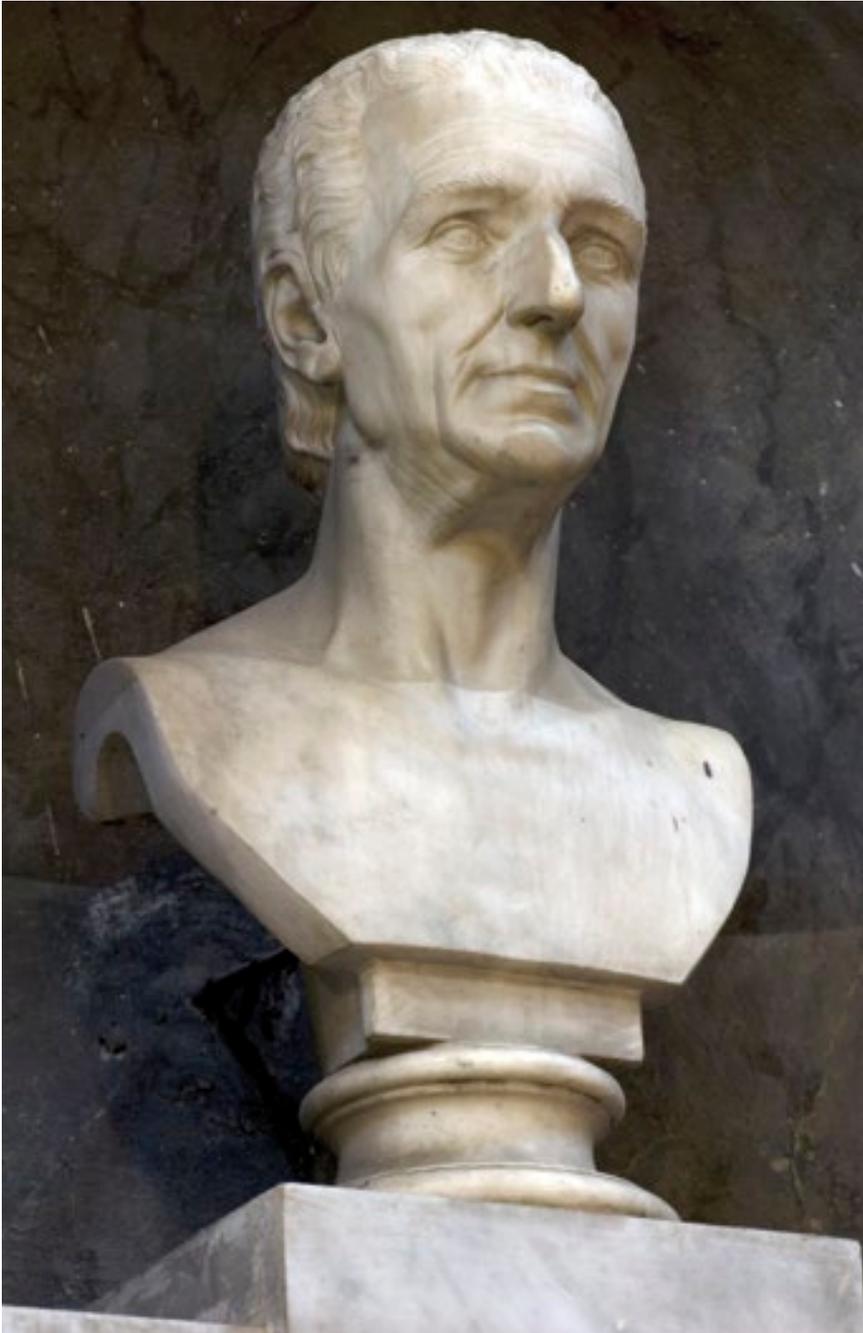


Fig. 1 Busto in marmo dedicato a Giovanni Targioni Tozzetti. Basilica di Santa Croce, Firenze.

Sotto il busto è riportato il seguente testo:

Giovanni Targioni Tozzetti
 Chiarissimo per ingegno e dottrina
 D'assai precorse à suoi tempi
 Nell'utile coltura delle scienze naturali
 Fu raro esempio d'efficace operosità
 Nei pubblici uffizi e né doveri di cittadino e di padre
 D'animo nobile e indipendente
 Pervenne colle sole sue forze
 A fare illustre il suo nome
 Non ambì privilegi né onori
 Pago di lasciare ai figli ed à nepoti
 L'eredità della buona fama
 I tesori del sapere
 Visse dal settembre MDCCXII al gennaio MDCCLXXXIII

Antonio e Fanny Targioni Tozzetti
 Devoti a tanta benemeranza
 Vollerò qui onorata la memoria
 Dell'avo amatissimo
 LXI anni dopo la di lui morte

Fig. 1 Marble bust dedicated to Giovanni Targioni Tozzetti. Basilica of Santa Croce, Florence.

The following text is below the bust:

Giovanni Targioni Tozzetti
 Endowed with great intelligence and learning
 Well ahead of his time
 In the useful cultivation of the natural sciences
 He was a rare example of effective industry
 In public offices and in his duties as citizen and of father
 Of noble and independent soul
 He was able by his strengths alone
 To make his name famous
 Without aspiring to privileges or honours
 Content to leave to his children and grandchildren
 The heritage of a good reputation
 The treasures of knowledge
 He lived from September MDCCXII to January
 MDCCLXXXIII

Antonio and Fanny Targioni Tozzetti
 Devoted to such merit
 Wished to have honoured here the memory
 Of their beloved grandfather
 LXI years after his death

trattenuti con scienziati, naturalisti, eruditi, parenti e vari altri personaggi. Spesso le descrizioni dei campioni sono molto lunghe, piene di particolari e talvolta ci paiono ridondanti perché per gli scienziati dell'epoca, l'ostacolo maggiore era la mancata distinzione fra minerale e roccia, fra omogeneo ed eterogeneo. Inoltre non esisteva un unico sistema di classificazione dei minerali che fosse accettato da tutti gli studiosi. In pratica ognuno di essi ne sviluppava uno proprio, adottando e trasformando quello che credeva il migliore. Da segnalare che uno dei primi trattati sulla cristallografia fu pubblicato nel 1772 da J.B. Romé de l'Isle (1736-1790). Giovanni Targioni Tozzetti per compilare questo catalogo si ispirò al sistema di Johann Gottschalk Wallerius (1709-1785): la collezione è ripartita in ben 121 classi o «generi» tutti con un titolo in latino, spesso creato apposta per descrivere gli oggetti esistenti.

entists, naturalists, learned men, relatives and various other people. The descriptions of the specimens are often very long and full of details; sometimes they seem redundant to us because the major obstacle for the scientists of the time was the failure to distinguish between mineral and rock, between homogeneous and heterogeneous. Moreover, there was no single system of classification of minerals accepted by all scholars. In practice, each of them developed his own, adopting and transforming what he thought was the best. It should be noted that one of the first treatises on crystallography was published in 1772 by J.B. Romé de l'Isle (1736-1790). In the compilation of his catalogue, Giovanni Targioni Tozzetti was inspired by the system of Johann Gottschalk Wallerius (1709-1785): the collection was divided into 121 classes or «genera», all with a Latin title, often created specifically to describe the existing objects.



Fig. 2 Originale del «Lasciapassare» rilasciato a Giovanni Targioni Tozzetti dal Governo della Reggenza Lorenese in occasione del Viaggio del 1743.

Fig. 2 Original of the «Safe Conduct» document issued to Giovanni Targioni Tozzetti by the government of the Lorraine Regency on the occasion of the 1743 journey.

I Causta (oggetti bruciati) sono il gruppo più numeroso tra quelli descritti e corrispondono in prevalenza a reperti riferibili all'attività dei vulcani:

CAUSTA 256 «vetro fossile nerissimo lustro, ma opaco, sennonché nelle costole più sottili e taglienti. Questi insieme con tutte le seguenti Produzioni Vulcaniche [...] mi furono mandate l'A: 1771. di Padova dal Sig:r Giovanni Strange celebre naturalista Inglese».

ARGYRODAMAS 12 «concrezione d'Ingemmamenti di Basalte trasparente nel bianchiccio. Questo è uno dei pietroni dell'interno del Monte Vesuvio, scagliato fuori, a guisa di Bomba, per la veemenza del fuoco vulcanico, e si conosce che è stato un poco danneggiato dall'eccesso del calore, perché è alquanto incotto, e screpolato».

Il secondo gruppo per consistenza è composto per lo più dai minerali metallici. Lo sfruttamento delle miniere in Toscana aveva subito un forte ridimensionamento nel periodo della decadenza medicea. Le spedizioni scientifiche che il governo della Reggenza lorenese commissionò a Giovanni Targioni tra il 1742 e il 1745 servirono anche ad esplorare la possibilità di riaprire antiche miniere e di trovare nuovi filoni per aprirne di nuove. Nella raccolta si trovano numerosi campioni acquisiti

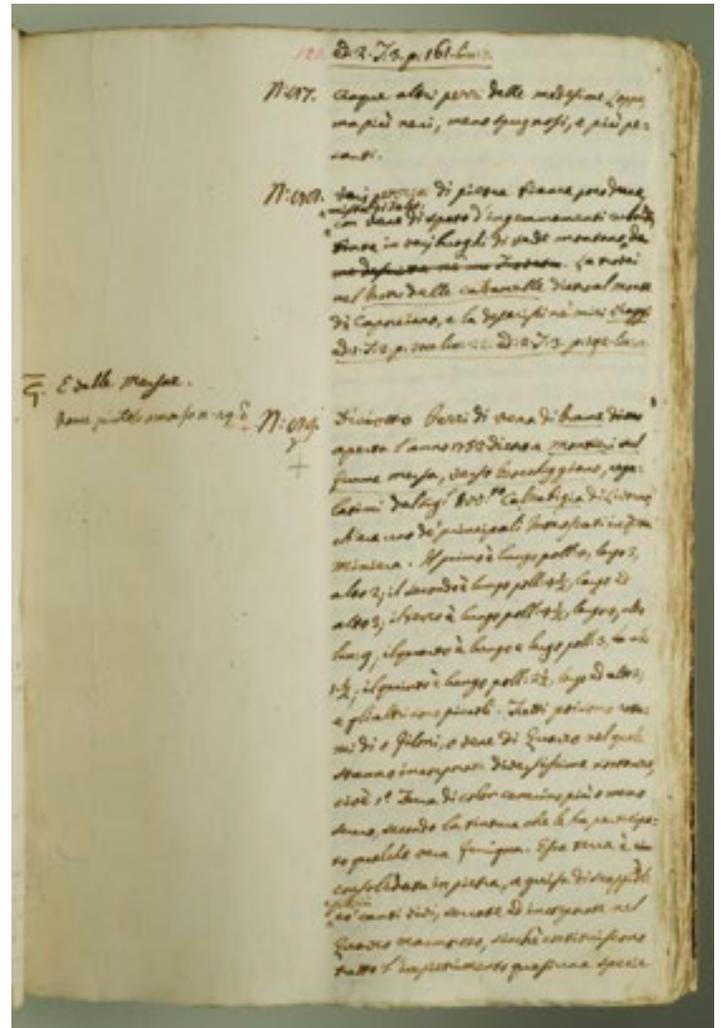


Fig. 3 Gio. Targioni Tozzetti - Catalogus Fossilium Musaei sui - Tomo I. Pagina con la descrizione del campione CUPRUM 89.

Fig. 3 Gio. Targioni Tozzetti - Catalogus Fossilium Musaei sui - Tomo I. Page with the description of the specimen CUPRUM 89.

The Causta (burnt objects) are the largest group among those described and correspond mainly to specimens attributable to volcanic activity:

CAUSTA 256 «fossil glass with very black lustre, but opaque, except in the thinnest and sharpest edges. These together with all the following Volcanic Productions[...] were sent to me in the year 1771 from Padua by Mr. John Strange famous English naturalist».

ARGYRODAMAS 12 «concretion of whitish transparent Basalt gems. This is one of the large stones from the interior of Mount Vesuvius, ejected, like a Bomb, by the vehemence of the volcanic fire, and it is known that it was somewhat damaged by the excess of heat, because it is quite burnt, and cracked».

The second largest group consists mainly of metallic minerals. The activity of Tuscan mines decreased sharply during the period of the Medici decline. Scientific expeditions entrusted to Giovanni Targioni by the government of the Lorraine Regency between 1742 and 1745 also served to explore the possibility of reopening old mines and finding new veins to be exploited. The collection contains numerous specimens collected by Targioni himself and amply described

da lui stesso e ampiamente descritti nelle «Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana», altri gli furono inviati da diversi esperti minerari per chiedere un parere sulla natura dei campioni stessi:

CUPRUM 89 «diciotto pezzi di vena di rame aperta nel 1752 dietro a Montieri sul fiume Merse, verso Boccheggiano, regalatimi dal sig. Avv.to Calzabigi di Livorno ch'era uno dei principali interessati in questa Miniera».

CUPRUM 67 «Quattordici Pezzi di Vena di Rame di Caporciano, della specie del Cupferglas, che si trovano fra i rigetti delle antiche escavazioni fatte a Caporciano vicino a Montecatini di Val di Cecina. Questi sono di quelli da me descritti ne' miei viaggi ed: 1. T. 2. p. 291; ed: 2. T. 3. p. 151. al N: 3° lin: 12. [...] Gli presi sul luogo nel 1742».

Da notare che la miniera di Caporciano, nel corso del XIX secolo, divenne la più ricca miniera di rame d'Europa.

Nel catalogo si leggono alcune descrizioni curiose, altre che ci danno informazioni sugli ospiti del Targioni in visita a Firenze, altre ancora ci fanno conoscere la natura dei campioni scambiati o ricevuti da altri studiosi:

CERAMICA 60 «Una chicchera da Cioccolata di Maiolica non verniciata, color di mattone, ben dura, e tirata assai fine, bènché con qualche piccola porosità superficiale forse per essersi decomposti, per l'azione del fuoco, corpicciuoli eterogenei che vi fossero framschiati. Vi si vedono anche sparse molte micoline di Talco Argentino. È delle prime prove di Maiolica che fece il Senator Carlo Ginori, colla Terra d'un suo Podere a Ponente della villa di Doccia».

TIBURTINUS 14 «Un'antica Testa Etrusca di statua d'uomo sedente, che serviva di coperchio ad una cassetta ossuaria, scolpita in una specie di Travertino [...] poiché la sua grana osservata colla Lente, pare in certa maniera rena bianca mal legata insieme, e con moltissimi pori framezzo [...] scelsi questa testa fra vari rottami di urne cinerarie che si trovano intorno ai sepolcri ipogei di Volterra[...]»

PSAMMITES 23 «Lo trovai il dì 19. maggio 1772. nel Letto del fiume Greve al Ponte di Monte Buoni, mentre in compagnia del Sigr Guettard dell'Accademia Reale delle scienze, e del Sigr Gio. Giorgio Ferber Naturalista svedese cercavamo del serpentino».

ANDRODAMAS 36 «Un Cuboide romboidale, lungo e largo lin: 34, alto 21. di cristallo Islandico di acqua chiarissima, ma con dei peli e delle falde, che fanno refrazioni vivissime d'Arcobaleno. Questo per la sua minore altezza duplica gli oggetti quasi alla distanza di due linee, e quasi di tre per la sua maggiore altezza. Lo ebbi in baratto dal P: D: Marcello Cortinovic».

Sono numerose anche le notizie relative alla città di Firenze, con i riferimenti ad opere d'arte e a monumenti realizzati in pietra forte e pietra serena (Titanodes, Asplitates, Rinematodes, Augites) come la Biblioteca di S.Lorenzo, gli Uffizi, i bassorilievi di Donatello, la villa Medicea di Poggio a Caiano, l'Oratorio dei Filippini di Piazza S.Firenze, il pavimento del Duomo e altri.

Giovanni Targioni Tozzetti che ha raccolto, osservato e descritto questa collezione fu il capostipite di una famiglia di naturalisti che ha dato un grande contributo alla vita del Museo di Storia Naturale tra il XVIII e il XX secolo. Personaggio di

in his «Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana», while others were sent by various mining experts to ask his opinion on the nature of the specimens:

CUPRUM 89 «eighteen pieces from a copper vein opened in 1752 behind Montieri on the Merse River, near Boccheggiano, given to me by Advocate Calzabigi of Livorno who was one of the principal stakeholders in this mine».

CUPRUM 67 «Fourteen Pieces from a Copper Vein at Caporciano, of the species Cupferglas, which are found among the waste of ancient excavations made at Caporciano near Montecatini Val di Cecina. These are the ones I described in my journeys and: 1. T: 2. p: 291, and: 2. T: 3. p: 151. at N: 3° lin: 12[...] I took them from the site in 1742».

It should be mentioned that the Caporciano mine became the richest copper mine in Europe during the 19th century.

The catalogue contains some curious descriptions, others that give us information about Targioni's guests visiting Florence, while others inform us about the nature of specimens exchanged or received by other scholars:

CERAMICA 60 «An unglazed Maiolica Chocolate cup, brick colour, very hard, and very thin, although with some small surface porosities perhaps because of decomposition, by the action of the fire, of heterogeneous bodies mixed into the clay. Many scattered mica pieces of Argentine Talc can also be seen. It is one of the first Maiolica attempts made by Senator Carlo Ginori, with the Clay of one of his Estates to the West of the villa at Doccia».

TIBURTINUS 14 «An ancient Etruscan Head of a statue of a sitting man, which served as the lid of an ossuary, carved in a kind of Travertine [...] because its grain observed with the Magnifying glass seems, in a certain way, white sand poorly bound together, and with many interspersed pores [...] I chose this head among various scraps of cinerary urns found around the underground tombs of Volterra[...]»

PSAMMITES 23 «I found it on 19 May 1772, in the Bed of the Greve River at Ponte di Monte Buoni, while searching for serpentine in the company of Mr. Guettard of the Royal Academy of Sciences and Mr. Johan Jacob Ferber, a Swedish naturalist».

ANDRODAMAS 36 «A rhomboidal Cuboid, long and wide lin: 34, high 21, of very clear Icelandic crystal, but with hairs and flakes, which make very vivid rainbow refractions. By its minor height, this doubles objects almost at the distance of two lines, and almost of three by its major height. I received it in an exchange from P: D: Marcello Cortinovic».

There are also numerous reports about the city of Florence, with references to works of art and monuments made of pietraforte and pietra serena (Titanodes, Asplitates, Rinematodes, Augites), such as the San Lorenzo Library, the Uffizi, the bas-reliefs of Donatello, the Villa Medici at Poggio a Caiano, the Oratory of Saint Phillip Neri in Piazza San Firenze, the floor of the Cathedral and others.

Giovanni Targioni Tozzetti, who collected, observed and described this collection, was the founder of a family of naturalists that made a great contribution to the Museum of Natural History between the 18th and 20th centuries. A

spicco nel Granducato governato dai Lorena fece parte degli intellettuali, studiosi della scienza, scrittori e riformatori toscani che nel clima di un rinnovamento morale e materiale si aprirono alle idee dell'Illuminismo europeo, rappresentando un punto di unione con la tradizione scientifica sperimentale della scuola galileiana. Custode dell'Orto Botanico, Prefetto della biblioteca magliabechiana di cui riordinò l'ingente patrimonio librario, Medico nell'Ospedale di Santa Maria Nuova, con le sue molteplici attività e la profonda dedizione al lavoro fornì uno straordinario contributo per l'avanzamento della scienza nella Toscana del XVIII secolo.

Grazie all'impulso del Prof. Curzio Cipriani (1927-2007), tra il 1999 e il 2001, la raccolta è stata oggetto di studio. La storia della collezione è divenuta il soggetto di un libro pubblicato nel 2007 da Olschki Editore, per la collana «Studi» della storica Accademia Toscana di Scienze e Lettere «La Colombaria» che ebbe tra i suoi fondatori, nel 1735, proprio Giovanni Targioni Tozzetti.

prominent person in the Lorraine-ruled Grand Duchy, he was one of the Tuscan intellectuals, scientists, writers and reformers who, in the atmosphere of a moral and material renewal, embraced the ideas of the European Enlightenment, representing a point of union with the experimental scientific tradition of the Galilean school. With his many activities (custodian of the Botanical Garden, prefect of the Magliabechiana Library whose large collection of books he reorganized, physician in the Santa Maria Nuova Hospital) and his strong work ethic, he made an extraordinary contribution to the advancement of science in 18th century Tuscany.

Thanks to the efforts of Prof. Curzio Cipriani (1927-2007), the Targioni Tozzetti collection was studied between 1999 and 2001. The history of the collection was the subject of a book published in 2007 by Olschki Editore for the «Studi» series of the historic «La Colombaria» Tuscan Academy of Sciences and Letters, whose founders in 1735 included Giovanni Targioni Tozzetti.

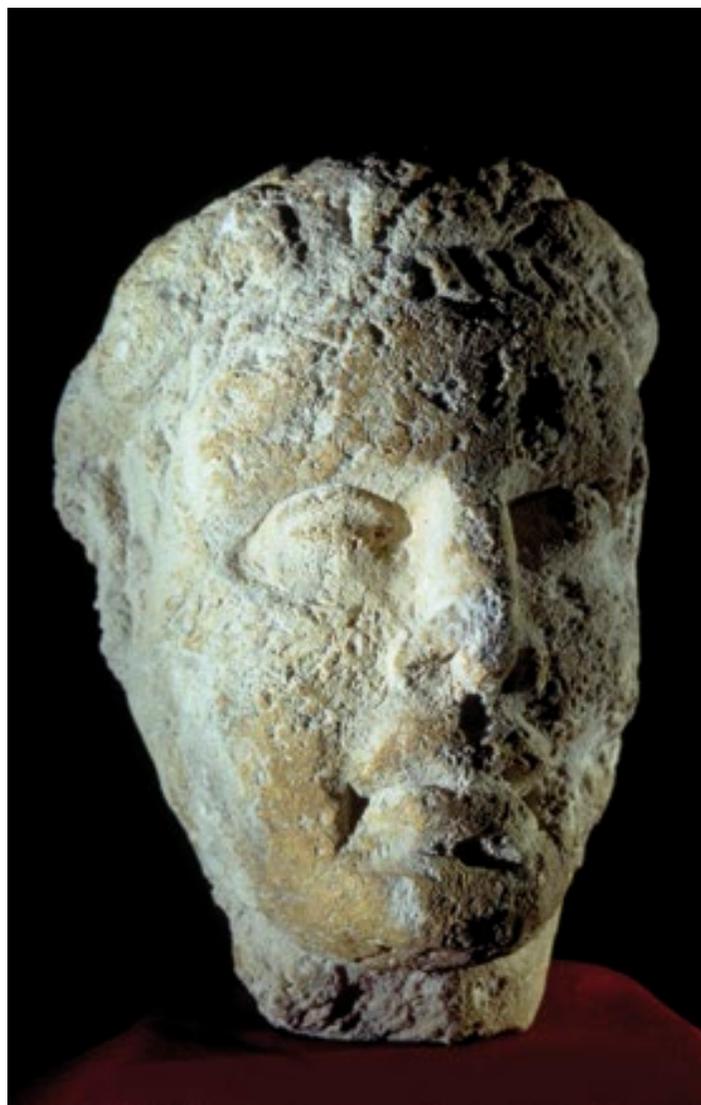


Fig. 4 Testa di tufo proveniente da un'umetta cineraria etrusca (seconda metà del II secolo a.C). Collezione Targioni Tozzetti (Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze).

Fig. 4 Tuff head from an Etruscan cinerary urn (second half of the 2nd century BC). Targioni Tozzetti collection (Museum of Natural History of the University of Florence).

SPEDIZIONE ITALIANA DE FILIPPI
NELL'HIMÀLAIA, CARACORÙM E TURCHESTÀN CINESE (1913-1914)
SERIE II — SOTTO LA DIREZIONE DI GIOTTO DAINELLI — VOL. VII

PIERO ALOISI

LE ROCCE



BOLOGNA
NICOLA ZANICHELLI
EDITORE

Il materiale raccolto durante le spedizioni geologiche del XX secolo

Material collected during the 20th century geological expeditions

Piero Manetti

L'Istituto di Mineralogia e il Museo di Mineralogia e Litologia sono stati per più di un secolo una unica identità fin dai tempi di Giuseppe Grattarola che nel 1870 fu nominato alla cattedra di Geologia e Mineralogia all'allora Istituto di Studi Superiori. Nel 1880 l'insegnamento (Gabinetto) di Mineralogia fu separato da quello di Geologia diretto da Antonio Stoppani. Dall'epoca di Grattarola, la direzione di Gabinetto prima, Istituto poi, e infine Museo, coincisero fino a quando l'Università di Firenze nel 1984 decise di istituire il Museo di Storia Naturale articolato nelle 5 attuali sezioni. Per più di cento anni la vita del Museo e quella dell'Istituto sono stati fortemente integrati anche se il personale dell'Istituto (Gabinetto, Museo) era costituito da pochissime persone. Talvolta un solo professore, un 'aiuto' e uno o due assistenti le cui conoscenze, in

gran parte naturalistiche, dovevano coprire mineralogia, cristallografia e petrografia. Questo periodo durò fino al 1938 quando la direzione dell'Istituto e del Museo fu assunta da Guido Carobbi che la mantenne fino al 1970. Sotto la sua direzione si ebbe un notevole sviluppo di nuove discipline, soprattutto la geochimica e la petrografia sedimentaria, al quale corrispose un consistente aumento del personale.

Questa breve premessa vuole introdurre l'argomento dell'articolo riguardante le esplorazioni italiane all'estero e il contributo scientifico dell'Istituto/ Museo di Mineralogia di Firenze.

Ai ricercatori dell'Istituto/ Museo di Mineralogia si rivolsero prima gli esploratori, poi i colleghi dell'Istituto di Geologia e dell'Istituto Geografico Militare per lo studio delle rocce raccolte durante le missioni all'estero.

The Institute of Mineralogy and the Museum of Mineralogy and Lithology had a single identity for more than a century, from the time of Giuseppe Grattarola who was appointed to the chair of Geology and Mineralogy in the Institute of Advanced Studies in 1870. In 1880, the teaching (Laboratory) of Mineralogy was separated from that of Geology, directed by Antonio Stoppani. The direction of the Laboratory, then the Institute and finally the Museum coincided from the time of Grattarola until 1984 when the University of Florence decided to establish the Museum of Natural History, divided into the five current sections. Hence, the lives of the Museum and the Institute were strongly integrated for more than 100 years, even though the personnel of the Institute (Laboratory, Museum) consisted of very few people: sometimes only one professor, an assistant professor and one or two assistants whose

largely naturalistic expertise had to cover mineralogy, crystallography and petrography. This lasted until 1938 when the direction of the Institute and the Museum was assumed by Guido Carobbi, who remained until 1970. There was a marked development of new disciplines under his direction, above all geochemistry and sedimentary petrography, accompanied by a substantial increase of staff members.

This brief foreword was meant to introduce the topic of this article on Italian explorations in foreign countries and the scientific contribution of Florence's Institute/Museum of Mineralogy. Researchers in the Institute/Museum of Mineralogy were approached first by explorers and then by colleagues in the Institute of Geology and the Military Geographical Institute for the study of rocks collected during the foreign missions. From the end of the 19th century until the end of the 1930s, the scientific institutions and

Fig. 1 Frontespizio del lavoro di Aloisi (1933) in cui vengono descritte le rocce raccolte dalla spedizione De Filippi nel 1913-1914.

Fig. 1 Title-page of the Aloisi paper (1933) with the descriptions of the rocks collected during the 1913-1914 De Filippi expedition.

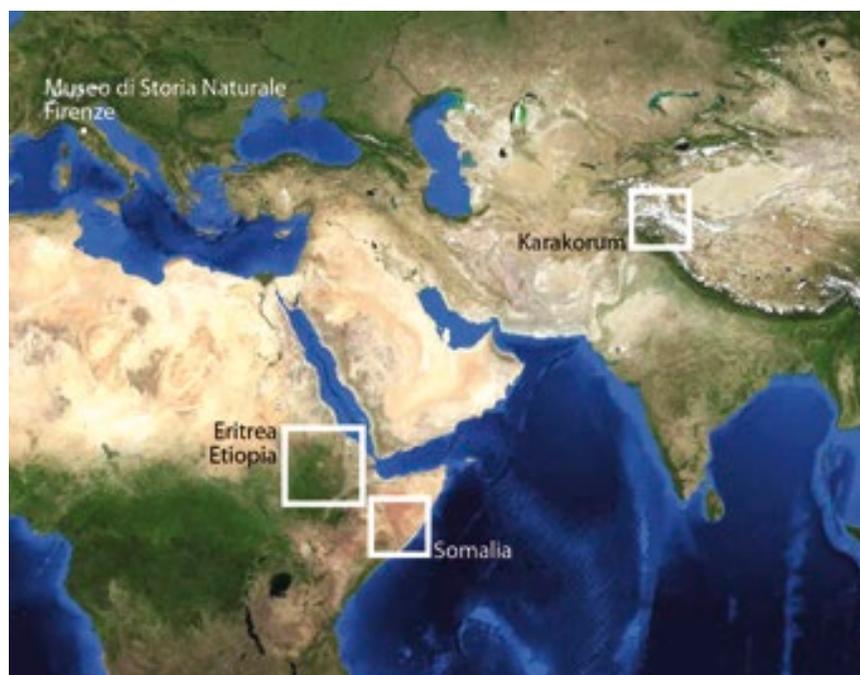


Fig. 2 Ubicazione delle aree oggetto di ricerche da parte di esploratori italiani di cui si conservano materiali di studio presso la Sezione di Mineralogia e Litologia del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze.

Fig. 2 Location of the areas studied by Italian explorers from which research materials are conserved in the Mineralogy and Lithology Section of the Museum of Natural History of the University of Florence.

Alla fine dell'Ottocento e fino alla fine degli anni trenta del Novecento le istituzioni scientifiche e il governo italiano finanziarono numerose spedizioni scientifiche in varie parti del mondo. In quelle in Africa e nella regione himalaiana (Fig. 2) fu coinvolto il personale dell'Università di Firenze sia nelle attività di campagna che di laboratorio.

I docenti dell'Istituto di Mineralogia hanno svolto numerosi studi petrografici e geo-chimici sulle rocce raccolte durante le varie spedizioni. Alcune collezioni di rocce sono conservate nel Museo di Geologia e Litologia e descritte in questa collana da Cioppi e Dominici (2011).

Presso la sezione di Mineralogia e Litologia del Museo di Storia Naturale sono conservate parte delle sezioni sottili delle rocce

descritte dai vari autori (vedi appendice), mentre i campioni di rocce una volta conservate nelle cantine dell'Istituto di Mineralogia a causa dell'alluvione del 1966 non furono più identificabili per i danni subiti dai cartellini identificativi. Restano comunque a testimonianza del lavoro svolto le pubblicazioni e un gran numero di sezioni sottili delle rocce studiate.

Le Spedizioni in Africa

La maggior parte delle spedizioni del XIX e del XX secolo che videro coinvolti i ricercatori fiorentini interessarono l'Africa Orientale. Il primo lavoro è quello di Grattarola pubblicato nel 1886, con la descrizione litologica di circa 170 campioni raccolti in Etiopia dal capitano Antonio Cecchi aggregato con l'ing. Giovanni Chiarini alla Spedizione diretta dal Marchese Orazio Antinori che si svolse tra il 1877 al 1882. La spedizione raccolse numerosi campioni nello Scioà e nei dintorni di Addis Abeba.

Ai primi del Novecento iniziano le numerose spedizioni scientifiche in Eritrea, in Somalia e successivamente in Etiopia. Di queste conserviamo ancora parte del materiale studiato.

Di seguito verranno descritte prima le spedizioni compiute da geologi fiorentini alle quali hanno contribuito con la loro attività di laboratorio i mineralogisti/petrografi dell'Istituto/Museo dell'Università di Firenze e che hanno interessato l'Eritrea e l'Etiopia. Successivamente verranno riportate quelle condotte in Somalia, seguendo per quanto possibile un ordine cronologico.

the Italian government financed numerous scientific expeditions in various parts of the world. The personnel of the University of Florence were involved in both fieldwork and laboratory analyses for expeditions in Africa and in the Himalayan region (Fig. 2).

The staff of the Institute of Mineralogy conducted numerous petrographic and geochemical studies on rocks brought back from the various expeditions. Some rock collections are conserved in the Museum of Geology and Lithology and were described in a previous volume of this series by Cioppi and Dominici (2011).

The Mineralogy and Lithology section of the Museum of Natural History houses some of the thin sections of rocks described by various authors (see Appendix), while the rock specimens once conserved in the Institute of Mineralogy basement were no longer identifiable after the 1966 flood on account of damage to the ID labels. How-

ever, the publications and a large number of thin sections of the studied rocks remain as testimony to the work done.

Expeditions in Africa

Most of the expeditions involving Florentine researchers in the 19th and 20th centuries were in East Africa. The first study was that of Grattarola published in 1886, involving the lithological description of ca. 170 specimens collected in Ethiopia by Captain Antonio Cecchi, who had joined Engineer Giovanni Chiarini in the expedition directed by Marquis Orazio Antinori between 1877 and 1882. The expedition collected numerous specimens in Shewa and in the environs of Addis Ababa. The early 20th century saw the beginning of numerous scientific expeditions in Eritrea, Somalia and subsequently Ethiopia, and the museum still conserves part of the studied material. In the following sec-

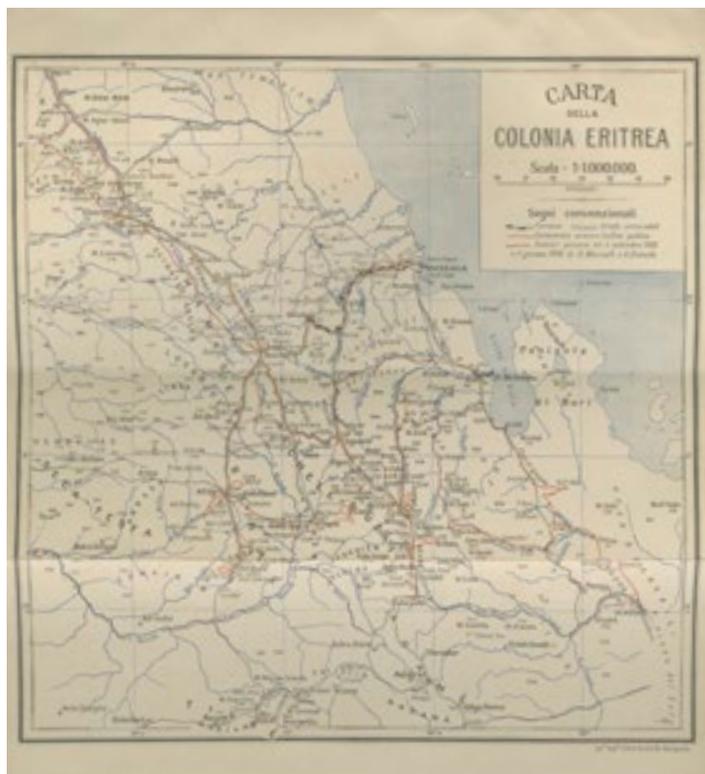


Fig. 3 Carta dell'Eritrea con riportato in rosso il percorso della spedizione Marinelli-Dainelli (Dainelli, 1908).

Fig. 3 Map of Eritrea showing the in red the exploration journey of Dainelli and Marinelli scientific expedition (Dainelli, 1908).

Etiopia ed Eritrea

Dal settembre 1905 al gennaio 1906 Giotto Dainelli, geologo, e Olinto Marinelli, geografo, effettuarono una missione in Eritrea durante la quale attraversarono numerose località fino allora geologicamente sconosciute. La spedizione percorse e descrisse la zona nei dintorni di Cheren, l'altopiano dell'Asmara, le pendici orientali dell'altopiano etiopico e parte della depressione dancala campionando molte delle litologie affioranti in Eritrea (Fig. 3, in Dainelli, 1908).

I campioni raccolti in Eritrea dalla spedizione Dainelli-Marinelli furono studiati da Ernesto Manasse (21

tion, we describe the expeditions carried out by Florentine geologists in Eritrea and Ethiopia, to which the mineralogists/petrographers of the Institute/Museum of the University of Florence contributed with their laboratory analyses. Subsequently we report on the expeditions conducted in Somalia, following a chronological order as much as possible.

Ethiopia and Eritrea

From September 1905 to January 1906, Giotto Dainelli, a geologist, and Olinto Marinelli, a geographer, conducted an expedition in Eritrea during which they traversed numerous localities hitherto unknown geologically. The expedition crossed and described the zone around Keren, the Asmara highlands, the eastern slopes of the Ethiopian highland and part of the Dankil depression, sampling many of the lithologies cropping out in Eritrea (Fig. 3, from Dainelli, 1908).

The specimens collected in Eritrea by the Dainelli-Marinelli expedition were studied by Ernesto Manasse (21 January 1875 - 9 November 1922)



Fig. 4 Giotto Dainelli in una foto del 1923.

Fig. 4 Giotto Dainelli in a photograph from 1923.

Con la spedizione in Eritrea del 1905-1906 iniziò l'attività di esploratore-geologo di Giotto Dainelli (Firenze, 19 maggio 1878 – 16 novembre 1968) (Fig. 4) che lo portò a compiere numerose spedizioni esplorative in Africa Orientale e in Asia. Dopo quella in Eritrea del 1905-1906 partecipò alla spedizione scientifica italiana in Asia, forse la più importante del ventesimo secolo (Spedizione De Filippi del 1913-1914) che ebbe per

obiettivo l'esplorazione del Karakorum. Successivamente organizzò e diresse nel 1930 la missione scientifica ancora nel gruppo del Karakorum e nel Tibet; nel 1936-1937 una spedizione sul lago Tana, in Etiopia, su incarico dell'Accademia d'Italia. Svolsse la maggior parte della sua attività all'Istituto di Geologia di Firenze dove si laureò in Scienze naturali nel 1900 all'Istituto di Studi Superiori. Nel 1903 divenne libero docente in geologia e geografia fisica a Firenze, e dal 1914 al 1921 tenne la cattedra di geografia a Pisa. Dopo una breve parentesi a Napoli, fece ritorno a Firenze, dove nel 1924 assunse la cattedra di Geologia e Paleontologia. Si ritirò dall'insegnamento nel 1953. Durante le sue ricerche geologiche Dainelli raccolse numerosi campioni di roccia che furono studiati in massima parte dai petrografi dell'Istituto di Mineralogia.

With the first expedition in Eritrea (1905-1906) began the activity of the explorer-geologist Giotto Dainelli (Florence, 19 May 1878 - 16 November 1968) (Fig. 4) and it was followed by many other exploratory expeditions in East Africa and Asia. After the 1905-1906 mission in Eritrea, he participated in the Italian scientific expedition in Asia, perhaps the most important of the 20th century (De Filippi expedition of 1913-1914) whose objective was exploration of the Karakorum Range. In 1930, he organized and led the scientific mission in the Karakorum and in Tibet, and in 1936-1937 an expedition to Lake Tana, Ethiopia, on behalf of the Royal Academy of Italy. Dainelli carried out most of his activity in the Institute of Geology in Florence, where he had graduated in Natural Sciences from the Institute of Advanced Studies in 1900. In 1903, he became a lecturer in geology and physical geography in Florence, and from 1914 to 1921 held the chair of Geography in Pisa. After a brief interval in Naples, he returned to Florence where he assumed the chair of Geology and Palaeontology in 1924. He retired from teaching in 1953. Dainelli collected many rock specimens during his geological research, which were largely studied by the petrographers of the Institute of Mineralogy.

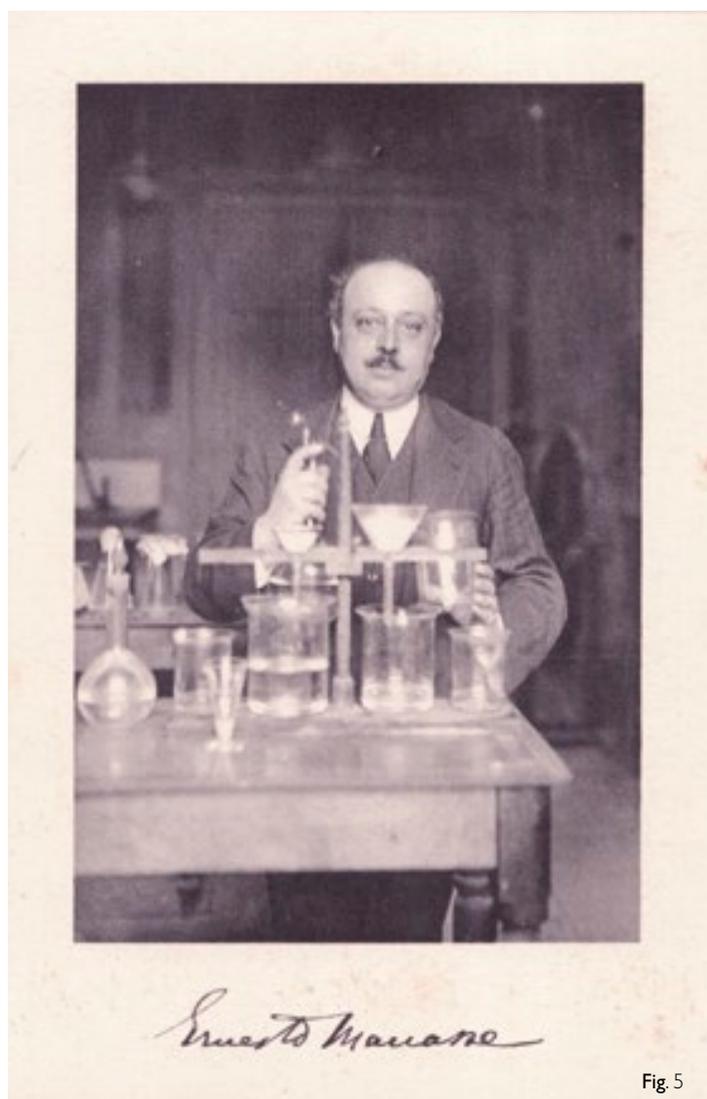


Fig. 5



Fig. 6

Fig. 5 Ernesto Manasse nel laboratorio di chimica.

Fig. 6 Esempio di foto di sezioni sottili fatte con microscopio mineralogico di rocce dell'Eritrea riportate da Manasse (1909). Fig. 1 Chersantite (roccia sub effusiva) proveniente dalla regione di Handelà mostrante una struttura panidiomorfa-lamprofirica. Fig. 2 Camptonite augitica (roccia sub effusiva) di Mai Enda Maruglo mostrante una struttura pan idiomorfa-lamprofirica. Fig. 3 Riolite del passo Cascassè con fenocristalli di sanidino. Fig. 4 Riolite pantelleritica del vulcano Alid (Buia) con fenocristalli di anortoclasio a struttura zonata (vedi particolare nella foto a colori in Fig. 10). Fig. 5 Basalto olivinicco di Sichèt a struttura doleritica (vedi particolare a colori in Fig. 9). Fig. 6 Basalto doleritico della fattoria Gandolfi (Deborò) con cristalli idiomorfi di olivina parzialmente trasformati in idrossidi di ferro.

Fig. 5 Ernesto Manasse in the chemistry laboratory.

Fig. 6 Some photos of thin section of Eritrean magmatic rocks reported in Manasse (1909). Fig. 1 Kersantite (sub effusive rock) from Handelà region showing a idiomorphic-lamprophyric texture. Fig. 2 Augitic camptonite (sub effusive rock) from Mai Enda Maruglo showing a idiomorphic-lamprophyric texture. Fig. 3 Rhyolite from Cascassè with sanidine phenocrysts. Fig. 4 Pantelleritic rhyolite of Alid Volcano (Buia) with zoned phenocrysts of anortoclase showing (see also the picture of Fig. 10). Fig. 5 Olivine basalt from Sichèt with doleritic texture (see also the picture of Fig. 9). Fig. 6 Doleritic basalt coming from Gandolfi farm (Deborò) showing idiomorphic crystals of olivine partially altered in iron hydroxides.

gennaio 1875 – 9 novembre 1922) (Fig. 5) incaricato di Mineralogia all'Università di Siena e poi dal 1915 al 1922 direttore dell'Istituto/Museo di Mineralogia di Firenze. Manasse fu un valente e moderno petrografo che descrisse in maniera esemplare i campioni di rocce dell'Eritrea e quelli della Somalia raccolti dalla spedizione Stefanini-Paoli nel 1913.

La collezione di oltre 200 sezioni sottili di rocce eritree, quasi in-

(Fig. 5), professor of Mineralogy in the University of Siena and from 1915 to 1922 director of the Institute/Museum of Mineralogy of Florence. Manasse was a skilful and modern petrographer who described in an exemplary manner the rock specimens from Eritrea and those from Somalia collected during the 1913 Stefanini-Paoli expedition.

The almost complete collection of over 200 thin sections of Eritrean rocks is still con-

tegra, è ancora conservata ed è stata utilizzata anche negli anni recenti da studenti del Corso di laurea di Scienze Geologiche come esempio da seguire nella descrizione petrografica di rocce magmatiche, metamorfiche, sedimentarie e suoli (Manasse, 1909) (Figg. 6-9). Fu uno dei primi a descrivere le rocce del vulcano Alid (Dancalia) (Figg. 6 e 10) che riposa su un basamento cristallino ma i cui prodotti si intercalano con rocce sedimentarie

served in the museum and has been used in recent years by students of the Geological Sciences as an example of the petrographic description of soils and magmatic, metamorphic and sedimentary rocks (Manasse, 1909) (Fig 6,7,8,9). Manasse was one of the first to describe the rocks of the Alid Volcano (Dancakil)(Fig 10), which rests on a crystalline basement but whose products are intercalated with sedimentary rocks, underlining an initial

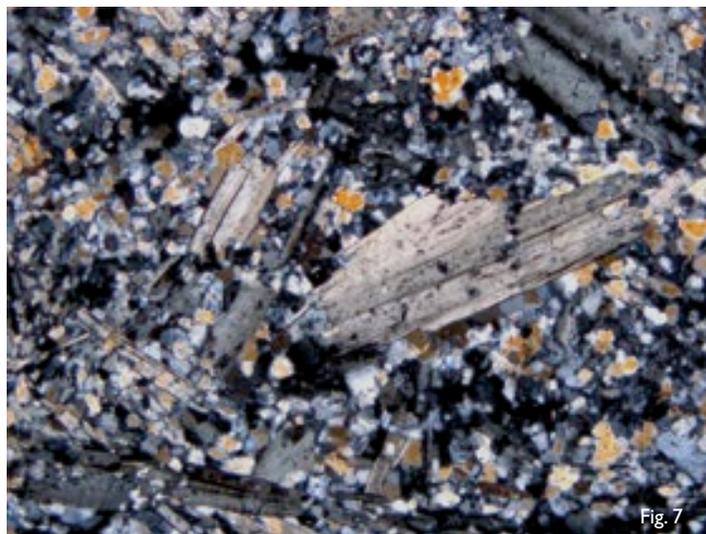


Fig. 7

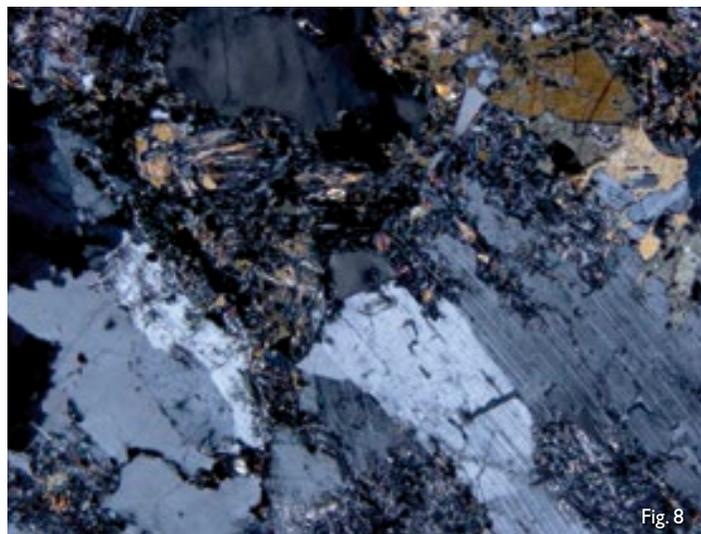


Fig. 8

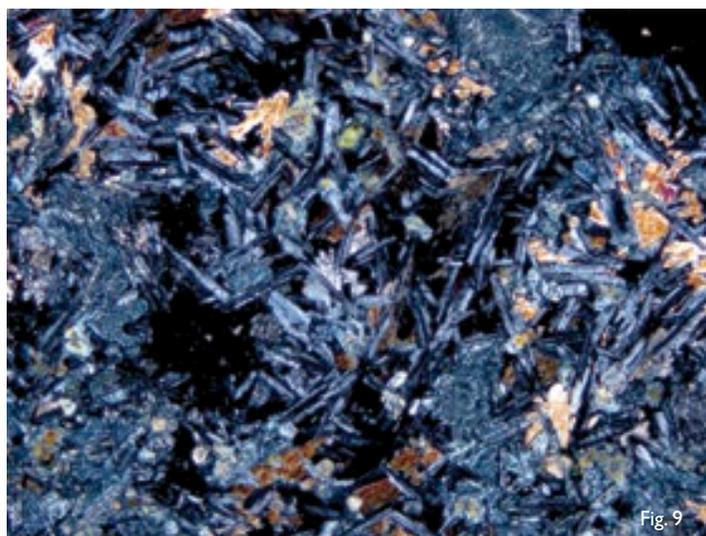


Fig. 9



Fig. 10

evidenziando una attività iniziale sottomarina del vulcano. Precedentemente Manasse aveva anche descritto alcune rocce dell'Eritrea raccolte da Marini dell'Istituto Geografico Militare durante una campagna topografica nel 1901-1902 nella penisola di Buri, nelle isole a SE di Massaua e nella regione di Arafali (Manasse, 1903).

Dopo la morte di Manasse fu chiamato a ricoprire la cattedra di Mineralogia Piero Aloisi che

continuando la tradizione del suo predecessore pubblicò importanti contributi petrografici su rocce raccolte nelle spedizioni africane.

È comunque la Danalia (Fig. 13) quella che per le difficoltà climatiche e per la presenza di popolazioni ostili alla penetrazione europea è stata una zona di difficile accesso da parte di esploratori e di ricercatori e per lungo tempo geologicamente sconosciuta. Nel 1920 Vinassa de Regny visitò la

submarine volcanic activity. Previously he had described some Eritrean rocks collected by Marini of the Military Geographical Institute during a 1901-1902 topographical survey in the Buri Peninsula, in the islands SE of Massawa and in the Arafali region (Manasse, 1903).

After Manasse's death, Piero Aloisi was appointed to the chair of Mineralogy. Continuing the tradition of his predecessor, he published

important petrographic papers on rocks collected during the African expeditions.

The Danakil area (Fig. 13) of Eritrea was a zone of difficult access for explorers and researchers and thus geologically unknown for a long time due to the harsh climate and populations hostile to European penetration. In 1920, Vinassa de Regny visited Danakil and collected numerous specimens that were studied by Probo Comucci. This work

Fig. 7 Foto ripresa con microscopio mineralogico a nicol incrociati del micaschisto a biotite, clinoclora di Mai Fallacà. Si tratta di una roccia che ha subito metamorfismo di contatto con intrusioni granitiche ampiamente descritta in Manasse, 1909, pp. 22-24.

Fig. 8 Foto ripresa con microscopio mineralogico a nicol incrociati della diorite anfibolico micacea proveniente dalle miniere di Seroà (Cheren) descritta in Manasse, 1909 a pp. 74-75.

Fig. 9 Foto ripresa con microscopio mineralogico a nicol incrociati di un basalto olivino doleritico di Sichèt (vedi anche Fig. 6) che rappresenta il principale tipo di basalto appartenente alla serie trappica oligocenica affiorante in Eritrea ed Etiopia. La descrizione di questa roccia è riportata in Manasse, 1909, a pp. 121-123.

Fig. 10 Foto ripresa con microscopio mineralogico a nicol incrociati della riolite proveniente dal vulcano Alid (Buia). Il cristallo nel centro foto mostra una struttura zonata con bordi corrosi tipici del sanidino. La roccia è descritta in Manasse, 1909, a pp. 114-116 ed è un particolare della foto riportata anche in Fig. 5.

Fig. 7 Thin section photo of micaschists with biotite and clinoclora from Mai Fallacà. The rock shows evidence of contact metamorphism with a granitic intrusion largely described in Manasse, 1909, at pages 22-24.

Fig. 8 Thin section photo of a micaceous amphibolic diorite coming from Seroà (Cheren) mine described, 1909 at pages 74-75.

Fig. 9 Thin section photo of an olivine doleritic basalt from Sichèt (see also Fig. 6) This basalt is the most diffuse type of the Oligocene Trap Series outcropping in Ethiopia and Eritrea. This basalt is described in Manasse (1909) at pages 121-123.

Fig. 10 Thin section photo of a rhyolite coming from Alid (Buia) Volcano. The phenocrysts show a zoned texture with corroded rims typical of sanidine. The rock is described in Manasse (1909) at pages 114-116 (see also Fig. 6).



Fig. 11 Pietro Aloisi.

Fig. 11 Piero Aloisi

rocce campionate durante la spedizione Corni- Calciati- Bracciani che si svolse nella parte sud occidentale dell'Eritrea nel 1922-1923. Furono raccolti numerosi campioni di rocce del basamento più alcune rocce basaltiche della serie trappica e rocce basiche ritenute recenti per i loro caratteri macroscopici (Aloisi, 1926). Nella carta geologica di Dainelli (1943) è stato riportato questo affioramento di vulcaniti che non ritroviamo nella carta di Merla et. al (1979) né in quelle successive del Geological Survey of Ethiopia.

Piero Aloisi (19 May 1881 - 2 September 1938) (Fig. 11) graduated in Natural Sciences in Pisa in 1902, after which he was an assistant (together with Manasse) of Giovanni D'Achiardi in Pisa. During his Pisan period, he conducted important petrographic research in the Apuan Alps and especially on Elba Island, publishing a monumental monograph in 1919 on the rocks of Monte Capanne. After winning the competition to become full professor, he was called to Florence in 1924 where he directed the Institute of Mineralogy for 14 years until 1938. In Florence, he was mainly involved in the study of rocks from East Africa and from the Karakorum.

Shortly after arriving in Florence, Aloisi published a paper on rocks sampled during the 1922-1923 Corni-Calciati-Bracciani expedition in the south-western part of Eritrea. Numerous specimens of basement rock were collected plus some basaltic rocks of the trap series and basic rocks considered recent based on their macroscopic characters (Aloisi, 1926). This outcrop of volcanic rocks was reported in the geological map of Dainelli (1943) but we do not find it again in the map of Merla et al. (1979) or in the later ones of the Geological Survey of Ethiopia.

Probo Comucci si laureò in chimica nel 1903 e fu assistente volontario di Millosevich allora direttore dell'Istituto di Mineralogia. Divenne assistente di ruolo nel 1913, libero docente nel 1922 e 'aiuto' alla cattedra di Mineralogia fino al collocamento in riposo nel 1939. Volle prendere anche nel 1915 la laurea in Scienze Naturali per approfondire le sue conoscenze sui problemi geologici vista la sua attività di petrografo. Fu assistente ed 'aiuto' di Manasse, Aloisi e Carobbi. Frequentò l'Istituto di Mineralogia fino all'inizio degli anni '70. Ricorda Carobbi che essendogli stato vicino molti anni fin da quando era studente ne apprezzava la cultura eccezionale. Alla sua carriera, non essendo mai divenuto professore ordinario, aveva nociuto il carattere contrario ad ogni esibizione o pubblica manifestazione (Carobbi, 1972).

Probo Comucci graduated in Chemistry in 1903 and was voluntary assistant of Millosevich, then director of the Institute of Mineralogy. He became full-time assistant in 1913, lecturer in 1922 and assistant professor to the chair of Mineralogy until his retirement in 1939. Given his activity as a petrographer, he also took the degree in Natural Sciences in 1915 to broaden his knowledge of geological subjects. He was assistant and assistant professor of Manasse, Aloisi and Carobbi, and he frequented the Institute of Mineralogy until the early 1970s. Carobbi had known Comucci for many years, from his student days onward, and appreciated his exceptional learning. He also stated that Comucci's contrariness to any exhibitionism or public manifestation had harmed his career, as he never became a full professor (Carobbi, 1972).

Piero Aloisi (19 Maggio 1881 - 2 settembre 1938) (Fig. 11) si laureò a Pisa in Scienze Naturali nel 1902. Dopo la laurea fu assistente, insieme a Manasse di Giovanni D'Achiardi a Pisa. Durante il periodo pisano svolse importanti ricerche petrografiche sulle Alpi Apuane e soprattutto sull'Isola d'Elba pubblicando una monumentale monografia sulle rocce del Monte Capanne nel 1919. Vincitore di concorso per professore ordinario fu chiamato nel 1924 a Firenze dove diresse l'Istituto di Mineralogia per 14 anni fino al 1938. A Firenze si dedicò principalmente allo studio di rocce provenienti dall'Africa orientale e dal Karacorum.

Poco dopo la sua presa di attività a Firenze pubblicò un lavoro su

Dancalia eritrea raccogliendo numerosi campioni che furono studiati da Probo Comucci che con questo lavoro (Comucci, 1928) dette inizio alla sua attività di studioso delle rocce dell'Eritrea e della Etiopia. Sua è una monografia sulle rocce della Dancalia raccolte dalla spedizione topografica del 1937-1939 dell'IGM guidata dal Capitano Braca e pubblicate nel 1956 (Comucci e Mazzi, 1956).

Eccellente descrittore e analista di rocce anche da un punto di vista chimico era fautore di una classificazione basata su parametri non soggettivi (normativi) che utilizzasse i moderni metodi introdotti a livello internazionale. Per queste capacità a Comucci venivano inviati campioni non solo da colleghi dell'Istituto di Geologia di Firenze ma anche da geologi/esploratori di altre università. Descrisse le rocce raccolte dalla spedizione Cerulli nell'Etiopia Occidentale (Comucci, 1932, 1933) e quelle raccolte in Yemen dall'ing. Corazzini, residente a Sanaa, dopo che, grazie alla politica accorta del governatore dell'Eritrea Gasparini, fu aperto l'accesso a questa parte isolata della penisola Arabica (Comucci, 1929). Purtroppo di questi campioni studiati da Comucci non esistono evidenze negli archivi della sezione di Mineralogia e Litologia. Comunque le capacità scientifiche di Comucci furono talmente apprezzate che un grande geologo ed esploratore italiano, il prof. Ardito Desio, inviava a Firenze molti dei campioni di rocce raccolte durante le sue missioni.

Durante la permanenza a Firenze Desio era stato in contatto con Comucci di cui aveva apprezzato le doti di ricercatore aggiornato sullo sviluppo delle conoscenze petrografiche a livello internazionale. Fu per questi motivi, che molti anni dopo avere lasciato l'Università di Firenze, fece studiare a Comucci una serie di rocce provenienti dalla regione di Jubdo, nella parte occidentale dell'Etiopia in prossimità del Sudan. Per la fama di esploratore geolo-

(Comucci, 1928) was the beginning of Comucci's research on the rocks of Eritrea and Ethiopia. His monograph on the Danakil rocks collected during the 1937-1939 IGM topographical expedition led by Captain Braca was published in 1956 (Comucci and Mazzi, 1956).

An excellent descriptor and analyst of rocks (also from the chemical point of view), Comucci devised a classification based on non-subjective (normative) parameters which used the modern methods introduced internationally. Because of his expertise, Comucci was sent specimens not only by his colleagues in Florence's Institute of Geology but also by geologists/explorers from other universities. He described the rocks collected by the Cerulli expedition in western Ethiopia (Comucci, 1932, 1933) and those collected in Yemen by Engineer Corazzini, a resident of Sanaa, after access to this isolated part of the Arabian Peninsula was gained thanks to the astute policies of the governor of Eritrea Gasparini (Comucci, 1929). Unfortunately, there is no evidence of these specimens studied by Comucci in the archives of the Mineralogy and Lithology section. Comucci's scientific abilities were so highly regarded that a great Italian geologist and explorer, Prof. Ardito Desio, sent him many of the rock specimens collected during his missions.

While in Florence, Desio met Comucci and appreciated his abilities as a researcher fully aware of international petrographic developments. Many years after leaving the University of Florence, he had Comucci study a series of rocks from the region of Jubdo, in western Ethiopia near Sudan. Because of his fame as an explorer-geologist in Libya, Desio was hired in Decem-



Fig. 12 Ardito Desio in una foto del 1938 in Etiopia nella regione di Jubdo.
 Fig. 12 Ardito Desio in a photograph from 1938 in the Jubdo region of Ethiopia.

Ardito Desio (18 Aprile 1897 – 12 Dicembre 2001) iniziò la sua attività scientifica a Firenze dove si laurea in Scienze Naturali nel 1920 e dove presta servizio come tecnico con funzioni di assistente dell'allora direttore prof. De Stefani. Durante questo periodo fiorentino Desio viene a contatto con Olinto Marinelli e Giotto Dainelli, allora professore di Geografia all'Università di Pisa e con il quale ebbe un'amicizia che durò con fasi alterne per quarant'anni. Nel periodo fiorentino De Stefani, allora direttore dell'Istituto di Geologia, gli offrì nel 1922 la possibilità di effettuare il suo primo viaggio all'estero nel Dodecaneso (Grecia). Di ritorno da questa spedizione Desio si trasferì nel 1925 al Museo Civico di Storia Naturale di Milano dove divenne conservatore della sezione geologica e, successivamente, assistente alla cattedra di geologia del Politecnico e poi all'Istituto di Geologi. La vita di Desio è legata alle numerose esplorazioni che ha effettuato in varie parti del mondo e che ha raccontato da buon divulgatore scientifico nel suo libro *Sulle vie della sete, dei ghiacci e dell'oro* (1987).

Ardito Desio (18 April 1897 – 13 December 2001) began his scientific career in Florence where he graduated in Natural Sciences in 1920 and where he served as technician with the duties of assistant to the then director of the Institute of Geology Prof. De Stefani. During this Florentine period, Desio met Olinto Marinelli and Giotto Dainelli, then professor of Geography in the University of Pisa and with whom he had a friendship that lasted, with alternating phases, for 40 years. In 1922, De Stefani offered him the possibility to make his first foreign journey in the Dodecanese (Greece). After returning from this expedition, Desio moved to the Civic Museum of Natural History of Milan in 1925, where he became curator of the Geology section and subsequently assistant to the chair of Geology in the Polytechnic and then in the Institute of Geology. Desio's life is linked to the numerous explorations he conducted in various parts of the world, which he recounted, as a good scientific popularizer, in his book *Sulle vie della sete, dei ghiacci e dell'oro* (On the Silk, Ice and Gold Routes) (1987).



Fig. 13



Fig. 14

Fig. 13 Lago di lava del vulcano basaltico dell'Erta Ale che si trova in Dancalia (foto di L. Lupi).

Fig. 14 Paesaggio di duomi lavici della regione di Lekemti dove Desio fu assalito durante una spedizione per ricerche minerarie.

Fig. 13 Lava lake of Erta Ale basaltic volcano in Dancalia (courtesy of L.Lupi)

Fig. 14 View of lava domes in the Lekemti region where the expedition of Desio was attacked by Ethiopian irregular soldiers.



go che si era fatta in Libia, nel dicembre del 1937 Desio fu proposto come consulente di una compagnia mineraria che svolgeva attività estrattiva di platino ed oro dal complesso ultramafico affiorante ad Jubdo. Le premesse per un interessante risultato minerario erano confermate dalla stessa affinità litologica con le rocce del complesso ultramafico di Bushveld (Sud Africa) noto per le sue potenzialità minerarie. Desio fu incaricato di esplorare geologicamente questa regione praticamente sconosciuta per valutare se esistevano anche altre aree di interesse minerario oltre a quella già nota di Jubdo. Questa fu probabilmente la spedizione più pericolosa compiuta da Desio che cadde in un'imboscata

degli uomini della resistenza etiopica lungo il fiume Didessa presso Lekemti (Fig. 14). Si salvò perché il contenitore di ferro delle carte geografiche fermò la pallottola a lui diretta.

Le rocce provenienti da Jubdo raccolte da Desio insieme a quelle campionate dalla spedizione Cerulli nella stessa area (Comucci, 1932, 1933) a tutt'oggi costituiscono la più completa serie di dati della regione (Comucci, 1948) e presentano confronti ancora validi con quelle simili affioranti nelle altre parti dell'Africa. La sezione di Mineralogia e Litologia conserva numerose sezioni sottili provenienti da questa spedizione.

Un altro importante contributo di Comucci fu quello allo studio delle vulcaniti del

Fig. 15 Neck vulcanico fonolitico di Injibara (a Sud del Lago Tana) contenente numerosi inclusi peridotitici e le cui rocce sono state descritte da Comucci (1950) a pagina 119-124.

Fig. 15 Phonolitic volcanic neck of Injibara (south of Tana Lake) containing numerous peridotitic xenoliths. The rocks of Injibara are largely described in Comucci (1950) at pages 119-124.

ber 1937 as advisor to a mining company extracting platinum and gold from the ultramafic complex cropping out at Jubdo. The premises for a successful mining enterprise were confirmed by the lithological affinity with the rocks of the Bushveld ultramafic complex (South Africa), well known for its mining potential. Desio was charged with the geological exploration of this practically unknown region to determine if there were other areas of mining interest beyond that of Jubdo. This was probably the most dangerous of Desio's expeditions, as he was ambushed by men of the Ethiopian resistance at Lekemti along the Didessa River

(Fig. 14). He was saved by the iron container of the geographical maps, which stopped the bullet fired at him. The rocks from Jubdo collected by Desio, along with those sampled by the Cerulli expedition in the same area (Comucci, 1932, 1933), still constitute the most complete series of data from the region (Comucci, 1948) and allow valid comparisons with similar ones from other parts of Africa. The Mineralogy and Lithology section conserves numerous thin sections deriving from this expedition.

Another of Comucci's important contributions was the study of the Lake Tana volcanic rocks (Comucci, 1950)



Fig. 16 Giovanni Merla.
Fig. 16 Giovanni Merla.

Giovanni Merla (1906-1984) (Fig. 16) si laureò in Scienze Naturali all'Università di Pisa nel 1927. Fu assistente a Padova dal 1928 al 1930 e poi a Pisa fino al 1932 con il prof. Stefanini, noto e apprezzato studioso di geologia africana. Dal 1932 al 1935 lavorò presso l'Ufficio Geologico a Roma. Vincitore di concorso a cattedra di Geologia, fu chiamato a Firenze da Giotto Dainelli a ricoprire la cattedra di Paleontologia fino al 1953 quando divenne ordinario di Geologia. Con l'arrivo all'Università di Firenze, Merla seguì la tradizione di Giotto Dainelli concentrando buona parte della sua attività all'estero ai problemi della Geologia dell'Africa orientale. Dopo la missione nel Tigray con Minucci prese parte tra il 1938 e il 1939 ad una missione in Somalia guidata da Carlo I. Migliorini, geologo consulente dell'AGIP. Dopo la scomparsa nel 1953 di Migliorini, Merla compì un'altra missione in Somalia settentrionale nel 1953-54. Nel 1959-1960 riprese le ricerche nell'Etiopia Meridionale, dove sulla base dei nuovi dati acquisiti, anche nelle regioni limitrofe dette nuove interpretazioni sull'evoluzione tettonica della regione (Fig. 17) (Merla, 1963).

Altre missioni furono svolte insieme ai suoi collaboratori in Africa Orientale (Fig. 18) fino alla sua messa in quiete nel 1980. Le attività di ricerca in Africa sono tuttora attive sulla scia della tradizione di studio della geologia fiorentina in quell'importante settore africano.

Giovanni Merla (1906-1984) (Fig. 16) graduated in Natural Sciences from the University of Pisa in 1927. He was assistant in Padua from 1928 to 1930 and then in Pisa until 1932 with Prof. Giuseppe Stefanini, a renowned expert on African geology. From 1932 to 1935, Merla worked in the Geology Office in Rome. Winner of a competition for a chair of Geology, he was called to Florence by Giotto Dainelli to hold the chair of Palaeontology until 1953 when he became full professor of Geology. With his arrival in the University of Florence, Merla followed the tradition of Giotto Dainelli, concentrating most of his activity abroad on the problems of East African geology. After the mission in the Tigray with Minucci, he took part in a 1938-1939 expedition in Somalia led by Carlo I. Migliorini, a geological advisor of the oil company AGIP. After Migliorini's death in 1953, Merla carried out another mission in northern Somalia in 1953-54. In 1959-1960, he resumed his studies in southern Ethiopia, where on the basis of new data (also from neighbouring regions) he came up with new interpretations of the tectonic evolution of the region (Merla, 1963) (Fig. 17; Fig. 18). Other missions were carried out with his collaborators in East Africa until his retirement in 1980. Research activities in Africa are still ongoing thanks to the tradition of Florentine geology in this important African sector.

Lago Tana (Comucci, 1950) raccolte durante una spedizione scientifica nel 1937 diretta da Giotto Dainelli e a cui partecipò come geologo l'ing Enzo Minucci che raccolse numerosi campioni di rocce vulcaniche soprattutto appartenenti all'attività recente plio-quadernaria (Minucci, 1938) (Fig. 15). Durante il ritorno Minucci ebbe anche il tempo di compiere osservazioni geologiche nella regione del Semien che con i suoi oltre 4600 m. è la più alta dell'Etiopia.

Nel ponderoso e dettagliato studio Comucci riporta descrizioni petrografiche molto accurate oltre a numerosi dati chimici volti alla classificazione basata su caratteri normativi delle varie vulcaniti basiche della regione.

Nel 1935-36, poco prima della spedizione al Lago Tana, Merla e Minucci svolsero una missione scientifica nel Tigray che portò alla pubblicazione di due fogli geologici in scala 1:250.000 oltre ad una monografia (Merla e Minucci, 1938). Dainelli nella sua monumentale opera sulla Geologia dell'Africa Orientale italiana del 1943 afferma che il Tigray era a quel tempo la regione meglio conosciuta geologicamente della Etiopia (Dainelli, 1943).

Con la missione nel Tigray comincia l'attività di Merla in Africa che durerà fino al 1979 quando viene pubblicata la carta geologica dell'Etiopia e della Somalia (Merla *et al.*, 1979).

Somalia

La sezione di Mineralogia e Litologia del Museo di Storia Naturale conserva fortunatamente la collezione di sezioni sottili di rocce della Somalia studiate da Manasse raccolte durante la missione scientifica Stefanini-Paoli effettuata nel 1913. Si tratta di 47 campioni di rocce metamorfiche e magmatiche (principalmente graniti e dioriti con poche vulcaniti) e 53 di rocce sedimentarie descritte da Manasse (1916 a) ed inserite nel rapporto della spedizione. Contemporaneamente Manasse (1916 b) pubblicò lo studio petrografico e chimico delle rocce metamorfiche e magmatiche facendo interessanti paragoni con le roc-

collected during a scientific expedition in 1937 led by Giotto Dainelli. Engineer Enzo Minucci took part as geologist and collected numerous specimens of magmatic rocks mainly belonging to the recent Plio-Quaternary activity (Minucci, 1938) (Fig. 15). During the return trip, Minucci took the time to conduct geological observations in the Semien region, which at over 4600 m is the highest part of Ethiopia. In his ponderous and detailed study, Comucci reported very careful petrographic descriptions as well as numerous chemical data aimed at classification based on normative characters of the various basic volcanic rocks of the region.

In 1935-36, shortly before the expedition to Lake Tana, Merla and Minucci carried out a scientific mission in the Tigray region, which led to the publication of two 1:250,000 geological maps and a monograph (Merla and Minucci, 1938). In his monumental work on the geology of Italian East Africa, Dainelli stated that the Tigray was the geologically best known region of Ethiopia at the time (Dainelli, 1943). The expedition in the Tigray was the beginning of Merla's activity in Africa, which lasted until 1979 when the geological map of Ethiopia and Somalia was published (Merla *et al.*, 1979).



Fig. 17 La scarpata orientale della Rift Valley etiopica sotto Asela che fu oggetto delle ricerche condotte da Merla e Minucci (1938).

Fig. 17 Faults of Eastern margin of Main Ethiopian Rift valley near Asela. The Rift valley was studied by Merla and Minucci (1938).

ce delle regioni limitrofe. Nella stessa nota vengono anche descritte petrograficamente le differenti tipologie di rocce sedimentarie.

Nel 1924 Stefanini compì una seconda missione geologica in Somalia dove raccolse ancora campioni di rocce. Buona parte di questi provengono dalla Somalia meridionale cioè dalle stesse aree di provenienza delle rocce studiate da Manasse, solo due esemplari provengono dalla Somalia settentrionale. Durante la campagna del 1924 Stefanini raccolse numerose rocce effusive, soprattutto basalti che non erano stati campionati con sistematicità durante la prima spedizione. Aloisi descrisse accuratamente queste rocce (Aloisi,

1927) oltre a quelle della Migiurtina prelevate durante la missione della S.I.R.M.I.S. (Società Italiana di Ricerche Minerarie in Somalia) (Aloisi, 1934). Le rocce, tutte provenienti dalla parte settentrionale della Somalia, integravano le conoscenze petrografiche sui terreni somali esplorati da Stefanini. Per la prima volta veniva riconosciuta la presenza di terreni metamorfici accanto a rocce intrusive antiche e basalti recenti.

Nei primi anni della sua carriera Aloisi era solito affiancare il lavoro sul terreno alle attività di laboratorio, ma dopo il suo arrivo a Firenze motivi di salute lo costrinsero a rinunciare alle campagne di campionamento

Somalia

The Mineralogy and Lithology section of the Museum of Natural History is fortunate to house the collection of thin sections of Somali rocks collected during the 1913 Stefanini-Paoli expedition and studied by Manasse. It consists of 47 specimens of metamorphic and magmatic rocks (mainly granites and diorites, with a few volcanics) and 53 examples of sedimentary rocks described by Manasse (1916a) and included in the report on the expedition. Contemporaneously Manasse (1916b) published the petrographic and chemical study of the metamorphic and magmatic rocks, making interesting comparisons with the rocks of the neighbouring regions. In the same note, he also made petrographic descriptions of the different types of sedimentary rocks.

In 1924, Stefanini led a second geological expedition in Somalia and collected other rock specimens. Many of them came from southern Somalia, i.e. the same areas of prov-

enance of the rocks studied by Manasse; only two specimens came from northern Somalia. During the 1924 campaign, Stefanini collected numerous effusive rocks, above all basalts not systematically sampled during the first expedition. Aloisi carefully described these rocks (Aloisi, 1927) as well as those from the Majeerteen sampled during the S.I.R.M.I.S. mission (Italian Society of Mining Research in Somalia) (Aloisi, 1934). The rocks, all from the northern part of Somalia, supplemented the petrographic knowledge of the Somali regions explored by Stefanini. The presence of metamorphic terranes next to ancient intrusive rocks and recent basalts was recognized for the first time. In the early years of his career, Aloisi conducted both fieldwork and laboratory activities. However, after his arrival in Florence, health reasons forced him to renounce the sampling campaigns and he was limited to analysing specimens collected by other researchers and, with regard to Somalia, by Stefanini. Shortly before his death, Aloisi published a collection of all the petrographic data on



Fig. 19 Giuseppe Stefanini.
Fig. 19 Giuseppe Stefanini.

Stefanini (Fig. 19) grande conoscitore della Somalia ed in generale dell'Africa Orientale nacque a Firenze il 26 Gennaio 1882. Si laureò nel 1906 in Scienze Naturali a Firenze divenendo poi assistente alla scuola di Geografia. Il governo italiano gli affidò una prima missione in Somalia del 1913 incarico rinnovato nel 1924. Nello stesso anno divenne professore ordinario di Geologia prima a Cagliari, poi a Modena ed infine a Pisa. Nel 1922 in occasione del XIII congresso geologico internazionale fu chiamato a fare parte della Commissione internazionale per la preparazione di una carta in scala 1:5.000.000 dell'Africa con il compito di coordinare i dati dell'Eritrea, Somalia ed Etiopia. A lui si deve, oltre ad una sintesi sulla geologia dell'Etiopia occidentale (Stefanini, 1933), una prima carta geologica di sintesi dell'Africa orientale (Stefanini, 1936). Stefanini morì nei pressi di Pisa il 14 settembre del 1938.

Giuseppe Stefanini (Fig. 19), an expert on Somalia and East Africa in general, was born in Florence on 26 January 1882. He graduated in Natural Sciences in Florence in 1906 and then became assistant in the School of Geography. The Italian government charged him with a first mission in Somalia in 1913 and again 1924. In the same year, he became full professor of Geology in Cagliari, then in Modena and finally in Pisa. On the occasion of the XIII International Geological Congress in 1922, he was invited to be part of the international committee for the preparation of a 1:5,000,000 map of Africa, with the task of coordinating the data from Eritrea, Somalia and Ethiopia. He was responsible for a summary of the geology of western Ethiopia (Stefanini, 1933), as well as a first concise geological map of East Africa (Stefanini, 1936). Stefanini died near Pisa on 14 September 1938.



limitandosi ad analizzare campioni prelevati da altri ricercatori ed in particolare, per quanto riguarda la Somalia, da Stefanini.

Poco prima della sua scomparsa Aloisi pubblicò una raccolta di tutti i dati petrografici sulle rocce della Somalia (Aloisi 1938) fino allora studiati. Questo lavoro rappresenta ancora oggi un contributo essenziale per la conoscenza delle caratteristiche petrografiche delle rocce presenti in Somalia e per un confronto particolareggiato con le rocce presenti nelle altre regioni dell'Africa.

the rocks of Somalia studied thus far (Aloisi, 1938). This work still represents an essential contribution to the knowledge of petrographic characteristics of Somali rocks, useful for a detailed comparison with rocks in other regions of Africa.

Expeditions in Asia

Because of Italy's colonial interests in Africa starting in the late 19th century, scientific research and political and

Le Spedizioni in Asia

Mentre in Africa, per gli interessi coloniali dell'Italia a partire dalla fine del diciannovesimo secolo, la ricerca scientifica e gli interessi politici ed economici spesso si intrecciavano, in Asia gli esploratori italiani erano principalmente spinti da interessi puramente conoscitivi e talvolta alpinistici per regioni poco accessibili e praticamente sconosciute.

Le spedizioni italiane in Asia che coinvolsero i docenti dell'Istituto/Museo di

economic interests were often interwoven. In Asia, Italian explorers were mainly motivated by the pure search for knowledge and sometimes mountaineering interests in regions that were rather inaccessible and practically unknown. The Italian expeditions in Asia involving members of the Institute/Museum of Mineralogy were of an eminently scientific nature.

The first important Italian expedition, with a prevalently mountaineering character, was led by Luigi Amedeo

Fig. 18 Cratere vulcanico di esplosione (maar) generato da contatto di falda acquifera con magma. Lago Bishoftu (foto ripresa da Corti e Manetti 2012) che si trova nella regione di Debre Zeyt 50 Km ad Est di Addis.

Fig. 18 Explosion volcanic depression (maar) formed when a water table come in contact with a magma In the photo (from Corti and Manetti 2012) is reported the Bishoftu lake in the Debre Zeyt area located 50 Km Est of Addis Ababa.

Mineralogia ebbero un carattere eminentemente scientifico.

La prima importante spedizione italiana con carattere prevalentemente alpinistico fu quella del 1909 di Luigi Amedeo di Savoia, Duca degli Abruzzi che raggiunse i piedi del K2, che tentò inutilmente di scalare ed esplorò il ghiacciaio del Baltoro facendo un rilievo fotogrammetrico. A questa spedizione partecipò attivamente De Filippi e sulla base dell'esperienza acquisita organizzò una nuova spedizione tra l'estate del 1913 e l'estate del 1914 con una sosta invernale ai piedi del Karacorum. A questa spedizione partecipò Giotto Dainelli come geologo e successivamente nel 1914 il geografo Olinto Marinelli. Gli obiettivi della spedizione erano ambiziosi e interessavano soprattutto osservazioni topografiche, di fisica terrestre (gravità, magnetismo ecc.), di geologia e di climatologia. I risultati della spedizione De Filippi, oltre a quelli pubblicati dal capo spedizione, sono stati oggetto di una collana coordinata da G. Dainelli che ha raccolto in dodici volumi tutti i risultati della spedizione oltre a quelli i ricavati da due spedizioni successive fatte nel 1929 e nel 1930. Nel volume VII della collana, Aloisi riporta i risultati dello studio petrografico e chimico delle numerose (circa 600) rocce raccolte da Dainelli e che costituiscono ancora oggi importante documento storico e un patrimonio unico di conoscenze sulle litologie della zona himalaiana.

of Savoy, Duke of the Abruzzi, in 1909. He reached the foot of K2 and unsuccessfully attempted to climb and explore the Baltoro glacier, conducting a photogrammetric survey. De Filippi actively participated in this expedition and, on the basis of this experience, organized a new expedition between the summers of 1913 and 1914 with a winter stopover at the foot of the Karakorum Range. Giotto Dainelli participated in this expedition as a geologist, and the geographer Olinto Marinelli took part in 1914. The expedition's ambitious aims mainly involved observations on topography, terrestrial physics (gravity, magnetism, etc.), geology and climatology. The results of the De Filippi expedition, beyond those published by its leader, were the subject of a series of twelve volumes coordinated by G. Dainelli. These volumes collected all the results of the expedition plus those of two subsequent expeditions in 1929 and 1930. In volume VII, Aloisi reported the results of the petrographic and chemical study of the numerous rocks collected by Dainelli (ca. 600), which still constitute an important historical document and a unique patrimony of knowledge about the lithologies of the Himalayan region.

As recalled by Aloisi in the preface of his work (Aloisi, 1933), these rocks were initially entrusted to Manasse, but research on them was interrupted by his premature death. Dainelli then turned to Artini, professor in the University

Queste rocce, come ricorda Aloisi nella prefazione del suo lavoro (Aloisi, 1933) furono inizialmente affidate a Manasse che iniziò il loro studio purtroppo interrotto dalla sua prematura scomparsa. Dainelli allora si rivolse all'Artini, professore all'università di Milano. Riportando le parole di Aloisi (1933) anche questa scelta non fu definitiva perché «assumeva l'impegno di studiare il materiale raccolto; ma Egli pure venne a mancare: sembrava che una fatalità incombesse su questo studio».

Aloisi ricevette nel 1928 da Dainelli il materiale che si apprestò a studiare. La maggior parte delle sezioni sottili sono ancora conservate presso la sezione di Mineralogia e Litologia, mentre i campioni macroscopici fanno parte delle collezioni della sezione di Paleontologia e Geologia sempre del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze (Cioppi e Dominici, 2011).

Dopo la spedizione De Filippi passarono ben 15 anni prima che Aimone di Savoia, duca di Spoleto, organizzasse nel 1929 una nuova spedizione che inizialmente doveva vedere tra i partecipanti Giotto Dainelli.

Per vari problemi (vedi Desio, 1987) il programma scientifico fu notevolmente ridimensionato come partecipazione di personale e obiettivi scientifici. Al posto di Dainelli partecipò Desio malgrado Dainelli tentasse inutilmente di dissuaderlo. La spedizione grazie alla frenetica attività di Desio raggiunse buoni risultati scientifici. Desio esplo-

of Milan. This choice was also not definitive because, in the words of Aloisi (1933), «he assumed the task of studying the collected material, but he also passed away: it seemed as if fatality loomed over this study».

Aloisi received the material from Dainelli in 1928 and began to study it. Most of the thin sections are still conserved in the Mineralogy and Lithology section, while the macroscopic specimens form part of the collections of the Palaeontology and Geology section of the Museum of Natural History of the University of Florence (Cioppi and Dominici, 2011).

In 1929 (15 years after the De Filippi expedition), Aimone of Savoy, Duke of Spoleto, organized a new expedition, which initially was to include Giotto Dainelli among the participants. For various problems (see Desio, 1987), the scientific program was greatly reduced in terms of both participants and scientific objectives. Desio participated instead of Dainelli, even though Dainelli vainly tried to dissuade him. The expedition achieved good scientific results thanks to Desio's frenetic activity. He explored the Baltoro glacier as far as the base of K2, the Shaksgam Valley, Dasso in Baltistan and other small glaciers. Desio prepared a geological map and collected numerous fossils and more than 200 rock specimens, which were sent to Comucci for the petrographic study. With his usual care,

rò il ghiacciaio del Baltoro fino ai piedi del K2, la valle dello Schiàkogan, il Dasso del Baltistan più altri ghiacciai minori. Preparò una carta geologica, raccolse numerosi fossili e più di 200 campioni di rocce che furono inviate a Comucci per lo studio petrografico. Comucci (1938) descrive con la solita cura le rocce raccolte da Desio che sono rappresentate in massima parte da rocce metamorfiche e da rocce eruttive sia intrusive che effusive, da acide ad ultrabasiche. Numerose sono le analisi chimiche delle rocce eruttive utilizzate per la loro classificazione normativa. Comucci (1935a) studiò anche in dettaglio tre rocce provenienti dal Dasso del Baldistan.

Dainelli, dopo la rinuncia a partecipare alla spedizione del Duca di Spoleto del 1929, non si dette per vinto e riuscì ad organizzare nel 1930 una spedizione alpinistico-esplorativa che raggiunse il ghiacciaio del Baltoro e del Siacen. Lo studio delle rocce raccolte e provenienti in massima parte dal Siacen fu affidato a Comucci (1935 b) che descrisse un centinaio di campioni eruttivi e metamorfici trascurando quelli sedimentari rappresentati in massima parte da calcari. Comucci (1938), per dare un quadro petrografico omogeneo delle rocce del Karacorum si attenne ai criteri di Aloisi (1933). Con i 700 campioni raccolti da Dainelli nella spedizione De Filippi, i 200 campioni raccolti da Desio nel 1929, e i 100 campioni raccolti da Dainelli nel 1930, i geologi e petrografi italiani hanno dato un

contributo significativo alla conoscenza geologica dell'area himalaiana.

Per completezza di informazione occorre ricordare che la spedizione Dainelli del 1930 lasciò strascichi e polemiche riguardanti soprattutto chi per primo raggiunse mete alpinistiche (vedi Bausi e Caciolli, 1998). Resta comunque al di là delle polemiche, la grande capacità organizzativa e scientifica di Dainelli (Mohr, 1993) oltre alle sue doti di pubblicista e divulgatore scientifico che in oltre 400 pubblicazioni ha permesso di conoscere l'apporto della comunità scientifica fiorentina alle conoscenze dell'Africa e della catena himalaiana

Appendice

Le sezioni sottili di rocce nella sezione di Mineralogia e Litologia

- N 273 sezioni sottili di rocce raccolte in Eritrea durante la spedizione Dainelli-Marinelli nel 1903 e studiate da Manasse (1909).
- N 56 sezioni sottili di rocce raccolte in Somalia durante la spedizione Stefani-Paoli nel 1913 e studiate da Manasse (1916, a, b).
- N 120 sezioni sottili di rocce raccolte da Desio nel 1938 in Etiopia (Jubdo) e studiate da Comucci (1948).
- N 632 sezioni sottili di rocce raccolte da Dainelli in Karacorum durante la spedizione de Filippi (1914-1914) e studiate da Aloisi (1933).

Comucci (1938) described the rocks collected by Desio, consisting mostly of metamorphic rocks and both intrusive and extrusive magmatic rocks, from acidic to ultrabasic. Numerous chemical analyses of the magmatic rocks were used for their normative classification. Comucci (1935a) also made a detailed study of three rocks from Dasso in Baltistan.

Dainelli was undeterred after being forced to renounce his participation in the Duke of Spoleto's 1929 expedition, and he succeeded in organizing a mountaineering-exploratory expedition in 1930 that reached the Baltoro and Siachen glaciers. The study of the collected rocks, mostly from Siachen, was entrusted to Comucci (1935b), who described about 100 volcanic and metamorphic specimens, neglecting the sedimentary ones (represented mainly by limestones). Comucci (1938) adhered to the criteria of Aloisi (1933) in order to provide a uniform petrographic picture of the Karakorum rocks. With the 700 specimens collected by Dainelli during the De Filippi expedition, the 200 specimens collected by Desio in 1929, and the 100 specimens collected by Dainelli in 1930, Italian geologists and petrographers made an important contribution to the geological knowledge of the Himalayan area.

For a full disclosure of information, it needs to be mentioned that the 1930 Dainelli expedition left a trail

of controversies, especially concerning who had been the first to reach various mountaineering destinations (see Bausi and Caciolli, 1998). Nevertheless, despite the polemics, Dainelli's great organizational and scientific ability remains clear (Mohr, 1993), as do his gifts as a publicist and scientific popularizer. His more than 400 publications reveal to us the contribution of the Florentine scientific community to the knowledge of Africa and the Himalayan chain.

Appendix

Thin sections of rocks in the Mineralogy and Lithology section

- N 273 thin sections of rocks collected in Eritrea during the 1903 Dainelli-Marinelli expedition and studied by Manasse (1909).
- N 56 thin sections of rocks collected in Somalia during the 1913 Stefani-Paoli expedition and studied by Manasse (1916a,b).
- N 120 thin sections of rocks collected by Desio in Ethiopia (Jubdo) in 1938 and studied by Comucci (1948).
- N 632 thin sections of rocks collected by Dainelli in the Karakorum during the De Filippi expedition (1913-1914) and studied by Aloisi (1933).



The image shows a large number of small, rounded mineral specimens. Most are a deep, vibrant blue color, while some are a lighter, turquoise or greenish-blue. They are scattered across a brownish, sandy or earthy matrix. The specimens vary in size and some show signs of weathering or surface texture. A semi-transparent white rectangular box is overlaid on the right side of the image, containing the text.

Le collezioni
The Collections



Fig. 1

La collezione di pietre lavorate

The collection of carved stones

Luciana Fantoni, Luisa Poggi

È già stato ricordato (Fantoni e Poggi, in questo volume) come, dopo pochi anni di vita del Museo, una ricchissima serie di oggetti lavorati lascia gli Uffizi per essere collocata in via Romana, dandone lettura di carattere esclusivamente scientifico e non storico artistico, marcando di fatto quella separazione tra «scienza» e «arte» che non è stata, di fatto, mai più ricomposta.

I numerosi esemplari pervenuti allora in Museo subiranno nell'Ottocento una forte diminuzione (un centinaio di pezzi), con trasferimenti forzosi ad altre istituzioni, soprattutto al Museo del Bargello e al Museo degli Argenti. Consultando il catalogo dedicato alle pietre lavorate, redatto nel 1847, si trovano i pezzi depennati, con a fianco le seguenti motivazioni: «depositati al Museo Medievale del Palazzo Pretorio», cioè il Bargello, «ceduti alla Galleria delle Statue», cioè gli Uf-

fizi, e «passati per ordine di S.E. il Ministro della Pubblica Istruzione fra gli scarti per cambiarsi contro oggetti a profitto delle collezioni geologiche mancanti». Il tutto firmato da Iginio Cocchi.

Comunque ancora oggi questa collezione costituisce un'assoluta eccellenza della sezione di Mineralogia.

Storia a sé stante hanno due tavoli con intarsi in pietre dure. Nella Tribuna degli Uffizi erano conservati due stipi, contenenti pietre preziose e semipreziose, fatti realizzare da Ferdinando I e dal fratello Francesco. Nello stipito di Ferdinando erano contenuti, fra gli altri oggetti, lo stemma in lapislazzuli con i gigli di Francia in quarzo citrino (n. 13149), la coppa in diaspro con piedistallo in agata fissato con una vite terminante in un cervo d'argento fuso (n. 13503) (Fig. 2) e una curiosa pantera in diaspro, con gli occhi in quarzo

A few years after the Museum was established, a very rich series of carved stones was transferred from the Uffizi Gallery to Palazzo Torrigiani in Via Romana (as mentioned in Fantoni and Poggi, this volume), involving an exclusively scientific (and not art historical) interpretation, thus marking the separation between «science» and «art» that has remained to this day.

The large number of specimens that came to the Museum on that occasion was strongly reduced in the 19th century (by ca. 100 pieces) due to forced transfers to other institutions, especially the Museo del Bargello and the Museo degli Argenti. The removed pieces were registered in the catalogue of hardstone carvings compiled in 1847, with the following motivations written next to them: «depositati al Museo Medievale del Palazzo Pretorio» (deposited in the Medieval Museum of Palazzo Pretorio), i.e. the Bargello, «ceduti alla Galleria delle Statue» (transferred to the Gallery of Statues), i.e. the Uffizi, and

«passati per ordine di S.E. il Ministro della Pubblica Istruzione fra gli scarti per cambiarsi contro oggetti a profitto delle collezioni geologiche mancanti» (passed by order of H.E. the Minister of Public Education among the surplus pieces to be exchanged for objects missing from the geological collections). All these entries were signed by Iginio Cocchi. Nevertheless, this collection remains a pride of the Mineralogy section.

Two tables with pietra dura inlays have their own special history. The Tribune of the Uffizi contained two cabinets containing precious and semiprecious stones commissioned by Ferdinando I and his older brother Francesco I. Ferdinando's cabinet contained, among other objects, the lapis lazuli coat-of-arms with the Fleurs-de-lis in citrine quartz (no. 13149), the jasper cup with agate pedestal fixed with a grapevine terminating in a cast silver deer (no. 13503) (Fig. 2) and a curious jasper panther with citrine quartz eyes, defined in the 1589 Gallery inventory as «gatto mammo-

Fig. 1 Quarzo affumicato sfaccettato con sei mezze sfere costituenti lo stemma mediceo. Era incastonato sul fronte dello stipito di Ferdinando I. Misure: 6 x 4 x 2 cm. Inv. 13201.

Fig. 1 Smoky quartz: oval faceted stone with six half spheres, forming the Medici coat of arms. It was set in the destroyed cabinet of Ferdinando I. Measurements: 6 x 4 x 2 cm. Inv. 13201.



Fig. 2 Coppa in diaspro, col piede in agata e montatura in argento dorato; al centro, sul fondo un piccolo cervo. Di manifattura ignota (XV sec.), proviene dagli Uffizi ed è citata nell'inventario di Galleria del 1704. Misure: diametro 11 cm; altezza 6 cm. Inv. 13503.

Fig. 2 Jasper cup with agate pedestal and gilded silver mount: centre, a small deer on the bottom. Of unknown manufacture (16th century), it comes from the Uffizi Gallery and is mentioned in the 1704 inventory. Measurements: diameter 11 cm, height 6 cm. Inv. 13503.

citrino, definita nell'inventario di Galleria del 1589 come «gatto mammone [...]» (n. 13497).

Lo stipo di Ferdinando, realizzato da Domenico del Tasso nel 1593, viene trasferito

ne[...]» (an enormous and terrifying cat of Italian legend), (no. 13497).

Ferdinando's cabinet, made by Domenico del Tasso in 1593, was transferred to the Museum in Via Romana in 1780. Following the severe criticism of it – «barbaro alquanto» (rather barbaric) – by Giovanni Fabbroni, assistant director of the Museum, it began to be dismantled in 1783 and the sliding writing board was removed. The hardstone materials were subsequently recovered and included in the collections. In fact, the cabinet is not reported in the 1793 inventory, but there is an ebony table decorated with lapis lazuli, jasper and carnelian slabs framed with gilded metal sheets (Fig. 3), clearly corresponding to the sliding writing board of the cabinet. Prominent among the materials recovered from the cabinet is a faceted citrine quartz with the

al Museo di via Romana nel 1780. In accordo col severo giudizio («barbaro alquanto») di Giovanni Fabbroni, vicedirettore del Museo, nel 1783 viene iniziato lo smantellamento del mobile, togliendo il piano. In seguito vengono recuperati i materiali lapidei e inseriti nelle collezioni. Infatti nell'inventario del 1793 non è riportato lo stipo, ma figura una tavola di ebano decorata da lastre di lapislazzuli, diaspri e corniole incorniciate con lamine di metallo dorato (Fig. 3), chiaramente corrispondente al piano estraibile dello stipo. Tra i materiali recuperati dal mobile, spicca un quarzo citrino sfaccettato con le sei palle dello stemma mediceo in smalto e quarzo ialino (n. 13201), ben riconoscibile nello schema dello stipo, disegnato da Giuseppe Bianchi nel 1759.

Meno sappiamo del secondo tavolo, che presenta le solite lastre di pietre ornamentali incassate però su un fondo di calcedonio biancastro e profilate in oro. È discussa tuttora dagli storici dell'arte la sua appartenenza allo stipo di Francesco.

L'attuale collezione di pietre lavorate è formata da più di 500 voci di inventario per complessivi oltre 700 esemplari. La grande maggioranza degli oggetti è di origine medicea (produzioni della Galleria), perché solo un manico di coltello in giada e una tabacchiera in quarzo agata sono acquisizioni ottocentesche, insieme a una decina di oggetti che risalgono al periodo lorenesse (Fig. 4).

Dal punto di vista mineralogico, il materiale prevalente è il quarzo, nelle sue diverse varietà, mentre la maggioranza degli oggetti è costituita da pietre sfaccettate (per lo più quarzo ialino, quarzo citrino e quarzo affumicato) o da pietre levigate (quarzo agata, quarzo calcedonio, quarzo diaspro), di cui i cassetti dello stipo di Ferdinando erano ricolmi.

six balls of the Medici coat of arms made of enamel and hyaline quartz (no. 13201), easily identified in the sketch of the cabinet drawn by Giuseppe Bianchi in 1759.

Less is known about the second table, which presents the usual slabs of ornamental stones inlaid in a whitish chalcedony matrix and outlined in gold. Whether it belonged to the cabinet of Francesco is still debated by art historians.

The present-day collection of carved stones consists of over 500 inventory numbers covering more than 700 specimens. The great majority of objects is of Medici origin (productions of the Gallery). Only a jade knife handle and an agate quartz snuff box are 19th century acquisitions, and about ten objects are from the Lorraine period (Fig. 4).

From the mineralogical point of view, the prevailing material is quartz, in its different varieties. Most of the objects

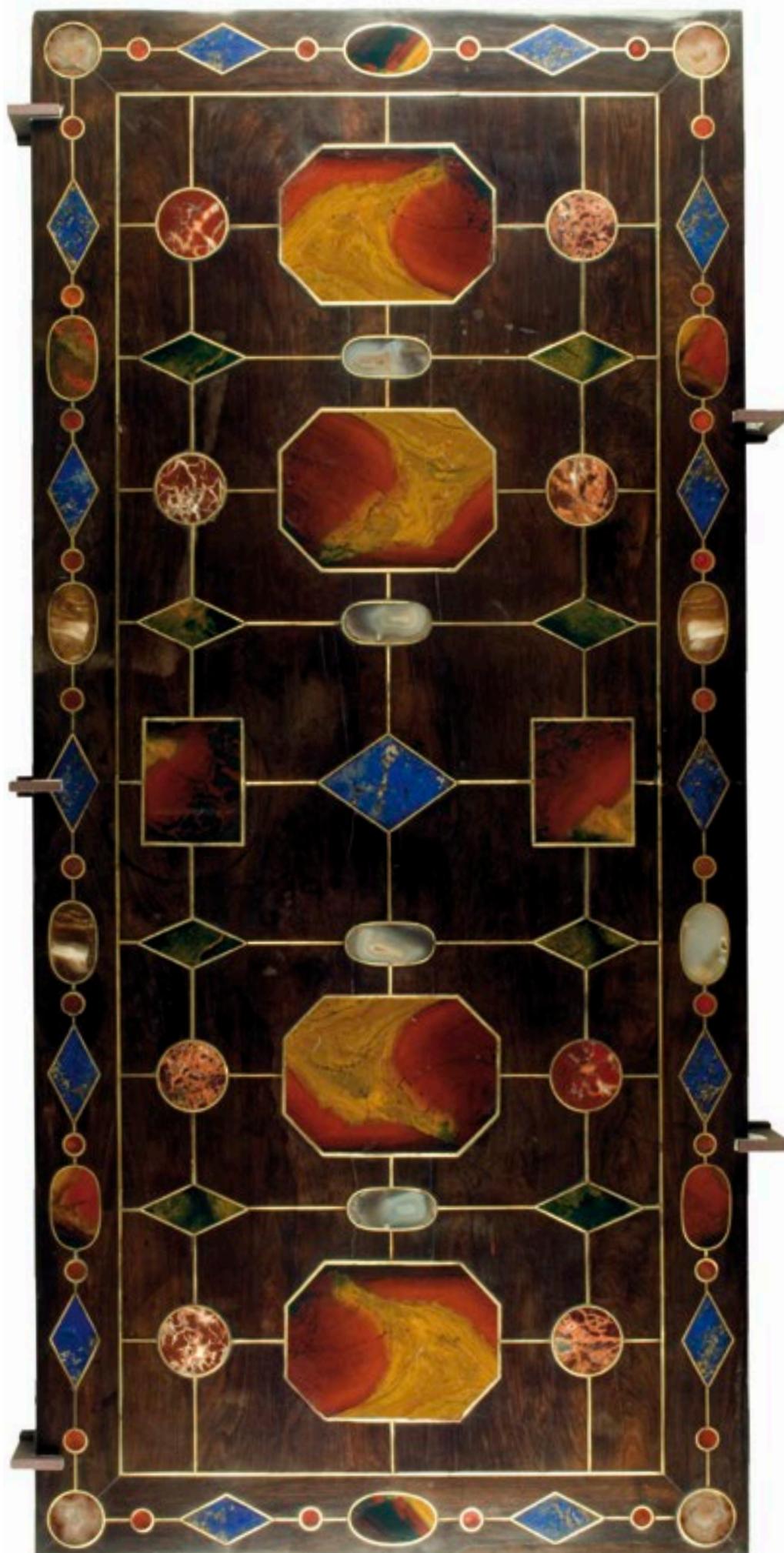


Fig. 3 Piano di tavolo in ebano intarsiato in pietre dure con tessere bordate da un filo di rame dorato. Realizzato attorno al 1580 da Domenico del Tasso, era parte dello stipo di Ferdinando I. Fu trasferito al Museo di Fisica e Storia Naturale di via Romana nel 1780. Misure: 178 x 68 x 85 cm. Inv. 65366.

Fig. 3 Ebony table top inlaid with semi-precious stones, with inlays bordered by gilded copper wire. Made by Domenico del Tasso around 1580, it was part of the cabinet of Ferdinando I and was transferred to the Museum of Physics and Natural History in Via Romana in 1780. Measurements: 178 x 68 x 85 cm. Inv. 65366.



Fig. 4 Tabacchiera in labradorite con cerniera e guarnizioni in oro. È stata donata dal Granduca al Museo il 1 luglio 1794. Manifattura fiorentina (Galleria dei Lavori), fine XVIII sec. Misure: 8 x 5 x 3 cm. Inv. 13681

Fig. 4 Labradorite snuff box with gold hinge and seals. It was donated to the museum by the Grand Duke on 1 July 1794. Florentine manufacture (Gallery of Works), late 18th century. Measurements: 8 x 5 x 3 cm. Inv. 13681.

Solo per pochi oggetti è stato possibile accertare con sicurezza la presenza negli inventari del Museo e, soprattutto, in quelli della Galleria (1769, 1753, 1704, 1589), a causa delle descrizioni spesso molto generiche e del fatto che spesso si rilevano tracce di montature rimosse, riportate invece nei cataloghi.

Tra gli esemplari più antichi spiccano quelli che presentano l'incisione LAURMED (Fig. 5), che indica l'appartenenza dell'oggetto alla collezione personale di Lorenzo il Magnifico. Sono due coppe in diaspro (nn. 13210 e 13504) ed una ciotola in giada (n.13636), che sembrano provenire dal tesoro della basilica di S. Lorenzo. La stessa provenienza

ha un'altra coppa di diaspro, probabilmente parte di un reliquiario (n. 13513).

Nonostante la certezza che molti esemplari siano di manifattura fiorentina, opera dei lapidici di Corte della seconda metà del Cinquecento, solo pochi oggetti si ritrovano sicuramente citati nell'inventario più antico, quello del 1589 (oltre, beninteso, in tutti i successivi). Uno di questi è il vaso a navicella in quarzo ialino inciso (n. 13144), di grandi dimensioni (39x22x18,5 cm). La parte inferiore è a forma di conchiglia con foglia d'acanto e sul labbro è presente un fregio di delfini su onde, mentre sulla presa c'è un mascherone. La navicella è ricavata da un

are faceted stones (mainly hyaline quartz, citrine quartz and smoky quartz) or smoothed stones (agate quartz, chalcedony quartz, jasper quartz) that filled the drawers of Ferdinando's cabinet.

Only a few objects can be identified with certainty in the museum inventories, and especially the gallery inventories (1769, 1753, 1704, 1589), because of the often very general descriptions and the fact that traces of mounts that have been removed are often found, mounts that instead were reported in the catalogues.

Some of the oldest specimens have the incision LAURMED (Fig. 5), indicating that the objects belonged to the

personal collection of Lorenzo il Magnifico. They are two jasper cups (nos. 13210 and 13504) and a jade bowl (no. 13636) which seem to have come from the treasury of the San Lorenzo basilica. Another jasper cup, probably part of a reliquary (no. 13513), has the same origin.

Many of the specimens are undoubtedly of Florentine manufacture, products of the court stone carvers of the second half of the 16th century. Nevertheless, only a few objects are certainly cited in the earliest inventory, that of 1589 (as well as in the subsequent ones). One of these is the large (39x22x18.5 cm) boat-shaped vase in carved hyaline quartz (no. 13144). The lower part is in the form of



Fig. 5

unico blocco di cristallo, sorretta da una base di legno tornito dorato.

Sempre in quarzo ialino sono il calice (Fig. 6), con la parte superiore ottagonale sfaccettata orlata con metallo e piede esagonale legato in metallo dorato con turchesi e granati incastonati (n. inv. attuale 13150) e l'anello in rame con incastonato un quarzo grande con taglio a brillante, circondato da altri più piccoli tagliati nello stesso modo (n. 13153).

a shell with acanthus leaf; with a frieze of dolphins riding the waves on the rim and a mascarón on the handle. The boat is carved from a single crystal block and it is supported by a gilded turned wooden base.

Also made of hyaline quartz are a chalice (Fig. 6), with the faceted octagonal upper part edged with metal and the hexagonal foot bound in gilded metal with mounted turquoises and garnets (current inv. no. 13150), and a copper ring with a large mounted diamond-cut quartz surrounded by other smaller quartzes cut in the same way (no. 13153).



Fig. 6

Fig. 5 Coppa in diaspro, siglata LAURMED, a indicare che apparteneva alla collezione personale di Lorenzo il Magnifico. Di manifattura ignota, è stata realizzata nel XV sec. Misure: diametro 11 cm; altezza 6 cm. Inv. 13504

Fig. 6 Coppa in quarzo ialino col piede legato in metallo con granati e turchesi. Manifattura fiorentina, seconda metà del XVI sec. Misure: 8 x 6 x 5 cm. Inv. 13150

Fig. 5 Jasper cup, signed LAURMED, indicating that it belonged to the personal collection of Lorenzo il Magnifico. Of unknown manufacture, it was made in the 15th century. Measurements: diameter 11 cm; height 6 cm. Inv. 13504.

Fig. 6 Hyaline quartz chalice with its foot bound in metal with garnets and turquoise. Florentine manufacture, second half of the 16th century. Measurements: 8 x 6 x 5 cm. Inv. 13150.



Fig. 7

Fig. 7 Tazza rotonda in diaspro, siglata sotto la base «FM 1582» insieme alla corona granducale, ad indicare il possessore nel Granduca Francesco.

Di manifattura italiana (Firenze, Botteghe di Galleria), risale al 1582. Misure: diametro 15 cm; altezza 7 cm. Inv. 13505.

Fig. 8 Tazza in lapislazzuli.

Sotto la tazza è incisa la corona granducale sovrapposta alla sigla «FM» e alla data 1600.

Di manifattura italiana (Firenze, Botteghe di Galleria), risale agli anni intorno al 1600. Misure: 22 x 11 x 5 cm. Inv. 13682.

Fig. 7 Round jasper cup, signed under the base «FM 1582» together with the grand-ducal crown, indicating that it was the property of Grand Duke Francesco. Italian manufacture (Florence, Gallery Workshop), dating to 1582. Measurements: diameter 15 cm; height 7 cm. Inv. 13505.

Fig. 8 Lapis lazuli bowl. Engraved on the base is the grand-ducal crown superimposed on the initials «FM» and the date 1600. Italian manufacture (Florence, Gallery Workshop), dating to ca. 1600. Measurements: 22 x 11 x 5 cm. Inv. 13682.

Dalle iniziali datate (FM 1582) e sormontate dalla corona granducale (Fig. 7), si identifica in Francesco I il committente di una coppa di diaspro grigio-giallo (n. 13505), mentre è Ferdinando I (FM 1600) (Fig. 8) che ha voluto la grande tazza a nicchia in lapislazzuli (n. 13682). Questi esemplari sono attribuibili alla scuola di glittica fiorentina del Casino di San Marco della seconda metà del XVI secolo, come la massima parte degli oggetti della collezione.

È noto che Francesco I si diletta di pratiche alchemiche e di trattamenti sulle gemme, sia taglio che riscaldamento e tracce di queste attività si trovano rispettivamente nel quarzo affumicato n. 13154 e nel quarzo aranciato n. 13200 (Fig. 9), che deve il suo

colore al riscaldamento. Per una saliera in calcedonio con una macchia a forma di cigno (n. 13265) – ottenuta artificialmente, ma che vuol sembrare naturale – si può parlare sicuramente di «artifici», assai ricercati alla fine del XVI secolo. Lo stesso dicasi per una sottile fetta di agata di forma ovale (n. 13370), su cui sarebbe stato impresso «dalla natura» lo stemma di Casa Medici.

Alla scuola milanese, quasi contemporanea di quella fiorentina, si deve il secchiello in quarzo (n. 13145) con incisa una scena marina con tritoni e delfini. La presa, scolpita a voluta, è ricavata nello stesso blocco di cristallo del vaso. Sempre della stessa manifattura è la grande tazza in lapislazzuli (n. 13683) a forma di conchiglia, a cui è avvin-

From the dated initials (FM 1582) surmounted by the grand-ducal crown (Fig. 7), it can be inferred that the grey-yellow jasper cup (no. 13505) was commissioned by Francesco, while the large shell-shaped lapis lazuli bowl (no. 13682) was made for Ferdinando I (FM 1600) (Fig. 8). Like most of the objects in the collection, these specimens can be attributed to the Florentine glyptic school of Casino di San Marco from the second half of the 16th century.

Francesco I dabbled in alchemical practices and treatments on gemstones, both cutting and heating. Traces of these activities can be seen respectively in the smoky quartz no. 13154 and the orange quartz no. 13200 (Fig. 9), whose colour is due to heating. For a chalcidony saltcellar with a swan-shaped mark (no. 13265) obtained artificially but meant to seem natural, we can certainly speak of the «artifices» much in vogue at the end of the 16th century. The same can be said for a thin oval slice of



Fig. 8

Fig. 9 Cristallo di quarzo con colorazione aranciata, provocata in maniera artificiale. La montatura in filigrana d'argento è databile nella prima metà del XVII sec. Misure: 8 x 2 x 2 cm. Inv. I3200.

Fig. 10 Doppia coppa in diaspro, con montatura in argento dorato. Probabilmente di manifattura veneziana, risale alla seconda metà del XV sec. Misure: diametro 4 cm; altezza 12 cm. Inv. I3507.

Fig. 11 Coppa in giada nefrite a forma di fiore di loto. Insieme ad una gemella fu donata al granduca Cosimo III dal principe moscovita Galitzin. Di manifattura cinese, fu realizzata in epoca Ming (XIV-XVII sec.). Misure: diametro 12 cm; altezza 4 cm. Inv. I3634.

Fig. 12 Scure levigata della cultura Maori, risalente al XVII sec. e portata in Europa da J. Cook. Misure: 8 x 6 cm. Inv. I3652.

Fig. 13 Cucchiaino in calcedonio, con manico terminante a ricciolo. Manifattura italiana (Firenze, Botteghe di Galleria), fine del XVI sec. Misure: 4 x 15 cm. Inv. I3256.

Fig. 9 Quartz crystal with artificially produced orange colour. The silver filigree mount is dated to the first half of the 17th century. Measurements: 8 x 2 x 2 cm. Inv. I3200.

Fig. 10 Double cup in jasper, with gilded silver mount. Probably of Venetian manufacture, from the second half of the 15th century. Measurements: diameter 4 cm; height 12 cm. Inv. I3507.

Fig. 11 Nephrite jade bowl in the shape of a lotus flower. Together with a twin bowl, it was given to Grand Duke Cosimo III by Prince Galitzin. Of Chinese manufacture, it was made in the Ming Dynasty (14th-17th century). Measurements: diameter 12 cm; height 4 cm. Inv. I3634.

Fig. 12 Polished Maori axes dating to the 17th century, brought to Europe by James Cook. Measurements: 8 x 6 cm. Inv. I3652.

Fig. 13 Chalcedony spoon with handle ending in a curl. Italian manufacture (Florence, Gallery Workshop), end of 16th century. Measurements: 4 x 15 cm. Inv. I3256.



Fig. 9



Fig. 10

ghiato un mostro con la testa che emerge dal bordo del vaso. Il piede è costituito da una tartaruga, simbolo di Cosimo I insieme al motto «*Festina lente*». Questo vaso, presente nell'inventario della Guardaroba di Cosimo e citato dal Vasari nel 1568, è stato realizzato da Gasparo Miseroni nel 1563.

Probabilmente di scuola veneziana del XV secolo è l'elegante doppia coppa (n. 13507) in diaspro rosso con decorazioni a foglie di quercia (Fig. 10). Considerato il tipo di decoro si pensa che appartenesse a Vittoria della Rovere, consorte di Ferdinando I; infatti compare negli inventari di Galleria solo a partire dal 1753.

Di manifattura inglese del XIV secolo, è il gruppo scolpito in un solo blocco di «agate» (n. 13704) raffigurante S. Jacopo con bastone nella mano destra, libro e bisaccia nella mano sinistra, e due pellegrini in gi-

nocchio, forse un ricordo di un pellegrinaggio a Santiago di Compostela.

Di manifattura cinese (epoca Ming, XIV-XVII secolo) sono due coppe in giada a forma di fior di loto con intrecci di racemi e fiori (nn. 13633 e 13634), dono del principe Galitzin a Cosimo III (Fig. 11).

Tre scuri levigate e affilate in giada (nn. 13650, 13651 e 13652), di provenienza della Nuova Zelanda, fanno parte degli oggetti della collezione Cook, raccolti dal capitano esploratore nel suo terzo e ultimo viaggio in Oceania e conservati in via Romana nello «Stanzino delle genti barbare» (Fig. 12).

Dalla Guardaroba di Cosimo I provengono la testine di cane in onice e in ametista (nn. 13364 e 13221) di manifattura azteca, come pure quella di cinghiale in sardonica (n. 13341). Frequenti nella Guardaroba di Cosimo I sono le posate in pietre dure, come

agate (no. 13370) on which the Medici coat of arms was impressed «by nature».

The Milanese school, almost contemporary with the Florentine one, was responsible for the small quartz bucket (no. 13145) with engraved sea scene with tritons and dolphins. The carved spiral handle comes from the same block of crystal as the vase. From the same school is the large lapis lazuli bowl (no. 13683) in the form of a shell grasped by a monster whose head emerges from the bowl's edge. The foot consists of a turtle, the symbol

of Cosimo I together with the motto «*Festina lente*». This vase, present in the inventory of the Wardrobe of Cosimo and cited by Vasari in 1568, was made by Gasparo Miseroni in 1563.

The elegant double cup (no. 13507) in red jasper with oak leaf decorations (Fig. 10) is probably of the 15th century Venetian school. Given the type of decoration, it is thought to have belonged to Vittoria della Rovere, consort of Ferdinando I; in fact, it appears in the Gallery inventories only beginning in 1753.



Fig. 11



Fig. 12



Fig. 13

Of 14th century English manufacture is the group carved in a single block of «jet» (no. 13704) depicting Saint James with a staff in his right hand, a book and haversack in his left hand, and two kneeling pilgrims, perhaps a remembrance of a pilgrimage to Santiago di Compostela.

Of Chinese manufacture (Ming Dynasty, 14th-17th century) are two jade cups in the form of a lotus flower with interlacements of racemes and flowers (nos. 13633 and 13634), a gift by Prince Galitzin to Cosimo III (Fig. 11).

Three polished and sharpened jade axes (nos. 13650, 13651 and 13652) from New Zealand are part of the Cook collection, brought back by the famous explorer from his third and last voyage to Oceania and conserved in the «Stanzino delle genti barbare» (Barbaric Peoples Room) in Palazzo Torrigiani (Fig. 12).

From the Wardrobe of Cosimo I came the small onyx and amethyst dog's heads (nos. 13364 and 13221) of Aztec manufacture, as well as the sardonyx wild boar's head (no. 13341). The Wardrobe of Cosimo I also had

il cucchiaino in calcedonio con il manico terminante a ricciolo (Fig. 13), fissato tramite un elemento in metallo argentato (n. 13256).

Appartenente ancora alla collezione di pietre lavorate, ma non di origine medicea, è una tabacchiera in malachite (n. 13530). Costituita da sei formelle con montatura e cerniere in oro (Fig. 14), riporta l'incisione «Chevalier orf.vre du Roy Madrid». Pedro Chevalier ha operato a Madrid fra il 1760 e il 1764, essendovi giunto al seguito di Carlo III di Borbone, re di Spagna e suocero di Pietro Leopoldo. Probabilmente la tabacchiera è un dono per le nozze fra Maria Luisa e Pietro Leopoldo nel 1765.

Solo una piccolissima parte degli esemplari di questa collezione è stata sottoposta ad analisi mineralogica, in particolare alcuni oggetti in lapislazzuli e in giada. Il risultato più clamoroso è stata la scoperta che una tabacchiera ed una scatola, descritte nei cataloghi antichi come in giada, sono in realtà in vetro.

many pieces of gemstone cutlery, such as the chalcedony spoon with handle ending in a curl (Fig. 13) fixed by means of a silvered metal element (no. 13256).

A malachite snuffbox (no. 13530) is also part of the carved stones collection but is not of Medici origin. Consisting of six panels with gold mount and hinge (Fig. 14), it bears the incision «Chevalier orf.vre du Roy Madrid». Pedro Chevalier worked in Madrid between 1760 and 1764, having arrived in the retinue of Carlo III, King of Spain and father-in-law of Pietro Leopoldo. The snuffbox was probably a gift for the wedding between Maria Luisa and Pietro Leopoldo in 1765.

Only a very small part of the specimens of this collection has been subjected to mineralogical analysis, in particular some lapis lazuli and jade objects. The most sensational result was the discovery that a snuffbox and a box described as jade in the ancient catalogues are in fact glass.



Fig. 14 Tabacchiera in malachite con cerniera in oro, firmata «Chevalier orf.vre du Roy Madrid». Misure: 5 x 7 x 5 cm. Inv. 13530.

Fig. 14 Malachite snuffbox with gold hinge, signed «Chevalier orf.vre du Roy Madrid». Measurements: 5 x 7 x 5 cm. Inv. 13530.





Fig. 1

La Collezione elbana

The Elban collection

Giuseppe Tanelli, Luisa Poggi

Il Museo-Laboratorio Elba

Nel 1835, Emanuele Repetti, nel secondo volume del suo Dizionario geografico fisico della Toscana, scrive:

L'isola d'Elba a buon diritto appellare si potrebbe il più dovizioso gabinetto mineralogico della Toscana. È questo il sito dove sembra che la natura abbia voluto riunire in un piccolo diametro sorprendenti fenomeni, e tali da richiamarvi costantemente i di lei cultori, spinti ed allettati, non solamente dalla singolare costituzione geognostica di questi monti, ma ancora dalla ricchezza delle miniere, e dalle preziose e variate cristallizzazioni dei molti minerali, che in quelle rocce si aggruppano e in belle forme si accoppiano (Repetti, 1835).

Nel 1841 M. Studer pubblica la prima carta geologica dell'Elba in bianco e nero (Fig. 2), mentre bisogna aspettare gli anni

Ottanta dell'Ottocento perché Bernardino Lotti (1847-1933), al tempo ingegnere del Corpo delle Miniere e in seguito presidente della Società Geologica Italiana, realizzi il primo rilevamento di dettaglio dell'intera Isola d'Elba. Nelle note esplicative, il grande geologo toscano, definì l'Isola: «Un grandioso Museo mineralogico all'aperto» (Lotti, 1886).

Museo e Gabinetto mineralogico; museo e laboratorio diremmo oggi. Mai definizioni furono più felici.

Il Museo – Laboratorio Elba, si estende dalla costa orientale, dove fra Rio e Calamita si ritrovano i suoi celebri giacimenti a ferro, a quella occidentale, dominata dalla potente mole granitica del Monte Capanne, con i famosi filoni pegmatitici di S. Piero e S. Ilario e le spettacolari esposizioni del suo anello termo metamorfico nelle scogliere di Pomonte e Punta Nera.

The Elba Museum-Laboratory

In 1835, Emanuele Repetti wrote in the second volume of his Physical Geographical Dictionary of Tuscany:

«Elba Island deserves to be called the richest mineralogical laboratory of Tuscany. In this site, it seems as if nature has wished to gather amazing phenomena within a small diameter, and such as to constantly attract her students, driven and allured not only by the unusual geognostic constitution of these hills, but also by the wealth of the mines, and by the precious and varied crystallizations of the many minerals, which are grouped in those rocks and are coupled in beautiful forms» (Repetti, 1835).

In 1841, M. Studer published the first geological map of Elba in black and white (Fig. 2), while it was only in the 1880s that Bernardino Lotti (1847-1933), at the time an engineer of the Corps of Mines and later president of the Italian Geological Society, carried out the first detailed survey of the whole of Elba Island. In the explanatory notes, the great Tuscan geologist called the island: «A grandiose open-air Mineralogy Museum» (Lotti, 1886). Mineralogy Museum and Laboratory. Never have definitions been more well-chosen.

The Elba Museum-Laboratory extends from the eastern coast, where the famous iron ore deposits are found between Rio and Calamita, to the western coast, dominated by the massive granite block of Monte Capanne, with the famous pegmatite dykes of S. Piero and S. Ilario and the

Fig. 1 Quarzo xls con ortoclasio e albite. S. Ilario, Elba (Dal *Catalogo delle Collezioni Elbane*, manoscritto da Millosevich). Coll. Foresi. Misure: 4 x 4 x 3 cm. Camp. n. 873 E.

Fig. 1 Quartz xls with orthoclase and albite. S. Ilario, Elba (From the *Catalogue of the Elban collections*, handwritten by Millosevich). Foresi Collection. Measurements: 4 x 4 x 3 cm. Spec. n. 873 E.

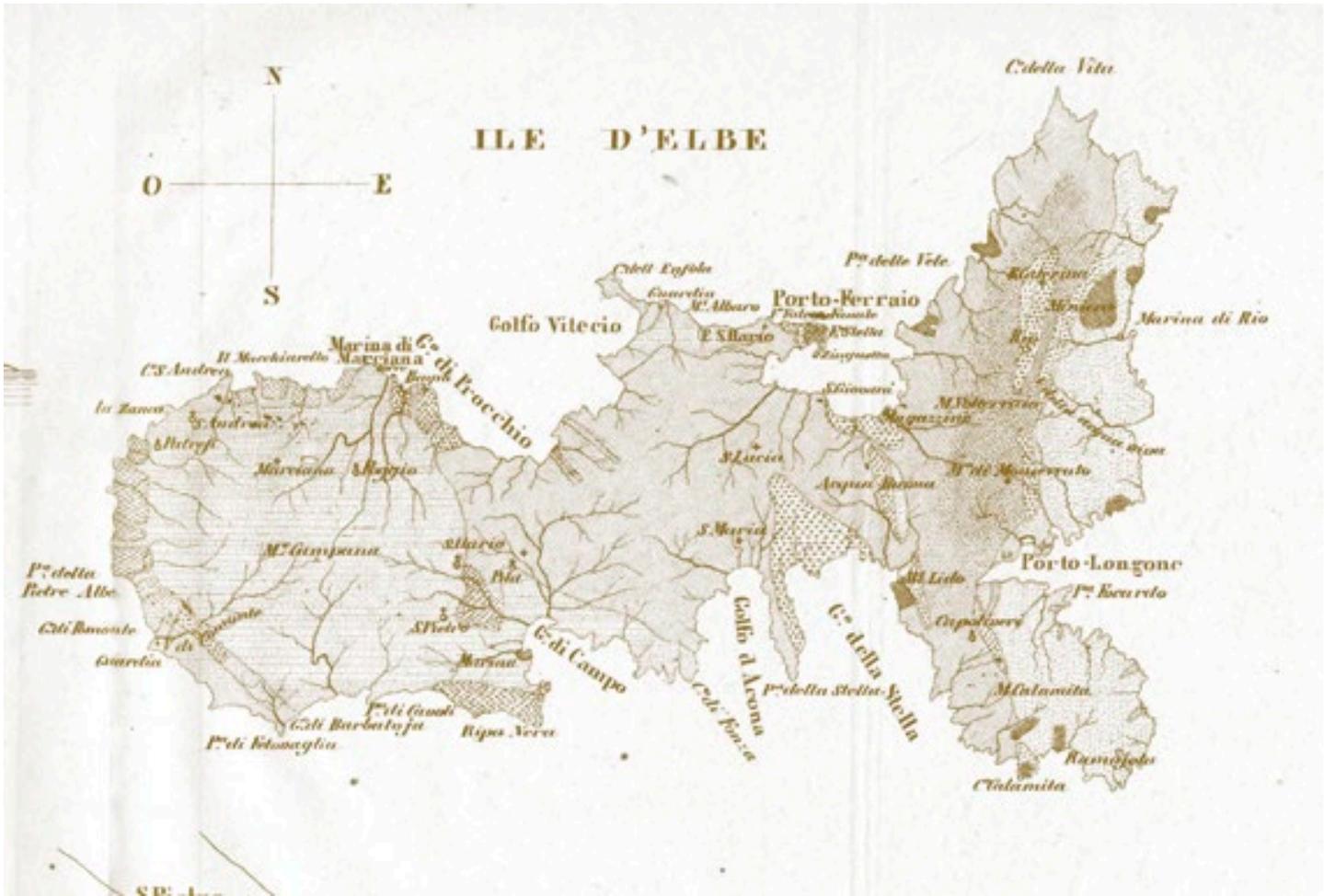


Fig. 2 Carta geologica dell'Isola d'Elba illustrata nella seduta del 17 Maggio 1841 della Société Géologique de France da M. Studer («Bulletin de la Société Géologique de France», vol. 12, pp. 276-311, 1840-1841). La carta, pubblicata in scala originale 1:200000, rappresenta la prima mappa geologica dell'Isola d'Elba.

Fig. 2. Geological map of Elba Island illustrated by M. Studer in the 17 May 1841 session of the Société Géologique de France («Bulletin de la Société Géologique de France», vol. 12 pp. 276-311, 1840-1841). This map, published in the original 1:200,000 scale, is the first geological map of Elba Island.

Magnifiche cristallizzazioni di ematite (Fig. 3) e pirite, iridescenti aggregati limonitici (Fig. 4), picei cristalli di ilvaite, quarzo prasio e granati; eccezionali aggregati pegmatitici di tormaline, quarzo, ortoclasio, lepidolite, berillo, pollucite e zeoliti, sono le più note eccellenze della mineralogia elbana, ieri come oggi, oggetto di un vasto e pregiato mercato. I minerali elbani sono presenti nei più prestigiosi Musei naturalistici del Mondo, studiati in centinaia di opere scientifiche e descritti in numerose opere a carattere didat-

tico e divulgativo (D'Achiardi, 1873; Carobbi e Rodolico, 1976; Tanelli, 1995; Orlandi e Pezzotta, 1996; Tanelli e Benvenuti, 1998).

Niccolò Stenone (1638-1686) lo scienziato naturalista, danese di nascita e toscano di adozione, al quale sono legati i prodromi delle moderne conoscenze geologiche e cristallografiche, visitò e studiò le mineralizzazioni ferrifere dell'Isola d'Elba. Furono ragionevolmente i peculiari cristalli di ematite di Rio, «i corpi angolari di ferro», come li in-

spectacular exposures of its thermal metamorphic ring in the cliffs of Pomonte and Punta Nera.

Magnificent crystallizations of hematite (Fig. 3) and pyrite, iridescent limonite aggregates (Fig. 4), pitch-black ilvaite crystals, prase quartz and garnets, exceptional pegmatitic aggregates of tourmaline, quartz, orthoclase, lepidolite, beryl, pollucite and zeolites are the best known treasures of Elban mineralogy, yesterday and today, the object of a vast and valuable commercial trade. Elban minerals are present in the most prestigious natural history museums of the world, and they have been studied in hundreds of scientific papers and described in numerous educational and popular publications (D'Achiardi, 1873; Carobbi and Rodolico, 1976; Tanelli, 1995; Orlandi and Pezzotta, 1996; Tanelli and Benvenuti, 1998).

The naturalist Nicolas Steno (1638-1686), Danish by birth and Tuscan by adoption, who laid the bases of modern

geological and crystallographic knowledge, visited and studied the iron mineralizations of Elba Island. It is quite possible that the peculiar hematite crystals from Rio, «the angular bodies of iron» as he called them in his *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus*, contributed to his enunciation of the principles that would become the first law of crystallography: the «Law of constancy of the dihedral angle between the homologous faces of the crystal» (Casella, 1986). This law enhanced our knowledge of the structure of matter; knowledge that benefits us today in very many scientific and technological fields.

Thus far, 183 minerals have been identified on Elba Island. This number rises to over 250 if we consider the more or less «scientific», often «political» and sometimes «ridiculous», disquisitions sometimes accompanying the definition of mineral species and of their varieties. In accordance with the International Mineralogical Association

dica nel suo *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus*, che contribuirono alla enunciazione dei principi che saranno poi la prima legge della cristallografia: la «Legge della costanza dell'angolo diedro fra le facce omologhe del cristallo» (Casella, 1986). Una legge che apre le nostre conoscenze sulla struttura della materia, e delle quali oggi beneficiamo in molteplici campi scientifici e tecnologici.

Ad oggi sono 183 i minerali individuati all'Isola d'Elba. Un numero che sale oltre 250 considerando le disquisizioni più o meno «scientifiche», spesso «politiche» e talora «ridicole», che a volte accompagnano la definizione delle specie mineralogiche e delle loro varietà. In accordo con la International Mineralogical Association (IMA), undici minerali sono stati per la prima volta individuati all'Elba, due dei quali, ilvaite e elbaite, ricordano, nel nome latino (*Ilva*) ed in quello attuale, la loro località tipo.

L'ilvaite (Fig. 5) è un silicato di calcio, presente nelle masse di skarn che da Santa Filomena di Rio a Capo Calamita, accompagnano i giacimenti a ferro. Venne scoperto oltre due secoli fa e le vicende del suo nome possono essere prese come un classico esempio di intreccio fra scienza e politica. Dapprima, in pieno splendore napoleonico, gli venne dato il nome di «jenite» in onore della battaglia di Jena vinta da Napoleone nel 1806. Successivamente caduto l'astro, venne chiamata «lievrite», a ricordo di M. Lelievre, ritenuto da alcuni il suo scopritore. Ma a questo punto nascono le questioni, poiché altri ritenevano che la paternità della scoperta fosse di F. de Bellevue, ed altri ancora a D. de Dolomieu. Tutti famosi geologi transal-

(IMA), 11 minerals were first identified on Elba, two of which, ilvaite and elbaite, refer to their type locality (in the Latin name, *Ilva*, and in the actual one).

Ilvaite (Fig. 5) is a calcium silicate present in the skarn masses accompanying the iron ore deposits extending from Santa Filomena di Rio to Capo Calamita. It was discovered over two centuries ago and the circumstances of its name can be taken as a classic example of the entanglement of science and politics. In full Napoleonic reign, it was first given the name «jenite» in honour of the Battle of Jena won by Napoleon in 1806. After Napoleon's star had fallen, it was called «lievrite», in remembrance of M. Lelievre, believed by some to have been its discoverer. But at that point some questions arose, since others considered the discoverer to be F. de Bellevue, and others still D. de Dolomieu. All of them are famous French geologists. Dolomieu in particular is remembered in the name of calcium magnesium



Fig. 3 Ematite in bei xli, Rio, Elba (Dal *Catalogo delle Collezioni Elbane*, manoscritto da Millosevich). Coll. Roster. Misure: 8 x 8 x 7 cm. Camp. n. 1552 E.

Fig. 3 Haematite in lovely xls, Rio, Elba (From the *Catalogue of the Elban Collections*, handwritten by Millosevich). Roster Collection. Measurements: 8 x 8 x 7 cm. Spec. n. 1552 E.

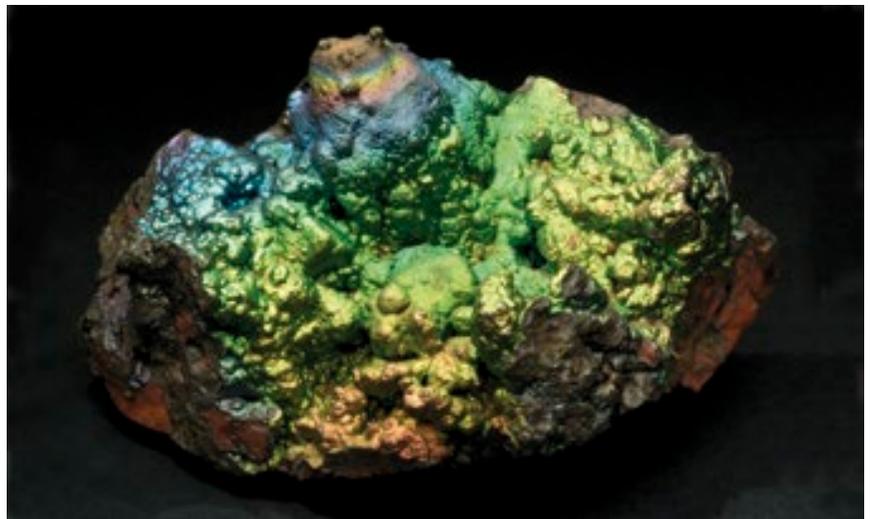


Fig. 4 Limonite stallattitica iridescente. Rio, Elba (Dal *Catalogo delle Collezioni Elbane*, manoscritto da Millosevich). Coll. Foresi. Misure: 12 x 6 x 6 cm. Camp. n. 1927 E.

Fig. 4 Iridescent stalactitic limonite. Rio, Elba (From the *Catalogue of the Elban Collections*, handwritten by Millosevich). Foresi collection. Measurements: 12 x 6 x 6 cm. Spec. n. 1927 E.



Fig. 5 Ilvaite in xxli grossi e piccini, alcuni aggruppati in fascio con quarzo e limonite sul pirosseno. Torre di Rio, Elba (Dal *Catalogo delle Collezioni Elbane*, manoscritto da Millosevich). Coll. Foresi. Misure: 17 x 15 x 12 cm. Camp. n. 3848 E.

Fig. 5 Ilvaite in large and small xxls, some grouped in a bundle with quartz and limonite on pyroxene. Torre di Rio, Elba (From the *Catalogue of the Elban Collections*, handwritten by Millosevich). Foresi collection. Measurements: 17 x 15 x 12 cm. Spec. n. 3848 E.



Fig. 6 Tormalina 132 xli di color verde scuro e verde chiaro con 9 xli limpidissimi di berillo ... incolore, ortoclasio, quarzo, albite, zircone?, ecc... nella pegmatite. Grotta d'Oggi, S. Piero, Elba. (Dal *Catalogo delle Collezioni Elbane*, manoscritto da Millosevich). Acq. Roster. Misure: 38 x 30 x 25 cm. Camp. n. 4970 E.

Fig. 6 Tourmaline 132 xls of dark green and light green colour with 9 very clear beryl xls ... colourless, orthoclase, quartz, albite, zircon?, etc... in pegmatite. Grotta d'Oggi, S. Piero, Elba. (From the *Catalogue of the Elban Collections*, handwritten by Millosevich). Acquired from Roster. Measurements: 38 x 30 x 25 cm. Spec. n. 4970 E.

pini. Dolomieu in particolare è ricordato nel nome del carbonato di calcio e magnesio, la dolomite, e nel nome delle nostre Dolomiti, che da questo minerale sono prevalentemente formate. Tornando al silicato di calcio e ferro, l'accordo sul nome venne raggiunto, chiamandolo ilvaite, a ricordo della sua località tipo.

Seguono quindi le «scoperte» della elbaite (Fig. 6) (gruppo delle tormaline), bonattite, dachiardite, minguzzite, pollucite, uranopolycrase, rubicline, fino alle definizioni, in questi primi anni del terzo millennio, della riomarinaite e delle ramaniti a cesio e rubidio (ima-mineralogy.org; mindat.org).

Una piccola appendice e una piccola anticipazione. Come vedremo meglio in seguito,

gli oltre 6000 campioni che formano attualmente la «Collezione elbana» della sezione di Mineralogia del Museo di Storia Naturale di Firenze, derivano per due terzi da due collezioni storiche formate alla fine dell'Ottocento da Raffaello Foresi (1820-1876), uomo di cultura elbano e fiorentino di adozione, e Giorgio Roster (1843-1927), professore di igiene nel R. Istituto di Studi Superiori Pratici e di Perfezionamento di Firenze – oggi Università degli Studi – ed elbano di adozione (Tanelli, 2010).

Al Foresi ed al Roster, sono legate due vicende di nomenclatura mineralogica.

Alla fine dell'Ottocento, studiando i minerali delle pegmatiti di Campo venne individuata una «sostanza», considerata una nuova

carbonate, dolomite, and in the name of the Dolomites, an Italian mountain range formed prevalently by that mineral. Returning to the silicate of calcium and iron, agreement on the name ilvaite was eventually reached, in remembrance of its type locality.

There followed the «discoveries» of elbaite (Fig. 6) (tourmaline group), bonattite, dachiardite, minguzzite, pollucite, uranopolycrase, rubicline, up to the definition in the early years of the third millennium of riomarinaite and caesium and rubidium ramanites (ima-mineralogy.org; mindat.org).

A small appendix and a small anticipation. As we will see later, two thirds of the over 6000 specimens currently forming the «Elban Collection» of the Mineralogy Section of the Museum of Natural History of Florence derive from two historical collections formed at the end of the 19th century by Raffaello Foresi (1820-1876), a learned man of Elban

birth and Florentine adoption, and Giorgio Roster (1843-1927), professor of hygiene in the Institute of Advanced Studies of Florence (today the University of Florence) and Elban by adoption (Tanelli, 2010). Two circumstances of mineralogical nomenclature are linked to Foresi and Roster.

At the end of the 19th century, during mineralogical studies on the pegmatites of Campo, a «substance» was identified and considered a new mineral species. It was given the name «foresite» in honour of Raffaello Foresi (Pullè and Capacci, 1874). Nevertheless, subsequent analyses cancelled foresite from the list of new minerals, demonstrating that the «new substance» was a mixture of stilbite and cookeite. Also identified in the Campo pegmatites was a variety of beryl rich in lithium and caesium, with tabular habit and chromaticity from colourless to pink-yellow (Fig. 7), called «rosterite» (Grattarola, 1880). In 1908, the great Rus-

specie mineralogica, e alla quale venne dato il nome di «foresite» in onore di Raffaello Foresi (Pullè e Capacci, 1874). Successive ricerche cancellarono la foresite fra i nuovi minerali, documentando come la «nuova sostanza» fosse un miscuglio di stilbite e cookeite. Nelle pegmatiti di Campo venne anche individuata una varietà di berillo, ricca in litio e cesio, ad habitus tabulare e cromaticità da incolore a giallo-rosa (Fig. 7), denominata «rosterite» (Grattarola, 1880). Nel 1908, il grande scienziato russo V.I. Vernadsky (1863-1945), uno dei padri fondatori della geochimica e della geo-ecologia individua nelle pegmatiti granitiche di Lipovka negli Urali centrali, cristalli di berillo ricchi in cesio e litio, denominandoli vorobyevite in onore del mineralista russo V.I. Vorobyev. Narrano le voci che gli era sfuggito il lavoro di Grattarola, anche se, aggiungono le stesse voci, il Vernadsky dopo avere conseguito la laurea nella Università di San Pietroburgo nel 1885, era andato nella Università di Napoli per seguire gli insegnamenti del celebre mineralista Arcangelo Scacchi (1810-1893), nella cui Miscellanea è tuttora presente la pubblicazione di Grattarola. Quasi un secolo dopo il lavoro di Grattarola, riprese di diffrazione a raggi x sugli stessi campioni da lui studiati, convalidarono la rosterite come una varietà di berillo (Carobbi e Rodolico, 1976).

Recentemente, in uno studio sulle caratteristiche strutturali della varietà di berillo ricca in cesio e litio, è stato nuovamente lanciato il nome di vorobyevite (Yakubovich *et al.*, 2009). Con questo nome è indicata nelle pagine di mindat.org, ma poiché come sappiamo il diavolo fa le pentole ma non i coperci, il minerale, nelle stesse pagine web,



è illustrato da una splendida foto di un cristallo incolore e tabulare di «vera» rosterite proveniente dal «Filone La Speranza» di S.Piero. Resta inoltre il fatto che fu lo stesso Vernadsky nel 1914, studiando le variegiate tormaline dell'Elba, a chiamare «elbaite» – le voci dicono come gesto riparatore – la tormalina a litio, presente come minerale valido nell'elenco dell'IMA (Ertl, 2008).

Risalgono ai primi anni Quaranta dell'Ottocento i primi studi moderni sulla geologia dell'Elba e la redazione delle carte che ne sintetizzano le caratteristiche litologiche e cronologiche. Nel 1871 Igino Cocchi (1827-1913), professore di geologia nell'Istituto di Studi Superiori di Firenze e membro della R. Amministrazione Cointeressata, che al

Fig. 7 Berillo [rosterite] bel cristallo roseo con albite, quarzo, ortoclasio, tormalina sul granito. Grotta d'Oggi, S. Piero, Elba (Dal *Catalogo delle Collezioni Elbane*, manoscritto da Millosevich). Coll. Roster. Misure: 6 x 6 x 4 cm. Camp. n. 3345 E.

Fig. 7 Beryl [rosterite] lovely pinkish crystal with albite, quartz, orthoclase, tourmaline on granite. Grotta d'Oggi, S. Piero, Elba (From the *Catalogue of the Elban Collections*, handwritten by Millosevich). Roster collection. Measurements: 6 x 6 x 4 cm. Spec. n. 3345 E.

sian scientist V.I. Vernadsky (1863-1945), one of the founding fathers of geochemistry and geo-ecology, identified beryl crystals rich in caesium and lithium in the granitic pegmatites of Lipovka in the central Urals, calling them vorobyevite in honour of the Russian mineralist V.I. Vorobyev. Rumours had it that Grattarola's work had escaped his notice; however, the same rumours had it that, after graduating from the University of St. Petersburg in 1885, Vernadsky went to the University of Naples to follow the teachings of the famous mineralist Arcangelo Scacchi (1810-1893), whose *Miscellanea* still contain Grattarola's publication. Almost a century after Grattarola's work, X-ray diffraction analyses carried out on the same specimens he had studied confirmed rosterite as a variety of beryl (Carobbi and Rodolico, 1976).

A recent study on the structural characteristics of the variety of beryl rich in caesium and lithium repropo-

sed the name vorobyevite (Yakubovich *et al.*, 2009), and in fact it is indicated by this name in the web pages of mindat.org. Nonetheless, since the truth will out, the mineral is illustrated in the same web pages by a splendid photograph of a colourless tabular crystal of «true» rosterite from the «La Speranza Dyke» of S. Piero. There is also the fact that, after studying the variegated tourmaline of Elba in 1914, Vernadsky himself called the lithium tourmaline «elbaite» (rumours have it that this was a reparatory gesture), present as a valid mineral in the IMA list (Ertl, 2008).

The first modern studies on the geology of Elba and maps summarizing the lithological and chronological characteristics date to the early 1840s. In 1871, Igino Cocchi (1827-1913), professor of geology in Florence's Institute of Advance Studies and member of the Royal Joint Administration that managed the Elban mines at the time, published his

tempo gestiva le miniere elbane, pubblica la sua bella opera sulla geologia dell'Elba, corredata di una carta geologica policroma della zona orientale. Seguono poi le opere di Bernardino Lotti nel 1884, per giungere quindi alla carta redatta nel 1969 dai geologi della Università di Pisa e a quella attualmente in corso di pubblicazione, rilevata dai geologi della Università di Firenze (Tanelli, 2007).

La genesi del Museo Elba

Gli splendidi cristalli delle geodi pegmatitiche del Capanne, così come i lucenti cristalli di oligisto e pirite dei giacimenti ferriferi dell'Elba Orientale, sono il prodotto di peculiari fenomeni minerogenetici, sviluppati nelle fasi tardive del magmatismo e della tettonica che fra i 7 ed i 5 milioni di anni fa, al passaggio fra il Miocene ed il Pliocene, ha interessato l'Isola. La loro storia però, in particolare per quanto riguarda i giacimenti a ferro e le masse di skarn ad essi associate, è possibile che inizi attorno a 250 milioni di anni fa, al passaggio fra il Permiano ed il Triassico.

Al tempo la Terra era già vecchia di quasi quattro miliardi di anni e in seguito ad una serie di complesse derive geodinamiche delle placche litosferiche, tutte le aree emerse del Pianeta erano riunite in un grande «Supercontinente», la Pangea, attorno al quale si estendevano le acque oceaniche della Pantalassa.

Nel margine orientale della Pangea all'altezza dell'equatore, spinte geodinamiche di-

vergenti lacerarono la crosta continentale ed aprirono una vasta depressione nella quale confluirono le acque della Pantalassa. Si forma la Tetide, un vasto golfo marino lontano precursore del Mediterraneo, delimitato a sud dalle terre che poi andranno a costituire il continente africano – nonché, a meno del massiccio calabro-peloritano, la penisola italiana – e a nord dalle terre che formeranno il continente europeo, dal quale si separeranno successivamente il massiccio sardo-corso e quello calabro-peloritano.

Mentre si andava sviluppando il bacino marino tetideo, la Terra venne interessato da drastiche variazioni climatiche ed ambientali, che determinarono la più massiccia delle cinque grandi estinzioni di massa delle specie viventi, animali e vegetali, della Terra negli ultimi 500 milioni di anni. Nell'arco di poche decine di milioni di anni scomparvero attorno al 90% delle biodiversità terrestri e marine. Al confronto la famosa estinzione di massa nota come «estinzione dei dinosauri», avvenuta attorno a 65 milioni di anni al passaggio fra il Cretacico ed il Paleocene, è poca cosa.

Sulle cause che portarono alle variazioni ecologiche Permo-triassiche, le ipotesi ad oggi più accreditate, le collegano alle grandi eruzioni vulcaniche che interessarono le aree settentrionali della Pangea, e i cui prodotti ritroviamo oggi nelle potenti coltri di lave basaltiche che coprono vasti territori della Siberia. In associazione con questo vulcanismo, grandi masse di cenere, pulviscolo

lovely work on the geology of Elba, including a polychrome geological map of the eastern zone. This was followed by the works of Bernardino Lotti in 1884, and finally by the map realized in 1969 by geologists of the University of Pisa and the one currently being published based on surveys by University of Florence geologists (Tanelli, 2007).

The genesis of the Elba Museum

The splendid crystals of pegmatitic geodes from Capanne, like the shining crystals of oligist and pyrite from the ferriferous deposits of eastern Elba, are the products of peculiar minerogenetic processes during the late phases of magmatism and tectonics that affected the island between 7 and 5 Ma, in the passage from Miocene to Pliocene. However, their history, particularly with regard to the iron deposits and skarn masses associated with them, possibly began around 250 Ma, in the passage from Permian to Triassic.

At that time, the Earth was already almost four billion years old and, because of a series of complex geodynamic drifts of the lithospheric plates, all the land areas of the planet had combined into a large «Supercontinent», Pangea, surrounded by the oceanic waters of Pantalassa. On the eastern border of Pangea at the level of the equator, differ-

ent geodynamic thrusts lacerated the continental crust and opened a vast depression into which flowed the waters of Pantalassa. This formed the Tethys Sea, a vast marine gulf and distant precursor of the Mediterranean Sea, delimited to the south by lands that now constitute the African continent (as well as the Italian peninsula minus the Calabro-Peloritano massif) and to the north by lands that would form the European continent, from which would later separate the Sardinian-Corsican massif and the Calabro-Peloritano massif.

While the Tethys marine basin was developing, the Earth underwent drastic climatic and environmental variations that caused the worst of the five great mass extinctions of living beings, both animals and plants, in the last 500 million years. Within a few tens of millions of years, around 90% of the terrestrial and marine biodiversity disappeared. The famous mass extinction known as the «extinction of the dinosaurs», 65 Ma in the passage from Cretaceous to Palaeocene, was almost nothing in comparison.

The most accredited hypotheses on the causes of the Permian-Triassic ecological variations concern the huge volcanic eruptions involving the northern areas of Pangea, whose products are found today in the large basaltic lava layers covering vast territories of Siberia. In association with this volcanism, huge masses of ash, dust and gas (car-

e gas (anidride carbonica, biossido di solfo, ecc.), vennero lanciati nella atmosfera.

Durante i ripetuti fenomeni eruttivi si ebbero fasi di oscuramento dei raggi solari e conseguente raffreddamento della superficie terrestre a causa delle eruzioni di ceneri, intercalati con fasi di riscaldamento legati all'effetto serra dovuto alla anidride carbonica immessa nella atmosfera. In conseguenza di questi fenomeni, si ebbero marcate variazioni nella composizione chimica dell'aria e delle acque continentali e marine, nella attività batterica aerobica ed anaerobica nei terreni, nonché, lungo le zone costiere della Pangea, vasti fenomeni di trasgressione e regressione marina.

Esistono vari indizi scientifici che portano a ritenere come a questi fenomeni Permiano-triassici sia associata l'origine prima dei giacimenti feriferi elbani, precipitati come fanghiglie di ossi-idrossidi di ferro, frammisti ad argille e ciottoli di quarzo, sopra le rocce della Pangea, lungo le coste «africane» della Tetide. All'Elba ritroviamo queste formazioni della antica Pangea nelle rocce Paleozoiche degli «gneiss» di Calamita, nei porfiroidi e scisti porfirici di Ortano e negli scisti grafitosi del Carbonifero di Rio. Successivamente le fanghiglie ferrifere furono ricoperte da sedimenti carbonatici, solfatici e silicatici, e subirono quei fenomeni metamorfici, tettonici e orogenici, che interessarono, fra i 60 ed i 10 milioni di anni, l'area tetidea e portarono alla formazioni delle Alpi prima e dell'Appennino

settentrionale poi; del quale l'Elba rappresenta l'estrema propaggine occidentale.

Definito quindi l'assetto strutturale dell'alto Tirreno, attorno a 7-8 milioni di anni fa si ebbe, la risalita di una massa magmatica di composizione prevalentemente granitica, e la sua messa in posto entro livelli crostali alla profondità dell'ordine di alcuni chilometri. Dal lento raffreddamento di questo magma e dai fenomeni metamorfici, pegmatitici ed idrotermali ad esso legati, si formarono così le associazioni mineralogiche che, dopo la rimozione delle coperture per cause tettoniche ed erosive, ritroviamo oggi a formare la massa granodioritica del Monte Capanne, i porfidi granitici, le masse euritiche, i filoni pegmatitici ed aplitici che l'accompagnano, nonché le associazioni mineralogiche del così detto «Anello termometamorfico del Capanne», derivate dal riscaldamento dei minerali che costituivano le rocce incassanti il magma.

Attorno a due milione di anni dopo dal consolidamento del plutone granitico del Capanne, nel sottosuolo di Porto Azzurro si ebbe la risalita di una nuova massa granitica, oggi affiorante in una limitata area nella zona del Buraccio. Alle azioni metamorfiche, metasomatiche ed idrotermali legate a questo magmatismo sono associati i fenomeni di mobilizzazione e ricristallizzazione delle masse ferrifere dell'Elba occidentale e la formazione degli adunamenti di silicati di skarn che le accompagnano a Santa Filomena di Rio ed a Calamita (Tanelli, 1983).

bon dioxide, sulphur dioxide, [...] were hurled into the atmosphere. During the repeated eruptions, there were phases of blockage of sunlight and consequent cooling of the Earth's surface because of the erupted ashes, alternating with phases of heating related to the greenhouse effect due to carbon dioxide introduced into the atmosphere. As a consequence of these processes, there were marked variations in the chemical composition of the air and continental and marine waters, in the aerobic and anaerobic bacterial activity in the soil, and vast marine transgressions and regressions along the coastal zones of Pangea.

Various scientific clues suggest that the primary origin of the Elban feriferous deposits was associated with these Permian-Triassic processes. The deposits would have precipitated as muds of iron oxides-hydroxides mixed with clays and quartz pebbles on top of the rocks of Pangea along the «African» coasts of Tethys. On Elba, we find these formations of ancient Pangea in the Palaeozoic «gneisses» of Calamita, in the porphyroids and porphyric schists of Ortano and in the Carboniferous graphitic schists of Rio. Later, the feriferous muds were covered by carbonatic, sulphatic and silicatic sediments, and they underwent metamorphic, tectonic and orogenic processes affecting the Tethys area between 60 and 10 Ma, which led to the for-

mation of the Alps and then the Northern Apennines, of which Elba represents the extreme western ramification.

After the structural arrangement of the upper Tyrrhenian area had been defined, there was a rise of a prevalently granitic magmatic mass around 7-8 Ma and its emplacement within crustal levels at a depth of several kilometres. The slow cooling of this magma and the related metamorphic, pegmatitic and hydrothermal processes led to the formation of the mineralogical associations which, after removal of the covers by tectonic and erosive processes, are found today forming the granodioritic mass of Monte Capanne, the porphyry granites, the euritic masses, the pegmatite and aplite dykes that accompany them, as well as the mineralogical associations of the so-called «Capanne thermal metamorphic ring», derived from heating of the minerals making up the country rocks containing the magma.

Around two million years after the consolidation of the Capanne granitic pluton, a new granitic mass rose in the subsurface of Porto Azzurro, today cropping out in a small area in the zone of Buraccio. The metamorphic, metasomatic and hydrothermal actions related to this magmatism are associated with the mobilization and recrystallization of the feriferous masses of western Elba and the formation



Fig. 8 Veduta della vetrina dedicata alla collezione elbana nel nuovo allestimento della Sezione di Mineralogia del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze.

Fig. 8 View of the display case dedicated to the Elban collection in the new exhibition course of the Mineralogy section of the Museum of Natural History of the University of Florence.

Tratteggiata quindi, la consistenza e la genesi del «grandioso Museo mineralogico elbano» vediamo come si è andata formando la Collezione elbana della sezione di Mineralogia del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze (Fig. 8). Una collezione riconosciuta, come numero e qualità dei campioni, come la più importante e la meglio rappresentativa del «Museo Elba».

I 6000 elbani

Nel 1825, in Firenze, per i tipi di Attilio Tofani, viene stampata un'opera dal titolo:

of the assemblages of skarn silicates accompanying them at Santa Filomena di Rio and Calamita (Tanelli, 1983).

After this outline of the substance and genesis of the «grandioso Elban Mineralogy Museum», let us look at how the Elban Collection of the Mineralogy Section of the Museum of Natural History of the University of Florence (Fig. 8) came to be formed. In terms of the number and quality of specimens, this collection is recognized as the most important and most representative of the «Elba Museum».

The 6000 Elbans

In 1825, a work was published in Florence for the types of Attilio Tofani, entitled: «Particular minerals of Elba Island:

«Minerali particolari dell'isola d'Elba: ritrovati e raccolti dal signor Giovanni Ammannati tenente dei RR. Cacciatori del primo reggimento reale Ferdinando, descritti dal Profess. Dottore Ottaviano Targioni Tozzetti». Ottaviano Targioni Tozzetti (1755-1826) era figlio di Giovanni (1712-1783) e padre di Antonio (1785-1856), la triade di grandi scienziati naturalisti toscani che operarono negli Studi fiorentini, nel R. Museo di Fisica e Storia Naturale di Firenze e nell'Ateneo Pisano per grande parte del XVIII e XIX secolo (Cipriani e Scarpellini, 2007).

discovered and collected by Mr. Giovanni Ammannati, lieutenant in the Royal Hunters of the Ferdinando first royal regiment, described by Prof. Doctor Ottaviano Targioni Tozzetti». Ottaviano Targioni Tozzetti (1755-1826) was the son of Giovanni (1712-1783) and father of Antonio (1785-1856), the triad of great Tuscan naturalists who worked in the Florentine *Studi*, in the Royal Museum of Physics and Natural History of Florence and in the University of Pisa for much of the 18th and 19th centuries (Cipriani and Scarpellini, 2007).

Giovanni's masterpiece remains his monumental «Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana» (Reports on some journeys made in different parts of Tuscany); Antonio, a famous botanist, directed Florence's



Fig. 9 Quarzo in xli ricoperti da una crosta di limonite in limonite. Rio Marina, Elba (Dal *Catalogo delle Collezioni Elbane*, manoscritto da Millosevich). Coll. Foresi. Misure: 13 x 8 x 5 cm. Camp. n. 901 E.

Fig. 9 Quartz in xls covered with a limonite crust in limonite. Rio Marina, Elba (From the *Catalogue of the Elban Collections*, handwritten by Millosevich). Foresi collection. Measurements: 13 x 8 x 5 cm. Spec. n. 901 E.

Il capolavoro di Giovanni restano le sue monumentali «Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana»; Antonio, insigne botanico, diresse il Giardino dei Semplici di Firenze (attuale Orto botanico del Museo di Storia Naturale), e fu sposo di Fanny Rocchivecchi, la nobildonna fiorentina alla quale Giacomo Leopardi dedicò le sue liriche del Ciclo di Aspasia.

Scrivono Ottaviano Targioni Tozzetti, come il Tenente Ammannati fosse stato «guidato da un genio virtuoso di conoscere le bellezze che la Natura ha sparse in generale nella detta Isola [...] e che si prese cura di fare scavare, e di raccogliere, e così far conoscere questi singolari bellezze, che ha trovato in un Masso di granito in uno scopeto a S. Pietro

in Campo in luogo detto Grotta d'Oggi, in un fondo o possessione appartenente al reverendissimo Prete Sig. Raffaello Pisani [...]»

E così, fra l'altro, si incontra per la prima volta un cognome: Pisani, che nelle figure degli elbani Spirito Pisani e cap. Giuseppe Pisani, contribuirono nell'Ottocento a raccogliere e collezionare minerali d'Elba, nonché di quel Gio. Batta Pisani che fu padrino di Luigi Celleri, il «mineralogista elbano» al quale sono riconducibili i ritrovamenti di molti dei campioni delle collezioni Foresi e Roster (Tanelli, 2007).

Nella seconda metà dell'Ottocento, Raffaello Foresi, in una ventina di anni aveva raccolto migliaia di campioni di minerali dell'Elba (Fig. 9). Una collezione speciale di

Garden of Simples (presently the Botanical Garden of the Museum of Natural History) and was married to Fanny Rocchivecchi, the Florentine noblewoman to whom Giacomo Leopardi dedicated his lyrics of the Aspasia Cycle.

Ottaviano Targioni Tozzetti wrote that Lieutenant Ammannati had been: «driven by a virtuous genius to know the beauties that Nature has scattered all over that Island [...] and which he took care to excavate, and to collect, and thusly make known these unusual beauties, which he has found in a Granite mass in a broom field at S. Pietro in Campo in a place called Grotta d'Oggi, on an estate or property belonging to the very reverend Priest Mr. Raffaello Pisani[...]».

And thus we meet for the first time the surname Pisani. It was borne by the Elbans Spirito Pisani and Capt. Gi-

useppe Pisani, who helped collect Elban minerals in the 19th century, as well as by Gio. Batta Pisani, the godfather of Luigi Celleri, the «Elban mineralogist» responsible for the discovery of many of the specimens of the Foresi and Roster collections (Tanelli, 2007).

In the second half of the 19th century, Raffaello Foresi collected thousands of Elban mineral specimens in a period of about 20 years (Fig. 9). It was a special collection of that «small sanctuary of nature», as Iginio Cocchi wrote in a letter published in 1865. And he went on: «and this is borne witness (I will be concise so as not to speak endlessly) by the series of ilvaite rich in crystallographic varieties, the very clear specimens of spessartine and melanite, the octahedral garnet, the polychrome tourmaline, the many forms



Fig. 10 Veduta di Portoferraio risalente al 1890. Al centro, oltre il Ponticello, è visibile l'edificio in cui, fra il 1873 e il 1876, era stato aperto il Museo Foresi. (Coll. privata).

Fig. 10 View of Portoferraio dating to 1890. In addition to «Il Ponticello», the building in which the Foresi Museum was opened between 1873 and 1876 is visible in the centre (private collection).

quel «piccolo santuario della natura», come scrive in una lettera a stampa a Iginio Cocchi pubblicata nel 1865. E prosegue: «E ne fan fede (ne parlo a strappabecco per non essere infinito) la serie dell'ilvaite ricca di varietà cristallografiche, gli esemplari nitidissimi di spessartina e melanite, il granato ottaedrico, le tormaline policrome, le molteplici forme e ibridazioni di ferro oligisto, il castore [o petalite] e il polluce perfettamente cristallizzati, e due varietà di berillo, le quali [...] fuor di modo si differenziano dalle altre del berillo sino al dì d'oggi conosciute» (Foresi, 1865).

Il 20 febbraio 1873, in una palazzina posta un centinaio di metri oltre «Il Ponticello» che scalcava lo stretto braccio di mare che al tempo rendeva la città voluta da Cosimo de' Medici un'isola nell'Isola, veni-

va inaugurato il Museo Foresi (Fig. 10) Nel museo, Raffaello aveva esposto non solo la collezione di minerali, ma anche quella di notevoli manufatti litici e metallici raccolti all'Elba, Pianosa e Montecristo che, per la prima volta, documentavano la frequentazione preistorica e protostorica delle isole dell'Arcipelago. In precedenza la collezione era stata esposta alla Mostra Universale di Parigi del 1867. Alla inaugurazione del Museo Foresi, come possiamo rilevare dalle firme poste nel Registro dei Visitatori, tuttora conservato negli archivi del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze, parteciparono le autorità locali ed una notevole numero di cittadini.

Il Museo era ospitato in uno stabile di proprietà del padre di Raffaello, dopo che erano falliti tutti i tentativi per disporre di

and hybridizations of oligist iron, the perfectly crystallized castorite [or petalite] and pollucite, and two varieties of beryl, which [...] differ markedly from the others of beryl known thus far» (Foresi, 1865).

On 20 February 1873, the Foresi Museum (Fig. 10) was inaugurated in a small building about one hundred metres beyond «Il Ponticello» (the Small Bridge) spanning the narrow strait, which at the time made the city desired by Cosimo de' Medici an island within the Island. In the museum, Raffaello displayed not only the mineral collection but also his collection of remarkable stone and metal artefacts collected on Elba, Pianosa and Montecristo, which, for the first time, documented the prehistoric and protohistoric settle-

ment of the islands of the Tuscan Archipelago. The collection had been exhibited previously at the 1867 Universal Exhibition in Paris. As we can see from the signatures in the Visitors' Register still preserved in the archives of the Museum of Natural History of the University of Florence, the inauguration of the Foresi Museum was attended by the local authorities and a large number of citizens.

The Museum was housed in a building owned by Raffaello's father; after all attempts to obtain a public building to display the collections had failed, even though the collections would have been donated to the Municipality. In fact, a prestigious site for the Foresi Museum had been identified: the Palazzina dei Mulini, Napoleon's residence dur-



Fig. 12 Statua in bronzo di Giuseppe Grattarola – realizzata da A. I. Bortone – posta su un piedistallo di granito dell'Elba, oggi all'ingresso della sezione di Mineralogia del Museo di Storia Naturale (dono della vedova Grattarola e di Giulio Pullè).

Fig. 12 Bronze statue of Giuseppe Grattarola (created by A. I. Bortone) set on a pedestal of Elban granite, now in the entrance to the Mineralogy section of the Museum of Natural History (gift by Grattarola's widow and Giulio Pullè).

of the time visited and praised the Foresi Museum: Lotti, D'Achiardi, vom Rath, Bombici, Bechi, Cocchi, Roster, etc. Indeed, Roster published a note in the Bulletin of the Italian Geological Society which was to be (but unfortunately was not) the first in a series of publications on the Elban minerals.

«Some of these minerals – wrote Roster – were collected by me in my last stay on Elba, others I found as part of the stupendous and unique mineralogical and petrographic collection, collected and ordered with such love and great study by Mr. Raffaello Foresi. It should not be permissible to set foot in the principal city of the Island without visiting this collection, because the natural riches arranged on display

D'Achiardi, vom Rath, Bombici, Bechi, Cocchi, Roster, ... Quest'ultimo pubblica nel Bollettino della Società Geologica Italiana una nota che sarebbe dovuta essere, ma purtroppo non fu, la prima di una serie di pubblicazioni sui minerali elbani.

Alcuni di questi minerali – scrive il Roster – furono da me stesso raccolti nell'ultimo mio soggiorno all'Elba, altri ho trovato far parte della stupenda ed unica collezione mineralogica e petrografia, con tanto amore e sì grande studio raccolta e ordinata dal Sig. Raffaello Foresi. Non dovrebbe essere lecito porre il piede nella città principale dell'Isola, senza visitare questa collezione, perché le ricchezze naturali, ivi in bella mostra schierate, tanto ricreano l'occhio del profano, quanto destan meraviglia e desiderio nell'animo dell'intelligente e dello scienziato [...]. Fra i molti lavori stranieri su l'Isola d'Elba, i migliori son quelli che fecero soggetto di attenta osservazione la grande collezione del Foresi, l'altra meno rilevante del capitano Pisani di S. Piero (Roster, 1876).

Anche il Roster quindi, che nella villa Ottonella e nel suo Orto Botanico trovava il suo «*buen retiro*», aveva iniziato a collezionare campioni di minerali elbani, instaurando con il Foresi uno stretto rapporto di collaborazione e stima. Dopo la morte di Raffaello lo stesso Roster, assieme a Giovan Battista (Bista) Toscanelli (1857-1882) legato all'uomo di cultura elbano da filiale amicizia, rilevarono le concessioni possedute da Foresi per la ricerca di minerali nelle zone di S. Piero e S. Ilario. E «ereditarono» anche la preziosa collaborazione di Luigi Celleri. Con la scomparsa di Raffaello, la famiglia decise di vendere la collezione mineralogica e gli «oggetti antistorici», come il Foresi aveva denominato la sua collezione di manufatti «*dell'età della pietra e del bronzo*»,

in it both delight the eye of the common man and arouse marvel and desire in the mind of the intelligent man and the scientist [...] Among the many foreign studies on Elba Island, the best are those based on careful observation of the large collection of Foresi, and the other less remarkable one of Captain Pisani of S. Piero» (Roster, 1876).

Therefore, Roster, who had found his «*buen retiro*» in Villa Ottonella and in his Botanical Garden, had also begun to collect specimens of Elban minerals, establishing a close relationship of collaboration and respect with Foresi. After Raffaello's death, Roster, together with Giovan Battista (Bista) Toscanelli (1857-1882), who was linked to the learned Elban by a bond of filial friendship, took over

rinvenuti nelle Isole dell'Arcipelago Toscano (Foresi, 1867).

Dopo lunghe trattative condotte da Giorgio Roster, Giuseppe Grattarola (1844-1907) (Fig. 12), professore di mineralogia nell'Istituto di Studi Superiori di Firenze e Paolo Mantegazza (1831-1910) professore di antropologia e etnologia nello stesso Istituto, superando marcate difficoltà finanziarie e grazie ad una fortunata serie di circostanze, non ultime l'interessamento di Iginò Cocchi e Quintino Sella, le collezioni vennero acquistate dall'Istituto fiorentino e nel marzo del 1877 giunsero nei locali de «La Specola» e al «Palazzo Nonfinito» di Firenze. Tre anni dopo la collezione di minerali Foresi, unitamente a tutto il «Museo e Laboratorio di Mineralogia», venne trasferita nella nuova e più idonea sede di Piazza S. Marco, dove ancora oggi è conservata (Cipriani e Poggi, 1994; Cipriani *et al.*, 2010).

Una decina di anni dopo il R. Istituto di Studi Superiori acquistò anche la collezione di minerali elbani raccolta da Giorgio Roster, corredata di sei preziosi libretti nei quali il Roster stesso aveva dettagliatamente descritto tutti i campioni, spesso corredata da bellissimi disegni (Fig. 13).



the concessions possessed by Foresi for the search for minerals in the zones of S. Piero and S. Ilario. And they also «inherited» the valuable collaboration of Luigi Celleri. With Raffaello's passing, the family decided to sell the mineralogical collection and the «antihistoric objects» (as Foresi had called his collection of artefacts «of the age of stone and bronze») found on the islands of the Tuscan Archipelago (Foresi, 1867).

The collections were purchased by Florence's Institute of Advanced Studies after long negotiations conducted by Giorgio Roster, Giuseppe Grattarola (1844-1907) (Fig. 12), professor of Mineralogy in the Florentine Institute, and Paolo Mantegazza (1831-1910), professor of Anthropology and Ethnology in the same Institute. They had to over-

come marked financial difficulties but were blessed by a fortunate series of circumstances, not least the interest of Iginò Cocchi and Quintino Sella. In March 1877, the collections arrived in the rooms of «La Specola» and «Palazzo Nonfinito» in Florence. Three years later, the Foresi mineral collection, along with all the «Museum and Laboratory of Mineralogy», were transferred to the new, more suitable site in Piazza S. Marco, where they are still conserved today (Cipriani and Poggi, 1994; Cipriani *et al.*, 2010).

About 10 years later, the Institute of Advanced Studies also acquired the collection of Elban minerals put together by Giorgio Roster, accompanied by six valuable booklets in which Roster had described all the specimens in detail, often with very lovely drawings (Fig. 13).

Fig. 13 Campione di tormalina (Camp. n. 3991 E) e pagina del libretto dove fu descritta e disegnata da Giorgio Roster.

Fig. 13 Tourmaline specimen (Spec. n. 3991 E) and page of the booklet in which it was described and drawn by Giorgio Roster.

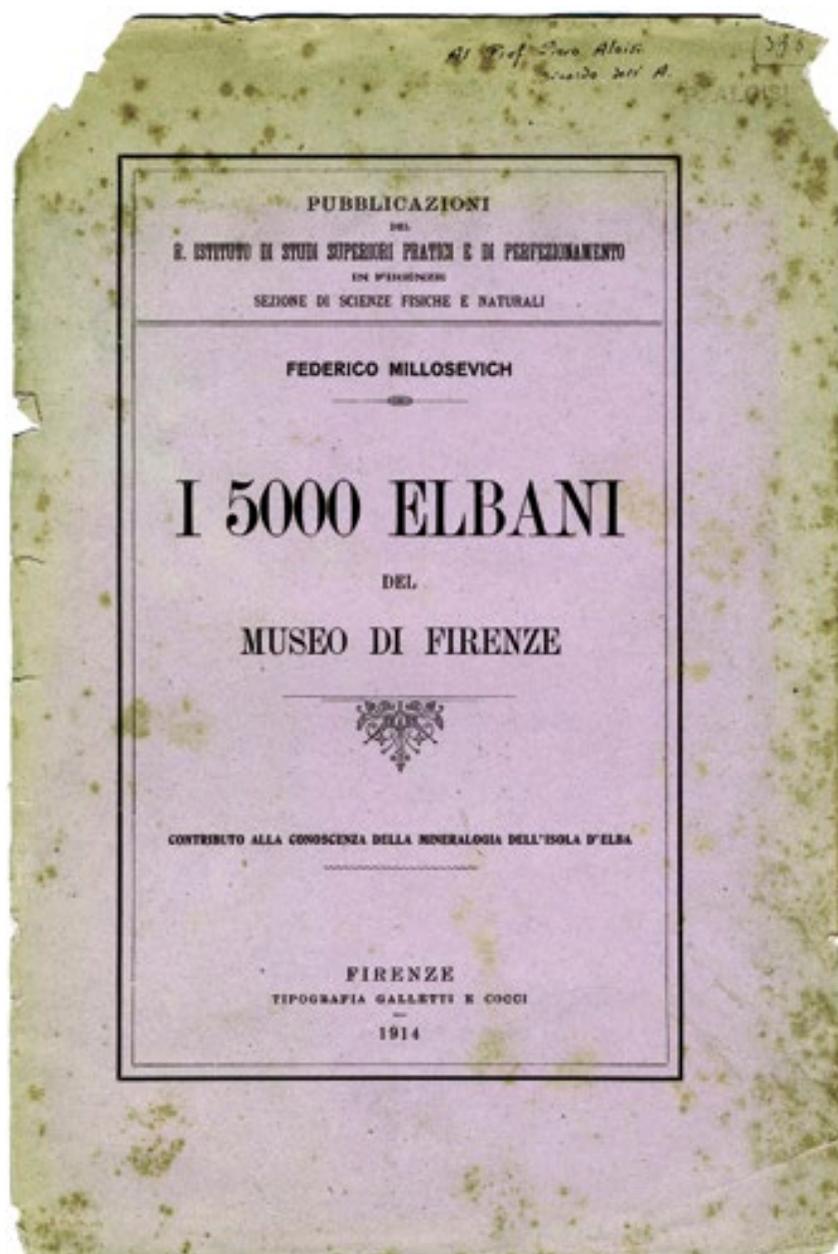


Fig. 14 Frontespizio de *I 5000 Elbani del Museo di Firenze* di Federico Millosevich (1914).

Fig. 14 Title page of the *The 5000 Elbans of the Museum of Florence* by Federico Millosevich (1914).

Nel 1914 Federico Millosevich (1875-1942), succeduto a Grattarola nella cattedra e nella direzione del Museo e Laboratorio di Mineralogia, pubblica un catalogo ragionato della collezione elbana conservata nel Museo dal titolo: *I 5000 elbani* (Fig. 14).

In effetti, come rilevano Cipriani e Poggi (1994): «I 5000 elbani erano in realtà 4966, così ripartiti fra le varie raccolte: Foresi 2553, Roster 1467, Antico Magazzino 717, Pisani

In 1914, Federico Millosevich (1875-1942), Grattarola's successor in the chair and directorship of the Museum and Laboratory of Mineralogy, published a catalogue raisonné of the Elban collection housed in the Museum entitled: *The 5000 Elbans* (Fig. 14). However, as Cipriani and Poggi (1994) reported, «The 5000 Elbans were in reality 4966, divided thusly among the various collections: Foresi 2553, Roster 1467, Old Storeroom 717, Pisani 151, others 67». Millosevich used the name Old Storeroom to indicate the specimens already pre-

151, altri 67». Con il nome di Antico Magazzino il Millosevich aveva indicato i campioni già presenti nell'antico R. Museo di Fisica e Storia Naturale, fra i quali è possibile che fossero (e siano) presenti i campioni raccolti nel Seicento da Niccolò Stenone e nei primi dell'Ottocento da Giovanni Ammannati. I campioni raggruppati sotto la dizione Pisani, riguardano i minerali forniti dal raccoglitore Spirito Pisani e quelli acquisiti dalla collezione del Capitano Giuseppe Pisani.

Dalla pubblicazione del lavoro di Millosevich, il numero di campioni della collezione elbana è aumentato sensibilmente. Vari campioni sono stati scambiati con numerosi Musei naturalistici del Mondo, altri sono stati acquistati o donati al Museo fiorentino, con un bilancio che porta a 6312 i campioni della «Collezione elbana» (Tab 1).

Belle collezioni dei minerali elbani sono conservate nei Musei mineralogici della Università di Pisa e della Federico II di Napoli e nel Museo Civico di Storia Naturale di Milano. All'Elba degne di particolare nota sono le collezioni «Erisia Gennai Tonietti» e «Alfeo Ricci», esposte rispettivamente a Rio Marina e Capoliveri nel contesto delle iniziative del Parco Minerario e Mineralogico dell'Isola d'Elba.

Oggi è sempre più manifesta l'esigenza di rendere compatibili i nostri bisogni e le nostre attività con i limiti e le fragilità geologiche e biologiche del Mondo in cui viviamo. Questa esigenza, affinché possa essere concretizzata con adeguate scelte politiche ed economiche comporta la diffusione sociale della cultura ecologica. Un potente mezzo per raggiungere questo scopo è quello di mostrare ed illustrare le meraviglie del mondo naturale che ci circonda. Con questo fine e nel tema di questo scritto, una riedizione del lavoro di Millosevich, dovrebbe intitolarsi «I 6000 elbani». Magari aggiungendo un sottotitolo: «le bellezze e le diversità di uno splendido giardino del Pianeta Terra».

sent in the ancient Royal Museum of Physics and Natural History, which may have included (and may still include) the specimens collected in the 17th century by Nicolas Steno and in the early 19th century by Giovanni Ammannati. The specimens grouped under the heading Pisani concern the minerals provided by the collector Spirito Pisani and those acquired from the collection of Captain Giuseppe Pisani.

Since the publication of Millosevich's catalogue, the number of specimens in the Elban collection has markedly

Tabella I. I minerali della «Collezione Elbana» | Table I. The minerals of the "Elban Collection".

Minerale	Minerals	numero campioni No. specimens
Ematite	Haematite	933
Tormalina*	Tourmaline*	656
Ortoclasio	Orthoclase	629
Pirite	Pyrite	555
Quarzo	Quartz	545
Calcite	Calcite	320
Goethite + Lepidocrocite + Limonite**	Goethite + Lepidocrocite + Limonite**	306
Berillo	Beryl	230
Ilvaite	Ilvaite	178
Stilbite	Stilbite	162
Magnetite	Magnetite	128
Opale	Opal	122
Petalite	Petalite	88
Pollucite	Pollucite	87
Epidoto	Epidote	82
Grossularia	Grossular	75
Albite	Albite	73
Spessartina	Spessartine	66
Lepidolite	Lepidolite	56
Cassiterite	Cassiterite	52
Malachite	Malachite	50
Altri	Others	945
Actinolite, Almandino, Alunogeno, Analcime, Anatasio, Andalusite, Andradite, Anortite**, Antigorite, Antracite, Apatite, Aragonite, Arsenopirite, Atacamite, Azzurrite, Baritina, Bertrandite, Biotite**, Bismoclite, Bismutinite, Bismuto, Bonattite, Bornite, Braunite, Brochantite, Brucite, Bustamite, Calcantite, Calcopirite, Caolinite, Cerussite, Cervantite, Chabasite, Clinocloro, Clinozoisite, Clorite**, Connellite, Cookeite, Copiapite, Cordierite, Crisocolla, Crisotilo, Cuprite, Dachiardite, Diopside, Diopside, Dolomite, Dufrenite, Epidoto, Epsomite, Eritrite, Euxenite, Farmacosiderite, Feldspato**, Ferrocolumbite, Ferrosaidrite, Ferropargasite, Fluorapatite, Fluorite, Forsterite**, Galena, Gesso, Granato, Greigite, Halloysite, Halotrichite, Hastingsite, Hedenbergite, Heulandite, Huebnerite, Idromagnesite, Ilmenite, Iperstene, Jarosite, Johannsenite, Kroehnkite**, Labradorite, Loellingite, Magnesite, Manganite, Manganocolumbite, Manganotantalite, Melanterite, Microlite, Minguzzite, Mizzonite**, Molibdenite, Mordenite, Muscovite, Natrojarosite, Oligoclasio, Orneblenda, Pickeringite, Pirolusite, Pirosseno**, Pirrotina, Plumbogummite, Prehnite, Psilomelano**, Rame, Rodocrosite, Rodonite, Rutilo, Salgemma, Sanidino, Scheelite, Sepiolite, Serpentino**, Sferalite, Sferocobaltite, Siderite, Spinello, Stibina, Strueverite**, Strunzite, Talco, Titanite, Topazio, Tremolite, Vesuvianite, Wollastonite, Zircone, Zoisite, Zolfo	Actinolite, Almandine, Alunogen, Analcime, Anatase, Andalusite, Andradite, Anorthite**, Antigorite, Anthracite, Apatite, Aragonite, Arsenopyrite, Atacamite, Azurite, Baryte, Bertrandite, Biotite**, Bismoclite, Bismuthinite, Bismuth, Bonattite, Bornite, Braunite, Brochantite, Brucite, Bustamite, Chalcantite, Chalcopyrite, Kaolinite, Cerussite, Cervantite, Chabasite, Clinoclone, Clinozoisite, Chlorite**, Connellite, Cookeite, Copiapite, Cordierite, Chrysocolla, Chrysotile, Cuprite, Dachiardite, Diopside, Diopside, Dolomite, Dufrenite, Epidote, Epsomite, Erythrite, Euxenite, Pharmacosiderite, Feldspar**, Ferrocolumbite, Ferrohexahydrite, Ferropargasite, Fluorapatite, Fluorite, Forsterite**, Galena, Gypsum, Garnet, Greigite, Halloysite, Halotrichite, Hastingsite, Hedenbergite, Heulandite, Huebnerite, Hydromagnesite, Ilmenite, Hypersthene, Jarosite, Johannsenite, Kroehnkite**, Labradorite, Loellingite, Magnesite, Manganite, Manganocolumbite, Manganotantalite, Melanterite, Microlite, Minguzzite, Mizzonite**, Molybdenite, Mordenite, Muscovite, Natrojarosite, Oligoclase, Horneblende, Pickeringite, Pyrolusite, Pyroxene**, Pyrrhotite, Plumbogummite, Prehnite, Psilomelane**, Copper, Rhodochrosite, Rhodonite, Rutilo, Halite, Sanidine, Scheelite, Sepiolite, Serpentine**, Sphalerite, Sphaerocobaltite, Siderite, Spinel, Stibnite, Strueverite**, Strunzite, Talc, Titanite, Topaz, Tremolite, Vesuvianite, Wollastonite, Zircon, Zoisite, Sulphur	

* Le tormaline sono essenzialmente rappresentate da elbaite e schorlo | Tourmalines are mainly elbaite and schorl

** Specie non più ritenute valide dall'IMA | These species are no longer considered valid by IMA

Sono elencate le specie rappresentate da almeno 50 campioni | This list contains only those species represented by at least 50 specimens

increased. Various pieces were exchanged with numerous natural history museums throughout the world, while others were purchased or donated to the Florentine Museum, so that the number of specimens in the «Elban Collection» has now reached 6312 (Tab. 1).

Beautiful collections of Elban minerals are also conserved in the mineralogy museums of the Universities of Pisa and Naples «Federico II» and in the Civic Museum of Natural History of Milan. On Elba, the «Erisia Gennai Tonietti» and «Alfeo Ricci» collections are noteworthy, exhibited respectively in Rio Marina and Capoliveri as part of the initiatives of the Elba Island Mining and Mineralogy Park.

The necessity to make our needs and activities compatible with the limits and geological and biological fragilities of the world in which we live is increasingly apparent today. This behavioural change must involve the social dissemination of an ecological culture if it is to be made concrete by adequate political and economic choices. A potent means to achieve this goal is the exhibition and illustration of the wonders of the natural world surrounding us. To this purpose and in the theme of this article, a new edition of Millosevich's work should be entitled: «The 6000 Elbans», perhaps with a subtitle: «the beauties and diversities of a splendid garden of Planet Earth».



Fig. 1

Collezioni e collezionisti

Collections and collectors

Luisa Poggi, Giovanni Pratesi, Luca Bindi

Premessa

Il legame che sussiste tra collezionisti, collezioni e musei è alquanto profondo. Forse, più di quanto si possa immaginare. Possiamo asserire, senza timore di essere smentiti, che non esisterebbero collezioni se non esistessero i collezionisti e che non esisterebbero musei se non esistessero le collezioni; parimenti, possiamo aggiungere che qualunque collezione degna di rilievo confluirà, prima o poi, in tutto o in parte, in un museo.

Ebbene, questa serie di rapporti – che talora assume un certo grado di complessità – può essere decifrata compiutamente se il materiale presente nelle collezioni viene opportunamente classificato e catalogato.

La catalogazione di una collezione, dunque, rappresenta non solo lo strumento principale per la trasmissione delle conoscenze e dei saperi ma anche un prezioso mezzo

attraverso il quale ricostruire e approfondire la storia dei singoli reperti. Una collezione naturalistica, così come ogni singolo oggetto che la compone, è sicuramente testimone di una «storia naturale» che lo studioso potrà esplorare ed estrarre; tuttavia, quello stesso oggetto avrà anche un'altra storia – del tutto complementare a quella «naturale» – che è legata a un'articolata serie di operazioni che vanno dal rinvenimento alla classificazione per arrivare, attraverso un'apposita preparazione, all'inserimento nella collezione e, infine, all'esposizione. Ma la storia collezionistica del nostro reperto può anche continuare, giacché, spesso, il reperto può passare di collezione in collezione e le collezioni stesse possono essere alienate e subire diversi passaggi di proprietà. Dunque il catalogo, che è il frutto della catalogazione, costituisce il suggello di una collezione poiché un insieme di oggetti che non sia de-

Foreword

The bond among collectors, collections and museums is quite deep, perhaps more than one might imagine. We can say, without fear of contradiction, that there would be no collections if there were no collectors and there would be no museums if there were no collections. Likewise, we can add that any collection worthy of note will sooner or later end up, wholly or partly, in a museum.

Well, this series of relationships – which sometimes takes on a certain degree of complexity – can be fully deciphered if the material in the collections is properly classified and catalogued. Hence, the cataloguing of a collection is not only the main instrument for the transmission of information and knowledge, but also a valuable means to reconstruct and study the history of the individual specimens. A natu-

ralistic collection, like every single object in it, is testimony of a «natural history» the scholar will be able to explore and extract; nevertheless, that same object will also have another history (entirely complementary to the «natural» one) which is linked to a complex series of operations, i.e. its discovery, its classification, its inclusion in the collection after special preparation, and finally its display. But the collecting history of the specimen may continue, since it may pass from collection to collection and the collections themselves can be sold or exchanged and undergo several changes of ownership. Thus, the catalogue (the fruit of the cataloguing procedure) is the mark of a collection, because a set of objects not duly catalogued should not even qualify as a collection, often being merely a simple gathering together of pieces.

Let us analyse briefly the evolution in time of the criteria by which the museum catalogues were realized. The

Fig. 1 Collezione Piccolomini-Pratesi: crocoite. Dundas, miniera Adelaide, Tasmania, Australia. Misura: 10 x 5 x 14 cm. Camp. n. G47763.

Fig. 1 Piccolomini-Pratesi collection: crocoite. Dundas, mine, Adelaide, Tasmania, Australia. Measurements: 10 x 5 x 14 cm. Spec. n. G47763.



Fig. 2 Cristalli di sfalerite su matrice. Miniera del Bottino, Alpi Apuane, Lucca. Dono del Prof. Vegni. Misure: 12 x 5 x 5 cm. Camp. n. G63597.

Fig. 2 Sphalerite crystals on matrix. Bottino mine, Apuan Alps, Lucca. Donation by Prof. Vegni. Measurements: 12 x 5 x 5 cm. Spec. n. G63597.

bitamente catalogato non dovrebbe neppure beneficiare dello status di collezione, trattandosi spesso di una semplice raccolta.

Analizziamo allora, brevemente, l'evoluzione che hanno subito nel tempo i criteri con cui i cataloghi sono stati realizzati.

I cataloghi antichi delle collezioni mineralogiche – risalenti al 1793, al 1820 e al 1844 – furono stilati seguendo un criterio espositivo-topografico, descrivendo le raccolte passando di sala in sala. Grattarola, a fine '800, cercò di adottare un metodo più versatile e, nella sua *Guida e pianta al Museo e laboratorio di Mineralogia* del 1881, accennò a un catalogo a schede mobili, dove gli esemplari potessero essere ordinati col criterio preferito. Purtroppo solo una piccola parte di queste schede è stata, ad oggi, ritrovata.

È importante notare che nel 1943 Carobbi iniziò la stesura di un nuovo catalogo, che ebbe funzioni anche di inventario: vennero dappr-

ma inseriti, in ordine sistematico, gli esemplari di quella che ora viene definita «Collezione Generale», quindi quelli della «Collezione metalli preziosi, gemme e pietre lavorate» ed infine quelli della «Collezione regionale italiana». La scelta compiuta da Carobbi rispose a criteri di razionalità e funzionalità ma provocò inevitabilmente lo smembramento catalografico delle collezioni acquisite negli ultimi anni, come la Ciampi o la Racah. Fino alla fine degli anni '70 del Novecento non si registrarono consistenti acquisizioni; tuttavia, gli esemplari entrati in Museo negli anni successivi – talora come collezioni di migliaia di campioni – vennero aggiunti in coda al catalogo/inventario di Carobbi. Quindi, dal 1943, non esistono più registrazioni strutturate in base alle diverse collezioni bensì un inventario generale. Oggi, con le possibilità offerte dall'informatica, è però possibile incrociare i dati per ricostruire l'unità catalografica delle singole collezioni, indipendentemente dalla loro posizione nel catalogo/inventario.

In pratica, allo stato attuale, esiste un unico inventario. Tutti gli esemplari possono essere considerati in ordine sistematico o per collezione d'origine, oppure ancora per provenienza geografica.

Merita anche sottolineare l'adozione, avvenuta nel 2011, dello standard catalografico ministeriale (ICCD) per i Beni Naturalistici che prevede la presenza di tre distinte schede catalografiche da dedicare ad altrettante tipologie di beni naturalistici: scheda BNM, mineralogia; scheda BNPE, petrologia; scheda BNPL, planetologia (meteoriti), oltre alle schede adottate per la collezione medicea di pietre lavorate (scheda OA).

ancient catalogues of the mineralogical collections, dating to 1793, 1820 and 1844, were compiled according to an exhibitional-topographical criterion, describing the collections room by room. At the end of the 19th century, Grattarola tried to adopt a more versatile method and, in his 1881 «Guide and Map of the Museum and Laboratory of Mineralogy», he mentioned a moving card catalogue where the specimens could be ordered with the desired criteria. Unfortunately, only a small number of these cards have been found to date.

It is important to note that Carobbi began drafting a new catalogue in 1943, which also acted as an inventory: the first to be included, in systematic order, were specimens of what is now called the «General Collection», followed by those of the «Collection of precious metals, gemstones and hardstone carvings» and finally those of the «Regional Italian Collection». Carobbi's choice responded to crite-

ria of rationality and functionality, but inevitably led to the catalographic dismemberment of the collections acquired in recent years, such as the Ciampi or Racah collection. Significant acquisitions were not registered until the end of the 1970s, although the specimens entering the museum in the following years (sometimes as collections of thousands of pieces) were appended to the Carobbi catalogue/inventory. Thus, since 1943, registrations are no longer structured according to the different collections but rather in a general inventory. Today, with the possibilities offered by informatics, it is possible to cross-reference the data to reconstruct the cataloguing unity of the individual collections, regardless of their position in the catalogue/inventory. In practice, there is now a single inventory, although all the specimens can be considered in systematic order or by original collection, or even by geographical origin.

We should also mention the adoption in 2011 of the

Andiamo adesso ad esaminare alcune fra le più importanti collezioni presenti nella Sezione di Mineralogia e Litologia del Museo di Storia Naturale.

Occorre comunque considerare che oltre alle collezioni già prese in esame in altri capitoli di questo volume (vedi, ad esempio, Fantoni e Poggi «Dal Gabinetto di Mineralogia al Museo di Storia Naturale» e Tanelli e Poggi «La collezione elbana» per quanto concerne le Collezioni Foresi e Roster) e a quelle che verranno di seguito illustrate, esistono moltissimi esemplari – mai appartenuti precedentemente ad alcuna collezione – che sono entrati singolarmente nel Museo attraverso varie forme di acquisizione (dono, ritrovamento, scambio, acquisto) (Fig. 2).

Per quanto concerne gli acquisti effettuati in mostre-mercato a partire dagli anni '80, questi saranno esaminati alla fine del presente capitolo.

Per altri esemplari, di cui alcuni anche pregevoli (Figg. 3, 4), non si hanno invece notizie precise in merito al tipo di acquisizione e alla data di ingresso nel Museo.

Collezione Racah

Da Ciampi (1927), nella commemorazione della figura dell'Ing. Racah appena scomparso, apprendiamo che Adriano Racah, nato a Livorno nel 1867, si laureò in Ingegneria Industriale a Torino nel 1889 e successivamente in Giurisprudenza nel 1897. Fino dalla sua costituzione, fece parte del Consiglio di Amministrazione della Società degli Alti Forni di Piombino e quindi fu Amministratore delegato della Società Toscana di Industrie

standard ministerial cataloguing method (ICCD) for naturalistic materials, involving the presence of three distinct cataloguing forms dedicated to the three types of naturalistic materials: BNM form, mineralogy; BNPE form, petrology; BNPL form, planetology (meteorites). Moreover, there is a form adopted for the Medici collection of hardstone carvings (OA form).

Let us now examine some of the most important collections in the Mineralogy and Lithology section of the Museum of Natural History. It should be noted, however, that, in addition to the collections already considered in other chapters of this volume (e.g. Fantoni and Poggi «From Laboratory of Mineralogy to Museum of Natural History» and Tanelli and Poggi «The Elban collection «with regard to the Foresi and Roster collections) and those to be described below, there are many specimens which never belonging



Fig. 3



Fig. 4

to any collection and entered the museum individually via various forms of acquisition (donation, discovery, exchange, purchase) (Fig. 2). The purchases made in trade shows since the early 1980s will be examined at the end of this chapter. However, for other specimens, some of which are quite valuable (Figs. 3, 4), we do not have precise information about the type of acquisition or the date of entry into the museum.

Racah Collection

From Ciampi's commemoration of Engineer Adriano Racah (Ciampi, 1927), who had just passed away, we learn that Racah was born in Livorno in 1867 and graduated in Industrial Engineering in Turin in 1889 and in Law in 1897. He was a member of the Board of Directors of the Società degli Alti Forni of Piombino since its establishment, and

Fig. 3 Cristalli di stibina nel caratteristico abito aciculare. Kremnitz, Repubblica Slovacca. Tipo di acquisizione: ignota. Misure: 10 x 8 x 8 cm. Camp. n. G50447.

Fig. 4 Oro nativo con abito laminare. Transilvania, Romania. Tipo di acquisizione: ignota. Misure: 4 x 3 x 2 cm. Camp. n. G48565.

Fig. 3 Stibnite crystals in the characteristic acicular habit. Kremnitz, Slovakia. Type of acquisition: unknown. Measurements: 10 x 8 x 8 cm. Spec. n. G50447.

Fig. 4 Native gold with laminar habit. Transilvania, Romania. Type of acquisition: unknown. Measurements: 4 x 3 x 2 cm. Spec. n. G48565.



Fig. 5 Collezione Racah: rame con malachite, Calabona, Alghero (SS). Misure: 11 x 5 x 2 cm. Camp. n. G61791.

Fig. 5 Racah collection: copper with malachite, Calabona, Alghero (Sassari). Measurements: 11 x 5 x 2 cm. Spec. n. G61791.

Agricole e Minerarie e si interessò ai giacimenti di ferro sardi della Nurra. Dal 1910 dedicò la sua attività alla miniera di Calabona (Alghero), che, non più sfruttata per lo zinco, divenne produttiva per il rame. Racah morì improvvisamente a Padova nel 1927.

Il nome Racah si trova più volte anche nell'inventario redatto da Carobbi nel 1943, in qualità di fornitore. Nel caso di 6 esemplari la dizione è «dono Racah 1915», mentre per ben 116 campioni la voce è «dono eredi Racah». Per il dono del 1915 si tratta di cin-

que campioni di rame e uno di azzurrite per complessive 61 lire, un dono tutto sommato modesto. Invece il dono degli «eredi Racah» è stato molto più consistente, con una raccolta pregevolissima incentrata prevalentemente su minerali di rame, soprattutto covelline e azzurriti, per un valore complessivo di 14.005,50 lire. A conferma dell'importanza scientifica ed estetica dei campioni, basta guardare le quotazioni di qualche esemplare: a tre covelline è assegnato il valore di 2000, 1250 e 1000 lire e ancora, a quota 500 lire,

then was managing director of the Società Toscana di Industrie Agricole e Minerarie, which devoted much attention to the Sardinian iron ore deposits of Nurra. From 1910, he focused his activity on the Calabona mine (Alghero), which, no longer used for zinc mining, became a productive copper mine. Racah died unexpectedly in Padua in 1927.

The Racah name appears several times as a supplier in the inventory compiled by Carobbi in 1943. For six specimens, the phrase is «donation Racah 1915», while «donation Racah heirs» appears for 116 specimens. The 1915 donation involves five specimens of copper and one of azurite for a total of 61 lire, all in all a small gift. In contrast, the donation by the «Racah heirs» was much more substantial, consisting of a very valuable collection centred mainly on copper minerals, especially covellites and azurites, for a total of 14,005.50 lire. The scientific and aesthetical importance of the specimens is confirmed by the values of some of the specimens: values of 2000, 1250 and 1000 lire are indicated for three covellites, while a value of 500 lire is

given for each of two covellites and two azurites. A lower value was attributed to the other minerals in the collection: malachites, phosgenites, anglesites, smithsonites and cerussites make up ca. 50 specimens reaching a maximum value of 150 lire, although most of them are marked with values of 10-25 lire.

Except for six specimens, of which four from Tuscany, one from Valle d'Aosta and one (native gold) from Australia, all the specimens are Sardinian. Thus, the copper minerals from Alghero and the lead and zinc ones from Monteponi form a splendid regional collection (Fig. 5).

The phrase reported in a 1913 work by Ernesto Manasse is rather enigmatic: «I am indebted to the kindness of Engineer Adriano Racah, to whom I publicly address my warmest thanks, for a beautiful and rich collection of minerals from Calabona, S-SE of Alghero in Sardinia. They are minerals of copper, zinc, manganese, iron, all of which I have been studying for some time[...]». The enigma arises from the consideration that the beautiful and rich collec-

sono altre due covelline e due azzurriti. Agli altri minerali presenti nella raccolta fu attribuita una valutazione minore: malachiti, fosgeniti, anglesiti, smithsoniti, cerussiti si ritrovano in una cinquantina di campioni che, al massimo, raggiungono quota 150 lire, ma in maggioranza sono indicati con valori di 10-25 lire.

A parte sei campioni –quattro dalla Toscana, uno dalla Valle d'Aosta e uno (oro nativo) dall'Australia – tutti gli esemplari sono sardi; i minerali di rame provenienti da Alghero e quelli a piombo e zinco da Montepioni concorrono quindi a formare una splendida raccolta regionale (Fig. 5).

Piuttosto enigmatica è la frase riportata in un lavoro di Ernesto Manasse del 1913, dove si recita testualmente: «debbo alla gentilezza dell'ing. Adriano Racah, cui rivolgo pubblicamente i miei più vivi ringraziamenti, una bella e ricca collezione di minerali di Calabona, a S-SE di Alghero in Sardegna. Sono minerali di rame, di zinco, di manganese, di ferro, dei quali tutti già da qualche tempo ho intrapreso lo studio [...]». L'enigma nasce dalla considerazione che la bella e ricca collezione difficilmente poteva essere composta dai soli sei campioni donati direttamente dal Racah, mentre appare impossibile che la frase si riferisca alla donazione della collezione «eredi Racah» i quali sono evidentemente divenuti eredi solo dopo la morte del Racah stesso, che avviene quattordici anni dopo la pubblicazione di Manasse. Nella collezione citata da Manasse compaiono: 45 esemplari di covellina, 27 di azzurrite, 6 di malachite, 5 di anglesite, 5 di rame, 4 di smithsonite, 3 di fosgenite, 3 di cerussite e altri campioni.

Comunque, anche la collezione Racah non rimase immune, nell'immediato secondo dopoguerra, dalla pesante falcidia effettuata ai danni delle collezioni sarde (vedi paragrafi seguenti) per poter procedere a scambi con altro materiale. Dalla collezione Racah furono prelevati solo sei campioni, ma fra i più belli: quattro covelline valutate 3750 lire – comprese le due più prestigiose – oltre ad una malachite per 150 lire e la sola cuprite esistente (valutata 40 lire). Sono sei campioni su 122 ma per un valore, all'epoca, di 3940 lire, cioè quasi un terzo del totale.

Comunque, anche la collezione Racah non rimase immune, nell'immediato secondo dopoguerra, dalla pesante falcidia effettuata ai danni delle collezioni sarde (vedi paragrafi seguenti) per poter procedere a scambi con altro materiale. Dalla collezione Racah furono prelevati solo sei campioni, ma fra i più belli: quattro covelline valutate 3750 lire – comprese le due più prestigiose – oltre ad una malachite per 150 lire e la sola cuprite esistente (valutata 40 lire). Sono sei campioni su 122 ma per un valore, all'epoca, di 3940 lire, cioè quasi un terzo del totale.

Collezione Magistero

I dati e le informazioni principali su questa collezione derivano da un'accurata indagine compiuta nell'Archivio Storico dell'Università degli Studi di Firenze.

Nel 1929 il Ministero della Pubblica Istruzione interessò il Rettore dell'Università di Firenze alla cessione del materiale museale esistente presso il Regio Istituto Superiore di Magistero di Firenze. Infatti non aveva più senso mantenere in quella sede il museo naturalistico esistente, dal momento che l'Istituto di Magistero non conferiva più i diplomi di abilitazione all'insegnamento delle Scienze Naturali, come invece avveniva in precedenza.

Nel giro di due mesi, il 21 marzo, l'Università dichiarò formalmente di accettare il materiale ed infine il 22 aprile il Ministero autorizzò il «temporaneo trasferimento» del materiale all'Università. L'effettivo trasferi-

tion could hardly be composed of only the six specimens donated directly by Racah, whereas it seems impossible that the phrase refers to the donation of the collection by the «Racah heirs», who obviously became the heirs only after the death of Racah himself, which occurred 14 years after the publication by Manasse. The collection cited by Manasse includes: 45 specimens of covellite, 27 of azurite, 6 of malachite, 5 of anglesite, 5 of copper, 4 of smithsonite, 3 of phosgenite, 3 of cerussite plus other specimens.

In the period after World War II, not even the Racah collection remained immune to the reduction of the Sardinian collections (see the following sections) due to exchanges for other material. Only six specimens were taken from the Racah collection, but they were some of the most beautiful ones: four covellites valued at 3750 lire (including the two most prestigious ones), as well as a malachite for 150 lire and the only existing cuprite (valued at 40 lire). They are six specimens out of 122 but valued at the time at 3940 lire, nearly one third of the total.

Magistero Collection

The main data and information about this collection come from a thorough investigation carried out in the University of Florence's Historical Archive.

In 1929, the Ministry of Education interested the chancellor of the University of Florence in the transfer of the museum material held in the Royal Institute of Education in Florence. In fact, there was no longer any reason to maintain the existing natural history museum there since the Institute of Education no longer conferred diplomas to teachers of the Natural Sciences. Two months passed and on 21 March the university formally declared its acceptance of the material. On 22 April, the Ministry authorized the «temporary transfer» of the material to the university. The actual transfer took place, however, only on 18 February 1930 with the signature placed on the list of the material, which for Mineralogy consisted in the collection of minerals, crystallographic models and instruments.

mento avvenne però solo il 18 febbraio 1930 con la firma apposta sull'elenco del materiale, che per la Mineralogia era la collezione di minerali, di modelli cristallografici e di una serie di strumenti.

I modelli cristallografici erano, in totale, 39 in vetro e 153 in legno, ripartiti fra i vari sistemi cristallini. Interessante la collezione di «modelli di gemme», tutti in vetro, conservata in 4 scatole di varie dimensioni: la prima racchiude un grosso modello di diamante grezzo, leggermente giallognolo di forma ottaedrica con faccette di triacisottaedro molto smussate; una seconda scatola illustra 10 diversi tipi di taglio del brillante, mentre la terza contiene i modelli di 4 diamanti celebri; la quarta, infine, conserva 40 modelli con forme e colori assolutamente analoghe a pietre preziose o semipreziose.

I più importanti strumenti erano un microscopio Fuess, un goniometro e un polariscopio, oltre a due macchine per tagliare e «disciare» le sezioni.

I minerali grezzi sono divisi in una «collezione di minerali» di 363 esemplari e in una di «caratteri fisici» costituita da 102 campioni, per un totale di 465 pezzi, di cui oggi se ne rintracciano 451, senza che sia possibile accertare il motivo e il momento della discrepanza che, probabilmente, risale al momento della consegna.

Visto lo scopo originario della collezione, è scontata la raccolta didattica denominata

«caratteri fisici», utile per dimostrare le proprietà fisiche dei minerali, come la lucentezza, il colore, la trasparenza e l'opacità, le «azioni» elettriche, magnetiche e termiche, la durezza, l'elasticità, la frattura e sfaldatura, la «struttura» (ossia l'aspetto e consistenza), per finire poi con le «azioni organoleptiche», come odore e sapore.

Curiosa è la classificazione usata per la «collezione di minerali», illustrata da Cipriani *et al.* (2011):

La I Classe «Elementi» comprende tre Ordini (metalloidi, metalli fragili e metalli pesanti). La II «Lampridi» (ossia solfuri) è ripartita in quattro Ordini (piritoidi, galenoidi, tetraedriti, blenda). La III Classe «Ossidi» è rappresentata da cinque Ordini (idroidi, leucossidi – comprendente il Gruppo quarzo –, stibossidi, ocre, ematiti). La IV Classe «Spinelloidi» è formata dal solo spinello, mentre la V Classe è enorme: pur essendo denominata semplicemente «Silicati» comprende quattro Ordini (borati, carbonati, silicidi – formati da sette Gruppi, olivina, pirosseni, ecc. –, idrosilicati con sei Gruppi, argilla, miche, ecc.). La VI Classe «Nitroidi» presenta due soli Ordini (fosfati e farmacoliti), la VII «Gessoidi» si ripartisce in tre Ordini (solfati, allumosolfati, tungstati) e infine l'VIII Classe «Haliti» è molto varia comprendendo ben sei Ordini diversissimi fra loro (kerati, halati, fluoridi, sali organici, resine e bitumi).

In complesso, la collezione mineralogica aveva un valore di inventario di L. 2600,70,

The 39 glass and 153 wooden crystallographic models were divided among the various crystal systems. The interesting collection of glass «models of gemstones» is conserved in four boxes of various sizes: the first one contains a large model of a rough diamond, slightly yellowish with vaguely octahedral habit and very blunt facets of a triakis octahedron; a second box illustrates ten different kinds of brilliant cut; a third contains models of four famous diamonds; the fourth includes 40 models with shapes and colours absolutely analogous to those of precious and semi-precious stones.

The most important instruments were a Fuess microscope, a goniometer and a polariscope, as well as two machines to cut and «smooth» sections.

The crude minerals are divided into a «collection of minerals» formed by 363 specimens and a collection of «physical characteristics» consisting of 102 specimens, for a total of 465 specimens. Today, 451 specimens remain and it is impossible to ascertain the reason for or the time of the discrepancy, which probably dates to the moment of delivery.

The presence of the specimens representing «physical characteristics» is obvious given the original purpose of the collection. They are useful to show the brightness,

colour, transparency and opacity, the electrical, magnetic and thermal «actions», the hardness, elasticity, fracture and cleavage, the «structure» (i.e. appearance and texture), and finally the «organoleptic actions» such as taste and odour.

The classification used for the «collection of minerals», illustrated by Cipriani *et al.* (2011), is curious:

«Class I «Elements» includes three orders (metalloids, fragile metals and heavy metals). Class II «Lampridi» (i.e. sulphides) is divided into four orders (pyritoids, galenoids, tetraedrites, sphalerite). Class III «Oxides» is represented by five orders (hydroids, leucoxides [including the quartz group], stiboxides, ochres, hematites). Class IV «Spinelloids» is formed by only two orders, while Class V is enormous: although simply called «Silicates», it includes four orders (borates, carbonates, silicides [formed by seven groups, olivine, pyroxenes, etc.], hydrosilicates [with six groups, clay, mica, etc.]). Class VI «Nitroids» has only two orders (phosphates and pharmacolites), while Class VII «Gessoids» is divided into three orders (sulphates, alumosulphates, tungstates). Finally Class VIII «Halites» is quite variable, including six very diverse orders (kerates, halates, fluorides, organic salts, resins and bitumens).»

in buona parte dovuto (L. 1000) ad un solo campione di agata per il quale non si conosce la località di rinvenimento; è un blocco con dimensioni 18x6x7 cm lucidato su una porzione quasi piana, oggi inventariato al n. 13450. Gli altri campioni hanno il valore di pochi centesimi, con un valore medio esattamente di 1 lira.

Osservando i campioni in magazzino è risultata chiara la differenza di valutazione del campione di agata, rispetto agli altri esemplari. Infatti, proprio per il loro originario scopo didattico, i campioni erano, e molti lo sono ancora, incollati su cartoncini con informazioni sulla specie: nome mineralogico, composizione chimica e qualche caratteristica fisica. I simboli per la formula chimica dei minerali seguono la simbologia proposta dal Berzelius nel 1824 (ad es. una cassiterite $\text{SnO}_2 = \text{Sn}^{\sim}$); si può ipotizzare, quindi, un'acquisizione avvenuta attorno alla metà dell'Ottocento, dalla Società Tecnica di Ingegneria ed Industria di Firenze, come testimonia un'etichetta incollata sul verso del cartoncino-supporto. Alle volte l'etichetta riporta anche la località precisa, Ehrenfriederdsdorf, ad esempio, e non solo Sassonia come indicato invece sul recto e trascritto nell'inventario. Dall'altra parte lo stesso cartoncino porta a stampa l'intestazione «R. Ist. Sup. Femmin. Firenze» (Regio Istituto Superiore di Magistero Femminile di Firenze) – cioè il predecessore dell'Isti-

tuto Superiore di Magistero (che compare sovrainpresso con un timbro) – istituito con R.D. 14.7.1878.

Probabilmente, allora, i valori inventariati erano così bassi perché la maggior parte della collezione era stata acquistata nella seconda metà dell'Ottocento e pagata forse addirittura in lire toscane granducali, mentre per l'agata si dovette trattare di un acquisto separato, avvenuto in un momento successivo, forse attorno al 1920. L'acquisizione della collezione Magistero portò al Museo campioni non solo italiani, e in particolare toscani (rispettivamente 205 e 107), ma anche dalla Germania (24 esemplari), dalla Repubblica Ceca (19), dal Cile e dall'Inghilterra (16); stupisce invece l'alto numero di provenienze sconosciute che risultano essere ben 69.

Di rilievo, oltre all'agata già menzionata, si può segnalare una piccola pepita di platino boliviano e alcune piccole pepite d'oro provenienti dall'Eritrea, dal Sudafrica e dalla Transilvania, oltre a numerosi campioni di specie piuttosto rare come il ferro nativo della Groenlandia, la clorargirite e l'argento mercuriale cileni nonché l'alabandite della Transilvania.

Collezione Capacci

Ciampi (1929), nella commemorazione funebre, ci ricorda come Celso Capacci, nato

The mineral collection had a total inventory value of 2600.70 lire, largely due to a single splendid agate specimen (1000 lire) for which there is no information about the discovery site; it is a polished block (18x6x7 cm) on an almost flat portion, today with inventory no. 13450. The other specimens are valued at a few centesimos, with a median value of exactly 1 lira. The difference in evaluation between the agate specimen and the rest of the collection was clarified by examination of the stored specimens. In fact, due to their original educational purpose, the specimens were (and many still are) glued on cards reporting information about the species: mineralogical name, chemical composition and some physical characteristics. Since the symbols for the chemical formula of the minerals follow the system proposed by Berzelius in 1824 (e.g. a cassiterite $\text{SnO}_2 = \text{Sn}^{\sim}$), it is reasonable to infer an acquisition in the mid-19th century, from the Società Tecnica di Ingegneria ed Industria of Florence, as appears on a label glued on the back of the card-support. The label also reports the precise locality, Ehrenfriederdsdorf, and not just Saxony as indicated instead on the recto and transcribed in the inventory. On the other hand, the same card bears the printed name «R. Ist. Sup. Femmin. Firenze» (Royal Women's Educational Institute of Florence) – i.e. the predecessor of the Royal Institute of

Education (which appears superimposed with a stamp) – established by Royal Decree 7/14/1878.

Therefore, the inventory values were probably so low because most of the collection was acquired in the second half of the 19th century and perhaps even paid for in lire of the Tuscan Grand Duchy, while the acquisition of the agate was probably separate, occurring at a later time, perhaps around 1920. The acquisition of the Magistero collection brought to the museum not only Italian specimens, and especially Tuscan ones (respectively 205 and 107), but also those from Germany (24 specimens), the Czech Republic (19), Chile and England (16); what is surprising is the high number of specimens of unknown provenance, which appears to be 69.

Apart from the already mentioned agate, there is a small nugget of Bolivian platinum and some small gold nuggets from Eritrea, South Africa and Transylvania, as well as numerous specimens of relatively rare species such as the native iron from Greenland, the chlorargyrite and mercurial silver from Chile and the alabandite from Transylvania.

Capacci Collection

Ciampi (1929) recalled in the memorial service that Celso Capacci was born in Florence in 1854, gradu-



Fig. 6 Collezione Capacci: rutile, Lincoln County, North Carolina, USA. Measure: 5 x 4 x 4 cm. Camp. n. G53407.

Fig. 6 Capacci collection: rutile, Lincoln County, North Carolina, USA. Measurements: 5 x 4 x 4 cm. Spec. n. G53407.

a Firenze nel 1854, si diplomò Perito Meccanico e Industriale e, con una borsa di studio, ebbe la possibilità di seguire i corsi

ated as Mechanical and Industrial Technician and, with a scholarship, was able to take courses at Paris's École des Mines and to train further in Belgium and Germany. He was director of the copper mines at Massa Marittima, of the lignite mines at Castelnuovo in Valdarno and then at Terni and Spoleto. He managed the copper and brass smelters at Limestre near San Marcello Pistoiese. Later he studied mineral deposits and mines in Italy and abroad from both the industrial and scientific points of view. A well known person, he was juror and delegate to exhibitions in Italy and abroad, but also held public office as town councillor and mayor. He died in Florence in 1929.

On 27 April 1933, Celso Capacci's heirs donated a collection of minerals, as well as books and journals, to the Institute of Mineralogy (then directed by Piero Aloisi). In the letter accompanying the collection, his sons Antonio and Francesco requested that the donation be reported on the books and specimens: a remembrance of their father, who had already given the museum many

dell'École des Mines di Parigi e perfezionarsi in Belgio e Germania. Fu direttore delle Miniere di rame a Massa Marittima, di quelle di lignite a Castelnuovo in Valdarno e quindi a Terni e a Spoleto. Guidò anche le fonderie di rame e ottone a Limestre presso San Marcello Pistoiese. In seguito si dedicò allo studio, sia dal punto di vista industriale che scientifico, di giacimenti minerali e miniere in Italia e all'estero. Molto conosciuto, fu giurato e delegato ad esposizioni in Italia e all'estero, ma rivestì anche cariche pubbliche, come assessore comunale e sindaco. Morì a Firenze nel 1929.

Il 27 aprile 1933 gli eredi del Comm. Ing. Celso Capacci consegnarono all'Istituto di Mineralogia, allora diretto da Piero Aloisi, una collezione di minerali, insieme libri e riviste. Nella lettera di consegna, i figli Antonio e Francesco formulano la preghiera che restasse traccia della donazione sui volumi e sui campioni: un ricordo del padre, che aveva già donato al Museo numerosi campioni raccolti nei suoi viaggi in Italia e all'estero per i suoi studi.

Su richiesta del Rettore al Podestà di Firenze viene messo a disposizione un camion per il trasporto del materiale da via Valfonda 5, abitazione dei Capacci, fino a San Marco. In seguito in una lettera il Rettore assicura l'ing. Antonio che il nome del genitore comparirà non solo sul materiale donato ma anche nell'albo dei donatori della Regia Università. Chiude il carteggio – rinvenuto nell'archivio universitario – un biglietto da visita della signora Maria Antonietta

specimens collected for his studies during his travels in Italy and abroad. Upon the request of the chancellor to the Podestà of Florence, a truck was made available to transport the material from Via Valfonda 5, the Capacci residence, to San Marco. In a subsequent letter, the chancellor assured Antonio that his father's name would appear not only on the donated material but also in the Royal University's register of donors. The correspondence (found in the university archives) closes with a note by Mrs. Marie Antoinette widow Capacci, maiden name Scali, who «warmly thanks the Chancellor for the noble words inserted in the Florentine newspaper with which he paid tribute to the memory of her late husband, recalling his value and scientific merits».

It seems rather strange that there was not even a simple list for such a large collection, but it was impossible to find any catalogue of the collection and we suspect that it must have been lost. Therefore, we can only rely on the data for the material that currently makes up the collection, i.e. 1195 specimens for an estimated total

vedova Capacci, nata Scali, che «ringrazia vivamente il Magnifico Rettore delle nobili parole inserite sul quotidiano fiorentino colle quali ha reso omaggio alla memoria del suo compianto marito ricordandone il valore e i suoi meriti scientifici».

Sembra piuttosto strano che di una collezione così consistente non esistesse il benché minimo elenco, ma non è stato possibile rintracciare alcun catalogo della raccolta e viene il sospetto che debba essere andato perduto. Possiamo quindi basarci solo sui dati dei campioni attualmente esistenti nelle nostre raccolte, che assommano a 1195 esemplari, per un valore complessivo stimato in L. 4138,90, a cui devono aggiungersi altri 26 campioni senza indicazione di prezzo.

Le calcite con 113 campioni è la specie maggiormente rappresentata, seguita dal quarzo con 84, e poi ematite con 50, pirite con 48, galena con 45, sfalerite con 43 ed un'altra ventina di specie (Fig. 6) con più di 10 esemplari.

Circa la metà dei campioni proviene dall'Italia, mentre per oltre 200 campioni non si conosce la località. La Toscana, con 465 esemplari, è nettamente la più rappresentata, distanziando enormemente le altre regioni, come la Sardegna (con 32 esemplari) e il Piemonte (27).

Tre campioni si staccano sugli altri per bellezza e valore, anche se non mostrano caratteristiche di eccezionalità: si tratta di due esemplari siciliani formati da grossi cristalli di zolfo su matrice calcareo-argillosa e un

piccolo ma limpidissimo cristallo di acquamarina elbana. Da notare che due esemplari (una pirrotina e una pirite, entrambi dall'Isola d'Elba) furono donati dal Capacci addirittura nel 1874 e nel 1876 e inseriti da Millosevich nella collezione elbana. In conclusione merita ricordare che Capacci, appena ventenne, pubblicò con Giulio Pullè nel 1874 il resoconto di un viaggio nell'Arcipelago Toscano in cui illustrò il Museo Foresi.

Collezione Ciampi

Adolfo Ciampi, nato a Firenze nel 1876, frequentò l'Università a Pisa e il Politecnico di Torino, conseguendo la laurea in ingegneria nel 1900. Nel 1902 divenne direttore della miniera di Ribolla e quindi di quella di Castelnuovo, per passare poi ispettore tecnico per le miniere nella Società Alti Forni di Piombino e nella Società Toscana di Industrie Agricole e Minerarie, studiando le miniere di ferro della Nurra e di Perda Niedda in Sardegna e in Toscana quelle del Campigliese. Dopo la guerra fornì diverse consulenze a varie imprese minerarie in tutta Italia, soprattutto curò lo sviluppo della miniera di rame di Alghero. Durante la sua intensa attività costituì la preziosissima raccolta, frutto di acquisti e cambi con commercianti di minerali e collezionisti (Pelloux, 1934).

Poco prima della sua morte improvvisa, Piero Aloisi riuscì ad acquisire al Museo la bellissima collezione Ciampi, contenente anche

value of 4138.90 lire, to which must be added another 26 specimens without an indicated value. Calcite, with 113 specimens, is the most represented species, followed by quartz with 84, hematite with 50, pyrite with 48, galena with 45, sphalerite with 43, plus another twenty species (Fig. 6) with more than 10 specimens.

About half of the specimens come from Italy, while over 200 specimens are of unknown origin. Tuscany, with 465 specimens, is clearly most represented, greatly outpacing other regions such as Sardinia (32 specimens) and Piedmont (27).

Three specimens stand out for their beauty and value, even if they do not exhibit exceptional characteristics: two Sicilian specimens consisting of large sulphur crystals on a calcareous-clayey matrix and a small but very clear crystal of Elban aquamarine. Two specimens (a pyrrhotite and a pyrite, both from Elba Island) were donated by Capacci as early as 1874 and 1876 and were included in the Elban collection by Millosevich. Indeed, Capacci, just 20 years old, published with Giulio Pullè in 1874 the ac-

count of a journey in the Tuscan Archipelago in which he illustrated the Foresi Museum.

Ciampi Collection

Adolfo Ciampi, born in Florence in 1876, attended the University of Pisa and the Turin Polytechnic, graduating in Engineering in 1900. In 1902, he became director of the Ribolla mine and then of the Castelnuovo mine, after which he became technical inspector for mines in the Società Alti Forni of Piombino and in the Società Toscana di Industrie Agricole e Minerarie, studying the iron mines of Nurra and Perda Niedda in Sardinia and those of Campigliese in Tuscany. After World War I, he was a consultant to various mining companies throughout Italy; above all, he supervised the development of the Alghero copper mine. During his intense career, he assembled the very valuable collection, the result of purchases and exchanges with mineral traders and collectors (Pelloux, 1934).



Fig. 7

pregevoli campioni sardi (Fig. 7). Il carteggio rinvenuto nell'archivio universitario chiarisce le modalità e la tempistica dell'operazione.

L'Ing. Adolfo Ciampi aveva raccolto un'imponente collezione formata da circa 5000 minerali e 1000 fossili che aveva manifestato l'intenzione di donare per testamento ai due istituti di Mineralogia e di Geologia. A causa di difficoltà economiche, il Ciampi mise in vendita la collezione proponendone l'acquisto all'Aloisi per un prezzo dell'ordine di L. 100.000, contro una stima di L. 134.000. Improvvisamente l'ingegner Ciampi muore e l'Aloisi continua le trattative con gli eredi – il fratello ing. Guido e la sorella Paolina – arrivando a concordare la cifra di L. 30.000.

Con lettera del 27 settembre 1937, Aloisi propone all'Università l'acquisto. Non abbiamo la risposta, ma deve esserci stato un rifiuto; infatti Aloisi il 3 gennaio 1938 si rivolge al presidente della «Magona d'Italia», On. Marchese ing. Emanuele Trigona, chiedendo un contributo, evidenziando l'importanza della collezione e la sensibile riduzione del prezzo relativo. Subito vengono concesse 30.000 lire, visto che l'11 gennaio il Rettore Serpieri ringrazia la Magona per il gesto munifico. Riprendono i contatti con l'Ing. Guido e, col consenso scritto della sorella Paolina, l'affare è concluso; la collezione viene trasportata dall'abitazione del Ciampi all'Istituto, e gli eredi ricevono la somma concordata.

Probabilmente insieme alla collezione, arrivò anche una fotografia dell'ing. Adolfo sullo sfondo della Torre del Mangia a Siena, con la scritta: «Ing. Adolfo Ciampi – n.1876 m.1934 – alla Sua opera di studioso e di raccoglitore si devono tutti i migliori esemplari della collezione generale di questo Museo».

L'importanza di questa acquisizione è paragonabile – per consistenza, per valore estetico e scientifico – a quello della collezione elbana acquistata in due momenti verso la fine dell'Ottocento, oltretutto a un costo notevolmente superiore.

Dunque, l'arrivo della collezione Ciampi, a un prezzo vantaggioso e con un totale contributo esterno, fu certamente un grande merito del direttore Aloisi.

Della collezione esiste un catalogo dattiloscritto, con un indice alfabetico per specie e varietà. Oltre al numero progressivo, è riportato il nome della specie (o varietà), la località di provenienza e, a mano a matita, le dimensioni, accompagnate da una breve descrizione, oltre al valore monetario.

L'indice alfabetico risulta essenziale, poiché i campioni sono elencati secondo una classificazione abbastanza complessa e macchinosa. Questa classificazione era articolata in 19 classi che comprendevano tutti gli elementi del sistema periodico, compresi i gas nobili, riuniti a volte in maniera incompre-

Shortly before his sudden death, Piero Aloisi managed to acquire the Ciampi collection (also containing valuable Sardinian specimens [Fig. 7]) for the museum. The correspondence found in the university archive clarifies the manner and timing of the transaction.

Engineer Adolfo Ciampi had put together an impressive collection of ca. 5000 minerals and 1000 fossils, which he had intended to bequeath to the two institutes of Mineralogy and Geology. However, economic difficulties forced Ciampi to sell the collection and he proposed that Aloisi purchase it for the price of ca. 100,000 lire, compared to an estimated value of 134,000 lire. But Ciampi died suddenly and Aloisi continued negotiations with his heirs, his brother Guido and his sister Paolina, eventually agreeing on the sum of 30,000 lire.

Aloisi proposed the purchase to the university in a letter dated 27 September 1937. We do not know the reply, but it must have been negative; in fact, on 3 January 1938, Aloisi asked the president of the «Magona d'Italia», Hon. Marquis Emanuele Trigona, for a contribution, stressing the importance of the collection and the marked reduction in price. A contribution of 30,000 lire was granted immediately, since on 11 January Chancellor Serpieri thanked the Magona for the generous gesture. After contact was resumed with Guido Ciampi and with the written consent of his sister Paolina, the deal was concluded; the material

was transported from the Ciampi residence at Via Marconi 48 to the institute, and the heirs received the agreed sum. A photograph depicting Adolfo Ciampi against the background of the Mangia Tower in Siena probably arrived along with the collection; it bore the inscription: «Engineer Adolfo Ciampi – n.1876 m.1934 – all the best specimens of the general collection of this museum are due to his work as a scholar and collector».

The importance of this purchase is comparable in terms of size, aesthetical value and scientific importance to that of the Elban collection acquired on two occasions in the late 19th century, and at a much higher cost. Therefore, the arrival of the Ciampi collection, at an affordable price and with a totally external contribution, was certainly a great accomplishment by the director Aloisi.

There is a typewritten catalogue of the collection, with an alphabetical index ordered by species and variety. In addition to the progressive numeration, the catalogue reports the name of the species (or variety), the locality of provenance and, handwritten in pencil, the dimensions, accompanied by a brief description and the monetary value. The alphabetical index is essential, since the specimens are listed according to a rather complex classification. This classification involved 19 classes that encompassed all the elements of the periodic table (including the noble gases), sometimes combined in

Fig. 7 Collezione Ciampi: covellina, Calabona, Alghero (SS). Questo è uno dei migliori campioni a livello mondiale. Misure: 16 x 12 x 9 cm. Camp. n. G50300.

Fig. 7 Ciampi collection: covellite, Calabona, Alghero (Sassari). This is one of the world's best specimens of this species. Measurements: 16 x 12 x 9 cm. Spec. n. G50300.



Fig. 8 Collezione Ciampi: fosgenite, Monteponi (CA). Misure: 10 x 10 x 6 cm. Camp. n. G56338.

Fig. 8 Ciampi collection: phosgenite, Monteponi (Cagliari). Measurements: 10 x 10 x 6 cm. Spec. n. G56338.

sibile come Tl e Pb, Cu e Hg, per non dire dell'assegnazione alle classi: alla II classe (F-Cl-Br-J), apparentemente ovvia perché riunisce gli alogeni, appartiene solo la fluorite, mentre salgemma e silvina sono invece assegnati alla classe IX (Cs-Rb-K-NH₄-Na-Li).

L'importanza della raccolta è legata ai tanti campioni, alcuni dei quali veramente splendidi, accompagnati da informazioni sulle località perfettamente rappresentate. In un appunto trovato insieme al catalogo è riportata la minuta di «indicazioni da fornire ad eventuali acquirenti per offrire in vendita la mia collezione in blocco, valo-

re L. 100-150.000 per i pezzi in catalogo esclusi i doppi». La collezione è formata da circa 5200 esemplari, numerati con cartellino e catalogati per un totale di un migliaio di voci, di cui 840 sono specie riportate dal Dana mentre le restanti si riferiscono a varietà o sinonimi. Tra le specie più importanti spiccano gli esemplari, numerosi e in molti casi veramente eccezionali, di due miniere sarde: quella a piombo di Monteponi, con 170 cerussiti, 95 fosgeniti (Fig. 8) e 140 anglesiti, e quella a rame di Calabona (Alghero), con 62 covelline, 30 cupriti e 35 azzurriti (Fig. 9). Oltre a queste, ci sono

an incomprehensible manner, such as Tl and Pb, Cu and Hg, not to mention the assignment to the classes: Class II (F-Cl-Br-J), seemingly logical because it unites all the halogens, only includes fluorite, while rock salt and silvite are assigned to Class IX (Cs-Rb-K-NH₄-Na-Li).

The importance of the collection is due to the many specimens (some of which truly splendid) accompanied by information about the perfectly represented discovery sites. A note found with the catalogue contains the memorandum «indications to be provided to prospective purchasers to offer my collection for sale as a whole, value

100-150,000 lire for the pieces in the catalogue excluding the duplicates». The collection contains ca. 5200 specimens, numbered with labels and catalogued for a total of a thousand entries, of which 840 are species reported by Dana while the others refer to varieties or synonyms. Standing out among the most important species are the numerous and in many cases marvellous specimens from two Sardinian mines: the lead mine at Monteponi, with 170 cerussites, 95 phosgenites (Fig. 8) and 140 anglesites, and the copper mine at Calabona (Alghero), with 62 covellites, 30 cuprites and 35 azurites (Fig. 9). Besides these, there are



Fig. 9 Collezione Ciampi: azzurrite (part), Calabona, Alghero (SS). Misure: 12 x 10 x 5 cm. Camp.n. G56038.

Fig. 9 Ciampi collection: azurite (detail), Calabona, Alghero (Sassari). Measurements: 12 x 10 x 5 cm. Spec. n. G56038.

molti campioni toscani, rappresentati da 50 cinabri dell'Amiata, 80 piriti di Gavorrano e dell'Elba e 60 ematiti ancora dell'Elba. Del valore totale di L. 119.603, che risulta dal catalogo, gran parte hanno le 62 covelline che da sole raggiungono L. 32.781, più della somma incassata dagli eredi Ciampi. Fra queste spiccavano come valore monetario (ed estetico) due esemplari per L. 5500 ciascuno, un terzo per L. 5000 e un quarto per L. 4500.

Come già accennato, nel 1943 fu iniziata la stesura del primo vero inventario formale delle collezioni, attribuendo a ciascun

campione il valore monetario. Nel caso dei campioni ottocenteschi venne fatta una rivalutazione, mentre per gli esemplari Ciampi, di più recente acquisizione, venne ridotto il valore riportato nel catalogo Ciampi in base al rapporto 119.603/30.000 (un quarto), cioè fra stimato e pagato. Questo ha portato ad una forte sottovalutazione del patrimonio che, aggravata dalla svalutazione postbellica, condusse a cambi, apparentemente corretti, nella sostanza nettamente svantaggiosi per il Museo, che falciarono proprio gli esemplari Ciampi, soprattutto «nell'operazione topazio».

many Tuscan specimens, with 50 cinnabars from Amiata, 80 pyrites from Gavorrano and Elba, and 60 hematites from Elba. Of the total value of 119,603 lire reported in the catalogue, the 62 covellites alone accounted for 32,781 lire, more than the amount paid to the Ciampi heirs. Prominent among the covellites in terms of monetary (and aesthetic) value were two specimens worth 5500 lire each, a third worth 5000 lire and a fourth worth 4500 lire.

As already mentioned, the compilation of the first real formal inventory of the collections began in 1943, giving the monetary value of each specimen. Re-eval-

uations were made for the 19th century specimens, whereas the value of the more recently acquired Ciampi specimens was reduced to one quarter of the value cited in the Ciampi catalogue on the basis of the ratio 119,603/30,000, i.e. between the estimated sum and the paid sum. This led to a strong underestimation of the patrimony which, compounded by the post-war devaluation, led to exchanges that were clearly disadvantageous to the museum, even though they were apparently correct. This drastically reduced the number of Ciampi specimens, especially after «Operation Topaz».



Fig. 10 Collezione Magistretti:
corindone var. zaffiro
policromo, Australia. Peso:
2,55 carati. Camp. n. G61 I26.

Fig. 10 Magistretti collection:
corundum var. polychrome
sapphire, Australia. Weight:
2.55 carats. Spec. n. G61 I26.

Collezione Magistretti

L'importanza della figura di Luigi Magistretti nel mondo mineralogico italiano viene ben evidenziata da Angelo Bianchi (1959). Il «Nostro», nato a Milano nel 1886, si laureò in Ingegneria al Politecnico nel 1911. Appassionato di minerali, prestò la sua collaborazione presso il Museo Civico, al fianco di Ettore Artini. Nel 1925 fondò un'impresa di costruzioni, che poco tempo lasciò al Magistretti per coltivare la sua passione di naturalista e di mineralista. Comunque, oltre al suo costante impegno nella Società Italiana di Scienze Naturali, Magistretti fu uno dei fondatori della Società Mineralogica Italiana, di cui fu per lunghi anni tesoriere. Morì improvvisamente nel 1958.

Nell'archivio del Museo ci sono numerosissime lettere fra Luigi Magistretti e Guido

Carobbi (giugno 1945 – marzo 1947) che testimoniano le lunghe trattative intercorse per il perfezionamento dello scambio, reso difficile anche per la situazione delle comunicazioni ancora precarie a causa della guerra appena conclusa.

Il decano dei Mineralisti italiani, Panichi, presentò a Carobbi il Magistretti, che intendeva proporre un cambio fra alcuni esemplari sardi posseduti dal Museo e una serie di minerali vari comprendenti molte pietre tagliate (Fig. 10). Dal giugno del 1945 al maggio del 1946 ci fu un fitto scambio epistolare fra Firenze e Milano, perché non si trovava l'accordo sul valore dei materiali coinvolti nello scambio; comunque l'operazione fu conclusa con autorizzazione del Rettore del 14 maggio 1946, ratificata dal Consiglio di Amministrazione del 23 giugno successivo.

Nel dettaglio 13 campioni – due fosgeniti, due anglesiti, due covelline, quattro azzurriti, una malachite, una cuprite e una galena, inventariati per L. 1805 e stimati all'epoca da Carobbi in L. 80.000 – partirono per Milano, mentre arrivarono a Firenze 46 esemplari di minerali vari, fra cui 17 pietre tagliate, per un valore dichiarato di L. 113.170; il cambio, almeno in apparenza, risultava vantaggioso.

Collezione Caplan

Appassionato fin da giovane di scienze, Allan Caplan coltivò, col passare degli anni, un interesse specifico per i minerali che lo portò a intraprendere studi di tipo geologico. Nel 1933 collaborò con il Denver Museum of Natural Science, per proseguire poi gli studi

Magistretti Collection

The importance of Luigi Magistretti in Italian mineralogical circles was highlighted by Angelo Bianchi (1959). Magistretti was born in Milan in 1886 and graduated in Engineering from the Polytechnic in 1911. A mineral lover, he worked in the Civic Museum alongside Ettore Artini. In 1925, Magistretti founded a construction company, which left him little time to pursue his passion as a naturalist and mineralogist. Nevertheless, in addition to his constant commitment to the Italian Society of Natural Sciences, he was a founder of the Italian Mineralogical Society, for which he was the long-time treasurer. He died unexpectedly in 1958.

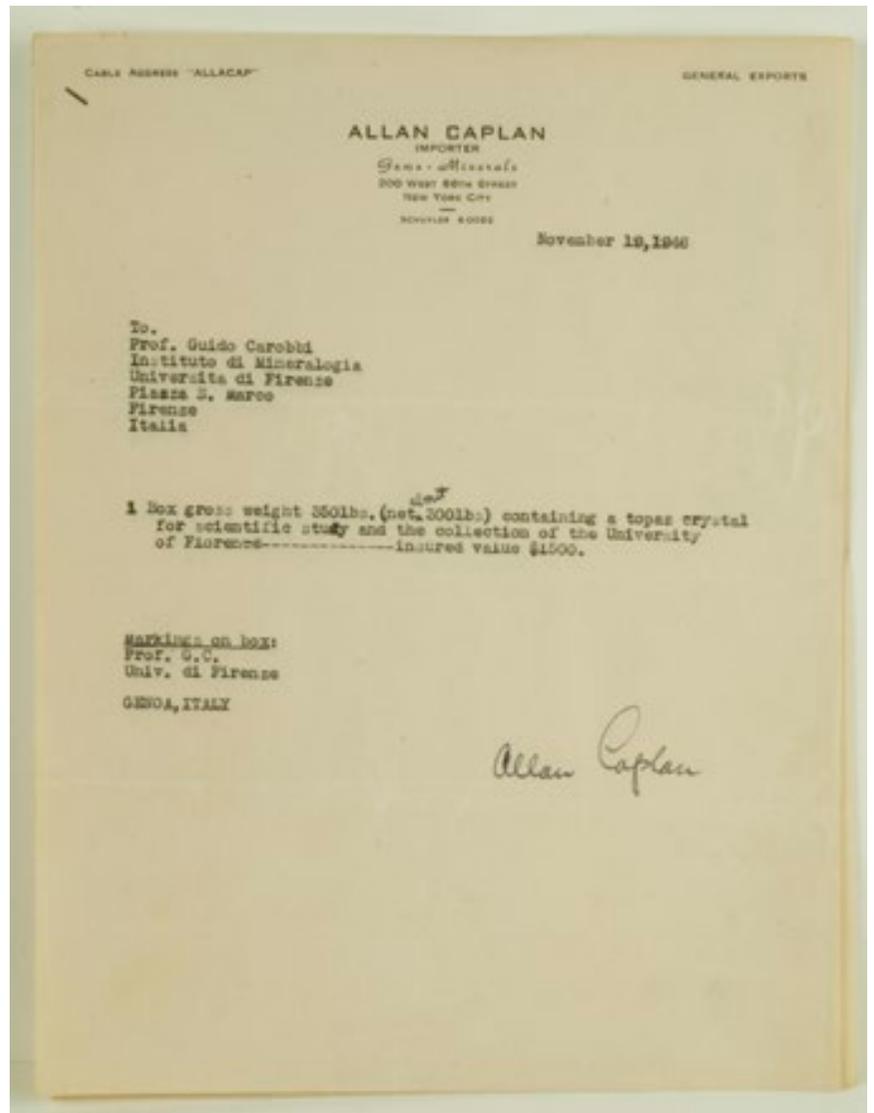
The museum archive contains many letters between Luigi Magistretti and Guido Carobbi (June 1945 - March 1947) documenting the long negotiations to complete the exchange of materials, which was hindered by the precarious communications resulting from the recent

war. Introduced to Carobbi by Panichi, the dean of Italian mineralogists, Magistretti proposed an exchange of some Sardinian specimens owned by the museum for a series of various minerals including many cut stones (Fig. 10). There was a flurry of correspondence between Florence and Milan from June 1945 to May 1946 because there was no agreement on the value of the materials involved in the exchange. However, the transaction was concluded with the authorization of the chancellor on 14 May 1946, ratified by the Administrative Council on 23 June.

Thirteen specimens (two phosgenites, two anglesites, two covellites, four azurites, a malachite, a cuprite and a galena, inventoried for 1805 lire and estimated at the time by Carobbi at 80,000 lire) went to Milan and 46 specimens of various minerals (including 17 cut stones, for a declared value of 113,170 lire) came to Florence. Hence, the exchange was advantageous, at least to all appearances.

in Geologia e Mineralogia. Intraprese quindi la professione di commerciante in minerali, girando non solo per il suo paese, ma anche per il centro e sud America (per 10 volte si recò in Brasile, prima della guerra, e più di altrettante dopo la cessazione delle ostilità belliche). A conclusione del secondo conflitto mondiale si ritrovò in servizio con la U.S. Air Force a Firenze dove, prima di rientrare in patria, visitò il Museo di Mineralogia, ponendo le basi per uno scambio di esemplari. In verità, in quel momento Caplan non sapeva ancora cosa dare in cambio al Museo; è tuttavia certo che, proprio come aveva fatto Magistretti, dopo avere visto gli splendidi campioni sardi presenti nelle collezioni vollesse avere qualcuno di quegli esemplari.

Tornato congedato in America, nel gennaio 1946 Caplan inoltra la richiesta ufficiale di cambio per i campioni che aveva segnalato durante la sua visita. Le trattative vanno avanti per qualche mese fino all'offerta conclusiva di un cristallo di topazio gigantesco (vedi Fantoni e Poggi «Dal Gabinetto di Mineralogia al Museo di Storia Naturale», in questo volume), presentata con lettera del 6 ottobre 1946. Carobbi accetta la proposta, per l'eccezionalità dell'esemplare – il secondo del mondo con i suoi 151 kg di peso – e, in data 23 ottobre, chiede al Rettore l'autorizzazione che il Consiglio di Amministrazione concede il 29 ottobre. Nel dicembre il piroscafo Maude della Fern Line arriva a Genova (Fig. 11) con lo straordinario campione. Nel marzo successivo giungono a New York le due casse con i campioni scelti per il cambio, consegnati in dogana il 7 febbraio 1947; all'inizio sembra che manchino



alcuni esemplari che, in seguito, Caplan scopre essere stati trattenuti in dogana per esami.

A fronte dell'enorme topazio brasiliano di 151 kg, erano partiti 151 esemplari italiani particolarmente significativi fra cui 60 fosgeniti, 41 anglesiti, 25 ematiti, 9 cerus-

Fig. 11 Lettera di spedizione del topazio, datata 19 novembre 1946 e firmata da A. Caplan. Archivio Museo di Storia Naturale, Sez. Mineralogia e Litologia – Firenze.

Fig. 11 Shipping letter of the topaz crystal, dated 19 November 1946 and signed by A. Caplan. Museum of Natural History Archive, Mineralogy and Lithology section - Florence.

Caplan Collection

Enthusiastic about science from a young age, Allan Caplan cultivated a specific interest in minerals over the years, which led him to study geology. In 1933, he collaborated with the Denver Museum of Nature and Science, and then continued his studies in Geology and Mineralogy. He then began trading in minerals, travelling not only in his own country but also in Central and South America (he went to Brazil ten times before World War II and many more times after the hostilities had ended). At the end of the war, he was serving with the U.S. Air Force in Florence and before returning home he visited the Mineralogy Museum, setting the stage for an exchange of specimens. In truth, Caplan did not know what to give the museum in return, but it is certain that, like Magistretti, he wished to own some of the collection's beautiful Sardinian specimens after he had seen them himself.

After returning to the USA and leaving the military in January 1946, Caplan sent an official request of an ex-

change for the specimens he had noted during his visit. The negotiations proceeded for several months until the final offer of a giant topaz crystal (see Fantoni and Poggi «From the Laboratory of Mineralogy to the Museum of Natural History», in this volume) submitted in a letter dated 6 October 1946. In view of the exceptional nature of the specimen (the second largest in the world, weighing 151 kg), Carobbi accepted the proposal and asked the chancellor for authorization on 23 October, which was granted by the Administrative Council on 29 October. The steamship Maude of the Fern Line arrived in Genoa with the extraordinary specimen in December (Fig. 11). The two boxes with the specimens chosen for the exchange were delivered to the customs office on 7 February 1947 and they arrived in New York in the following March; it seemed at first that some specimens were missing and Caplan later discovered that they had been held in customs for examination.

In exchange for the enormous Brazilian topaz of 151 kg, 151 rather important Italian specimens had been sent over-

USCITA

NUMERO di inventario	DATA inve- stire	DESCRIZIONE DEGLI OGGETTI	MOVIMENTO SOSTENUTA	DESTINAZIONE	Quantità degli oggetti	VALORE
814101	1979	Fosgenite in eff. Montaroni Sardigna. Sop. della Colle Ciampi N° 1218. Dalla Colle Generale.	Combin. Allen Carlson	New York	1	2.000
814102	"	Fosgenite in eff. con limonite Montaroni Sardigna. Sop. della Colle Ciampi N° 1219. Dalla Colle Generale.	"	"	1	2000
814103	"	Fosgenite in eff. su galena. Montaroni Sardigna. Sop. della Colle Ciampi N° 1220. Dalla Colle Generale.	"	"	1	500
814104	"	Fosgenite in eff. Montaroni Sardigna. Sop. della Colle Ciampi N° 1221. Dalla Colle Generale.	"	"	1	500
814105	"	Fosgenite in eff. su galena. Montaroni Sardigna. Sop. del la Colle Ciampi N° 1222. Dalla Colle Generale.	"	"	1	500
814106	"	Fosgenite in eff. con corallo Montaroni Sardigna. Sop. della Colle Ciampi N° 1223. Dalla Colle Generale.	"	"	1	500
814107	"	Fosgenite in eff. Montaroni Sar- digna. Sop. della Colle Ciampi N° 1224.	"	"	1	2500
2				Argentina	1	2.171

OSSERVAZIONI

Fig. 12

Fig. 12 Pagina del registro inventariale che riporta alcuni dei 151 esemplari dati in cambio dal Museo per il cristallo di topazio. Archivio Museo di Storia Naturale, Sez. Mineralogia e Litologia – Firenze.

Fig. 13 Collezione Ponis: rodochrosite con quarzo (part.), Romania. Misure: 28 x 20 x 9 cm. Camp. n. G40331.

Fig. 14 Collezione Ponis: rutile nel quarzo (part.), Bahia, Brasile. Misure: 10 x 9 x 7 cm. Camp. n. G41201.

Fig. 12 Page of the inventory register reporting some of the 151 specimens given by the museum in exchange for the topaz crystal. Museum of Natural History Archive, Mineralogy and Lithology section - Florence

Fig. 13 Ponis collection: rhodochrosite with quartz (detail), Romania. Measurements: 28 x 20 x 9 cm. Spec. n. G40331.

Fig. 14 Ponis collection: rutile in quartz (detail), Bahia, Brazil. Measurements: 10 x 9 x 7 cm. Spec. n. G41201.

siti, 6 azzurriti e 3 covelline delle raccolte Ciampi e Racah (Fig. 12).

Il valore inventariale attribuito al topazio è di L. 500.000, mentre l'insieme dei campioni ceduti in cambio era di L. 4240,50 anteguerr-

seas, including 60 phosgenites, 41 anglesites, 25 hematites, 9 cerussites, 6 azurites and 3 covellites from the Ciampi and Racah collections (Fig. 12). The topaz's inventory value was 500,000 lire, while the value of the exchanged specimens was 424,050 lire before the war, although they were later re-valued (we do not know by which criteria) at 303,680 lire. Hence, the exchange was advantageous in economic terms and the museum could also present to the public a unique, very impressive specimen. Nevertheless, after half a century, some doubts can be raised about the operation. Indeed, the present-day value of the exchanged specimens is much higher than the value of the acquired topaz (without considering the scientific importance of the traded specimens) since enormous (albeit not as beautiful) specimens of pegmatite minerals such as topaz, beryl and tourmaline have been found in large quantities in various parts of the world

ra, rivalutate, non sappiamo con quali criteri, a L. 303.680. Dal punto di vista economico, quindi, il cambio risultava vantaggioso e inoltre il Museo poteva presentare al pubblico un pezzo unico, di grande effetto. Tuttavia, a distanza di mezzo secolo, possono sorgere dei dubbi: l'attuale valore dei campioni ceduti sarebbe molto superiore rispetto al valore del topazio acquisito (senza considerare poi il significato scientifico dei campioni alienati). Infatti enormi esemplari di minerali pegmatitici come topazi, berilli e tormaline – anche se non bellissimi – sono stati rinvenuti numerosi in diverse parti del mondo e lo sono ancor oggi, soprattutto in Brasile e in Siberia, mentre non si sono più visti sul mercato esemplari provenienti dalle miniere sarde – oggi completamente inattive – di qualità paragonabile a quelli scambiati all'epoca.

Collezione Ponis

Alla fine degli anni '80, l'acquisto di un'importante collezione segnò una svolta – patrimoniale e collezionistica – per il Museo. Alberto Ponis aveva costituito in molti anni di viaggi all'estero, soprattutto in Brasile, una collezione di minerali straordinaria per valore estetico, consistenza e dimensioni degli esemplari (Figg. 13, 14, 15). Una prima offerta del sig. Ponis, per la vendita della sua collezione, fu formulata nel 1979: 400 milioni di lire per circa 2300 esemplari. Il Museo mostrò interesse e domandò al Rettore un finanziamento; purtroppo, analogamente a quanto era accaduto in passato per la collezione Ciampi, la richiesta non fu accolta. Nei primi mesi del 1988, Ponis manifestò l'intento di chiudere la propria attività e mise pertanto in vendita la

and are still being found today, especially in Brazil and Siberia. Instead, specimens from the Sardinian mines (now completely inactive) of a quality comparable to those exchanged at the time have never since been seen on the market.

Ponis collection

The purchase of an important collection at the end of the 1980s marked a patrimonial and collecting turning point for the museum. In many years of travel abroad (especially in Brazil), Alberto Ponis had formed a mineral collection that was extraordinary in terms of the aesthetic value and the number and size of the specimens (Figs. 13, 14, 15). Mr. Ponis made an initial offer to sell his collection in 1979: 400 million lire for ca. 2300 specimens. The museum declared its interest and asked the chancellor for funding;



Fig. 13



Fig. 14



Fig. 15

sua collezione «a cancello chiuso». La collezione fu offerta a 800 milioni di lire + IVA come prezzo stralcio di fronte ad un valore, asserito, di 1.5 miliardi di lire, perché nel frattempo la raccolta era aumentata di consistenza e cresciuta di prezzo per l'inflazione galoppante di quegli anni e per lo sviluppo di un fiorente mercato mineralogico. La cifra era molto lontana dalle possibilità economiche del Museo, anche se la collezione era splendida e valeva certamente il prezzo richiesto.

Ricordando la sponsorizzazione che aveva consentito l'acquisto della grossa meteorite (vedi Pratesi, in questo volume), Curzio Cipriani – all'epoca direttore del Museo – si rivolse alla Cassa di Risparmio di Firenze che garantì, ripartito in tre anni, un contributo di 150 milioni di lire. Non avendo trovato in Firenze altre disponibilità, si cercò a Roma, al Ministero, così come era accaduto a fine Ottocento per le due collezioni elbane. Fu inoltrata, nel maggio del 1988, una richiesta ufficiale, sottolineando l'importanza scientifica ed estetica della collezione – allegando anche alcune immagini-, ricordando che erano trascorsi cento anni dall'ultimo contributo ministeriale e mettendo in evidenza il pericolo che la raccolta potesse essere venduta all'estero.

Avvenne il «miracolo»: nel settembre giunse, infatti, la notizia della concessione di un contributo di un miliardo di lire in tre anni, che invece fu interamente liquidato al termine della prima anno. In considerazione del pagamento entro il primo anno, si giunse

rapidamente all'acquisto ottenendo, anche, una sensibile riduzione del prezzo a circa 900 milioni (IVA compresa), oltre all'omaggio di un bellissimo campione di tormalina rubellite, che non faceva parte della collezione.

La collezione Ponis è formata da circa 2700 esemplari – in prevalenza provenienti dal Brasile (1372 pezzi; vedi Pratesi e Bonazzi «I minerali delle pegmatiti», in questo volume) e dall'Italia (532) (Figg. 16, 17) – che il collezionista teneva in un appartamento in 24 vetrine in legno, a parte i campioni giganteschi. La specie più rappresentata è senza dubbio il quarzo (924 campioni), con varietà prevalente l'agata (con ben 452 fette!), seguita dall'ametista (162) (Fig. 18) e dal quarzo affumicato (85); tra le specie, ancora presenti in modo molto massiccio la calcite (250) e dai minerali del gruppo della tormalina (192).

Le operazioni di imballaggio si svolsero a Lucca, dove la collezione era conservata, tra il novembre 1988 e il febbraio 1989; contemporaneamente si rese necessario avere disponibili tutti i dati per l'inventariazione dei pezzi, che sarebbero senza dubbio rimasti imballati per un certo tempo. Fu quindi creata una numerazione provvisoria e compilato un registro con le descrizioni dettagliate degli esemplari, il loro valore e il riferimento al contenitore in cui erano imballati. Sulla base di questo registro si poterono iniziare le procedure inventariali, che richiesero vari mesi di lavoro. Dopo l'inserimento, da parte degli uffici, dei dati nel programma di inven-

unfortunately, as occurred in the past for the Ciampi collection, the request was denied. In the early months of 1988, Ponis, although in the prime of life, expressed his intention to cease his activity and thus put his collection up for sale. In the meantime, the collection had increased in size and in price due to the runaway inflation in those years and the development of a flourishing mineral market, and it was now offered for 800 million lire + VAT, a discount price with respect to a stated value of 1.5 billion lire. It was splendid and definitely worth the asking price; nevertheless, the amount was clearly beyond the museum's possibilities.

Mindful of the sponsorship that enabled the purchase of a large meteorite (see Pratesi, in this volume), Curzio Cipriani, then director of the museum, turned to the Cassa di Risparmio di Firenze bank, which pledged a contribution of 150 million lire over three years. However, no other funding was found in Florence and it was decided to turn to Rome, to the Ministry, as had occurred in the 19th century for the two Elban collections. In May 1988, a formal request was sent to the Ministry; the request highlighted the scientific and aesthetical importance of the collection (including several photographs of specimens), raised the danger that it could be sold abroad, and recalled that 100 years had passed since the last ministerial contribution.

The «miracle» happened: the news came in September of a grant of a billion lire over three years, which instead was paid in full at the end of the first year. The payment within the first year led to the rapid purchase of the collection, with a significant reduction of the price to about 900 million lire (VAT included) plus the gift of a beautiful specimen of rubellite tourmaline, which had not been part of the collection.

The Ponis collection consisted of ca. 2700 specimens, mostly from Brazil (1372 pieces; see Pratesi and Bonazzi «The minerals of pegmatites», in this volume) and Italy (532) (Figs. 16, 17), which the collector had kept in 24 wooden display cases (excluding the gigantic specimens). The most represented species is undoubtedly quartz (924 specimens), the predominant variety being agate (with 452 slices!), followed by amethyst (162) (Fig. 18) and smoky quartz (85); other well represented species are calcite (250) and minerals of the tourmaline group (192).

The packing of the specimens was carried out in Lucca (where the collection was kept) between November 1988 and February 1989; at the same time, it was necessary to acquire all the data necessary to inventory the pieces, which would undoubtedly remained packed for some time. Hence, a provisional numbering system was created and a register was compiled with detailed descriptions of the specimens,

Fig. 15 Collezione Ponis: fluorite, Illinois, U.S.A. Misure: 16 x 15 x 12 cm. Camp. n. G40491.

Fig. 15 Ponis collection: fluorite, Illinois, USA. Measurements: 16 x 15 x 12 cm. Spec. n. G40491.



Fig. 16 Collezione
Ponis: aragonite,
Sardegna. Misure:
15 x 15 x 10 cm.
Camp. n. G40505.

Fig. 16 Ponis
collection:
aragonite,
Sardinia.
Measurements:
15 x 15 x 10 cm.
Spec. n. G40505.



Fig. 17 Collezione
Ponis: splendidi
cristalli di zolfo
provenienti dalle
miniere siciliane.
Misure: 65 x 45 x
25 cm. Camp. n.
G42440.

Fig. 17 Ponis
collection:
splendid sulphur
crystals from
Sicilian mines.
Measurements:
65 x 45 x 25 cm.
Spec. n. G42440.



tariazione generale dell'Università, finalmente arrivarono i numeri ufficiali d'inventario.

Non meno difficile e complicata risultò la parte logistica. Tutti gli esemplari furono imballati in circa 180 scatoloni e vennero adoperati ben 25 pallet per i campioni di grosse dimensioni; solo i pezzi più delicati furono portati a Firenze direttamente nel furgone del museo, mentre per il trasporto di scatoloni e pallet fu necessario l'intervento di una ditta specializzata.

Ma come sistemare praticamente questa grandissima quantità di esemplari, anche di dimensioni eccezionali? Molti dei campioni di quarzo erano geodi di ametista di svariate

decine di kg (fino a 400 kg la più grossa), ma il campione di maggior «riguardo» era un'acquamarina di 98 kg, trasportabile solo con notevoli attenzioni, che oltretutto richiese la costruzione di un'apposita vetrina. Nel salone, accanto alle delle vetrine e nei pochi spazi liberi si formarono pile di scatoloni, le ametiste sui pallet furono poste all'ingresso del salone, i pezzi più delicati nelle vetrine, soprattutto in quelle liberate per l'occasione, rinunciando all'esposizione degli strumenti antichi. Ed anche negli uffici, sotto le scrivanie, negli angoli, davanti agli armadi era un fiorire di scatolini e pallet. Ad ogni viaggio (almeno una cinquantina) qualche campione delicato

Fig. 18 Collezione Ponis: quarzo var. ametista (part.), Guerrero, Messico. Misure: 23 x 10 x 6 cm. Camp. n. G42253

Fig. 18 Ponis collection: quartz var. amethyst (detail), Guerrero, Mexico. Measurements: 23 x 10 x 6 cm. Spec. n. G42253

their value and the reference to the container in which they were packed. The inventory procedure, based on this register, required several months of work. After the data had been inserted in the university's general inventory program by the relevant offices, the official inventory numbers finally arrived.

The logistical part of the move was no less difficult and complex. The specimens were packed in ca. 180 boxes, while 25 pallets were used for the large specimens; only the most delicate pieces were brought to Florence directly in the museum van, while a specialized firm was hired to transport the boxes and pallets.

But how could this huge quantity of specimens, some of exceptional size, be effectively housed? Many of the quartz specimens were amethyst geodes weighing many dozens of kilograms (the largest was up to 400 kg), but the most «important» specimen was a 98 kg aquamarine, transportable only with considerable care and requiring the construction of a special display case. In the exhibition hall, stacks of boxes were set alongside the display cases and in the few available spaces, while amethysts on pallets were placed at the entrance of the hall and the most delicate pieces were put in the display cases, especially in those



Fig. 19 Collezione Ponis:
apatite, Panasqueira,
Portogallo. Misure: 11 x 7 x 6
cm. Camp. n. G40239.

Fig. 19 Ponis collection:
apatite, Panasqueira, Portugal.
Measurements: 11 x 7 x 6
cm. Spec. n. G40239.

veniva portato e messo in vetrina, inserendolo dove c'era spazio.

Questa, ovviamente, era una soluzione d'emergenza e nel giro di qualche tempo si provvide a dare una veste più decorosa alla sistemazione, sia pur provvisoria, del materiale. Gli scatoloni furono trasportati in cantina e in Museo rimasero solo i campioni più delicati e significativi (Figg. 19, 20), oltre alle grandi geodi, difficilmente spostabili. Per la I Settimana della Cultura Scientifica (1990), vennero ideate e realizzate una serie di vetrine sui «berilli e tormaline brasiliane», con i campioni più spettacolari appartenenti a questa collezione (vedi Pratesi e Bonazzi, in questo volume) e negli anni successivi fu data una collocazione definitiva ad altri esemplari di notevoli dimensioni – soprattutto le geodi di ametista –, portando in magazzino i pezzi che non era possibile esporre in modo degno del loro valore estetico e scientifico.



Fig. 20 Collezione Ponis:
piromorfite, Francia. Misure:
14 x 12 x 9 cm. Camp. n.
G41294.

Fig. 20 Ponis collection:
pyromorphite, France.
Measurements: 14 x 12 x 9
cm. Spec. n. G41294.

cleared of old instruments for the occasion. Boxes and pallets also suddenly appeared in the offices, under desks, in corners and in front of cabinets. On each trip (at least fifty), several delicate specimens were brought and placed in a display case, inserting them wherever there was space.

This was obviously an emergency situation and, after some time, a more decent, albeit still temporary, systematization of the material was provided. The boxes were

taken to the storerooms and only the most delicate and important specimens remained in the museum (Figs. 19, 20), in addition to the large difficult-to-move geodes. In 1990, on the occasion of the first Scientific Culture Week, several display cases for the «Brazilian beryls and tourmalines» were set up using the most spectacular specimens belonging to that collection (see Pratesi and Bonazzi, in this volume). In the following years, other very large specimens

Curzio Cipriani

Lo scienziato e il museologo

Curzio Cipriani. Scientist and museologist

Curzio Cipriani (1927-2007) divenne professore ordinario di Mineralogia all'Università degli Studi di Padova, nel 1965, e si trasferì poi a Firenze nel 1968 dove continuò la propria attività di docenza e di ricerca ininterrottamente fino al 2000. Ha coperto la carica di presidente della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia e quella di presidente del Gruppo Nazionale di Mineralogia per tre trienni dal 1991 al 1999. Per oltre venti anni è stato il rappresentante italiano nella «Commission of Museums» dell'*International Mineralogical Association*. Nel settore della museologia scientifica, è stato prima vicepresidente, dal 1977 al 1980, poi presidente per due quadrienni dal 1981 al 1989 dell'Associazione Nazionale Musei Scientifici nella quale ha fondato la rivista «*Museologia Scientifica*». Oltre che Socio Nazionale dell'Accademia Nazionale dei Lincei, è stato vicepresidente dell'Accademia Toscana di Scienze e Lettere «La Colombaria» e socio dell'Accademia del Disegno di Firenze.

Negli ultimi anni, ormai fuori ruolo, ha tenuto il corso di Museologia Naturalistica, sintesi del suo lungo impegno, prima nel Museo di Mineralogia, poi nel Museo di Storia Naturale dell'Università, di cui è stato direttore fino al pensionamento. Sotto la spinta della sua instancabile attività, nel 1984 i musei universitari fiorentini si unificarono in forma federativa e poi, dal 1998, divennero un'unica struttura articolata in sei sezioni disciplinari. Negli anni della sua direzione le collezioni della sezione di Mineralogia hanno fatto registrare un notevole incremento, sia quantitativo che qualitativo e suo è stato l'impulso ad affrontare ed approfondire lo studio storico

Curzio Cipriani (1927–2007) became full professor of Mineralogy in the University of Padua in 1965 and then moved to Florence in 1968 where he continued his teaching and research uninterrupted until 2000. He held the post of president of the Italian Society of Mineralogy and Petrology and that of president of the National Mineralogy Group for three 3-year terms from 1991 to 1999. For over 20 years, he was the Italian representative on the «Commission of Museums» of the International Mineralogical Association. In the field of scientific museology, he was first vice-president (from 1977 to 1980) and then president for two 4-year terms (from 1981 to 1989) of the Italian Association of Scientific Museums, in which he founded the journal «*Museologia Scientifica*». In addition to being a national member of the Lyncean Academy, he was vice-president of the «La Colombaria» Tuscan Academy of Sciences and Letters and member of the Academy of Drawing in Florence.

In the last years of his life (by now retired), he taught the Natural History Museology course, a synthesis of his long career, first in the Mineralogy Museum and then in the Museum



Fig. 21 Curzio Cipriani a Sainte Marie aux Mines, nel 2000, in una pausa.
Fig 21 At Sainte-Marie-aux-Mines in 2000, in a moment of relaxation

e sistematico delle raccolte conservate in Museo, che ha prodotto numerose pubblicazioni.

Negli anni della sua direzione, l'allestimento del salone espositivo fu parzialmente modificato. Pur nell'estrema carenza di spazio e di mezzi, Cipriani si prodigò per garantire l'aggiornamento del Museo, con numerose vetrine di carattere didattico, di cui curava personalmente i testi e seguiva la realizzazione.

L'attenzione all'attività complessiva della sezione si concretizzava anche in regolari riunioni col personale, con cui una volta al mese faceva il punto della situazione, affidava incarichi e ne verificava l'attuazione.

A lui la sezione di Mineralogia deve le pazienti trattative per reperire i fondi per l'acquisizione della collezione Ponis: «in fondo tentare vale la pena; al massimo abbiamo buttato

of Natural History, of which he was director until his retirement. Urged on by his untiring activity, the Florentine university museums united in a federal form in 1984 and then, from 1998, became a single structure divided into six disciplinary sections. In the years of his directorship, the collections of the Mineralogy section strongly increased, both quantitatively and qualitatively, and he led the way in the detailed historical and systematic study of the museum's collections, leading to numerous publications.

The layout of the exhibition hall was partially modified in the years of his directorship. Despite the extreme lack of space and means, Cipriani did everything possible to assure the updating of the museum, with numerous educational display cases for which he personally dealt with the texts and supervised the construction. His attention to the general activity of the section also led to monthly staff meetings during which he surveyed the situation, doled out tasks and verified their realization.

The Mineralogy section is in debt to him for the patient negotiations to raise funds for the purchase of the Ponis col-

via un foglio, una busta e un francobollo. Proviamo a scrivere al Ministero» fu il suo pensiero in quella circostanza. Sempre sotto la sua direzione si realizza l'acquisizione della collezione Giazotto e la delicata trafila per la raccolta di Giancarlo Brizzi.

Ma la collezione più importante – dal punto di vista scientifico – acquistata dal Museo sotto la sua guida è senza alcun dubbio la Koekkoek: tra i 3500 esemplari che la costituiscono, numerose sono le specie rare e addirittura unico è il campione nel quale è stata effettuata la scoperta del primo quasicristallo naturale (vedi Bindi e Steinhardt, in questo volume).

Dal 1984 Cipriani ha frequentato col personale della sezione le principali mostre-mercato europee, realizzando acquisti di numerosi esemplari, mantenendo l'aggiornamento su nuove specie e nuovi ritrovamenti, arricchendo così le raccolte del Museo. Immane, a fine ottobre, iniziava la missione per Monaco di Baviera al *Mineralientage*; in quei giorni, instancabile, girava fra gli stand della mostra, osservava, annotava e quindi concretizzava l'acquisto, dopo trattative a volte abbastanza lunghe e laboriose. Dal 1986 all'appuntamento tedesco si aggiunge anche la missione in Alsazia, a Sainte Marie aux Mines, dove ogni anno viene organizzata un'esposizione più piccola ma estremamente suggestiva poiché ambientata nel paesino francese dall'importante passato minerario.

Ma oltre all'incremento del patrimonio museale, Cipriani ha lavorato per trasformare il Museo in una realtà, non solo espositiva, ma anche scientifica, con una gestione più moderna delle collezioni, anche con lo scopo di renderle più fruibili per la ricerca, in pieno allineamento con gli obiettivi di un Museo universitario. Sotto il suo continuo stimolo fu introdotta, per la prima volta, quella catalogazione computerizzata che ha facilitato sia lo studio sistematico delle collezioni che le ricerche sulla storia del Museo, valorizzando così non solo l'istituzione ma anche il personale che vi ha operato.

Per fortuna l'avvento dei computer ha facilitato l'aggiornamento degli elenchi dei campioni della collezione, riportando i vari spostamenti, sia di scatola, che di vetrina, in modo da poter sempre rintracciare gli esemplari.

Collezione Giazotto

La notizia dell'acquisto della collezione Ponis da parte del Museo si sparse fra i più importanti collezionisti e mercanti italiani; questo provocò l'invio di offerte da parte di molti che speravano di vendere le loro collezioni al Museo, che pure stava esaurendo la sua momentanea disponibilità economica. Dopo aver visitato la sua prestigiosa dimora a Pisa, fu presa in considerazione una parte della collezione di Adalberto Giazotto, fisico dell'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare), ideatore e direttore del progetto VIRGO, nonché profondo

lection: on that occasion, his thinking was «after all, it's worth trying; at most, we've only wasted a sheet of paper, an envelope and a postage stamp. Let's try writing to the Ministry». The purchase of the Giazotto collection and the delicate negotiations for the collection of Giancarlo Brizzi also took place under his directorship. From the scientific point of view, however, the most important collection acquired by the museum under his guidance is undoubtedly the Koekkoek collection: its 3500 specimens include many rare species, as well as the unique specimen that led to the discovery of the first natural quasicrystal (see Bindi and Steinhardt, in this volume).

From 1984, Cipriani accompanied Mineralogy staff members to the main European trade shows, purchasing numerous specimens and keeping up to date on new species and new discoveries, thus enriching the museum collections. At the end of October each year, he began the mission to the *Mineralientage* in Munich; in those days, he untiringly visited the exhibition stands, observed, made notes and then finalized the purchases after sometimes long, laborious negotiations. From 1986, the German visit was joined by the mission to Sainte-Marie-aux-Mines in Alsace, where a smaller but very suggestive trade show is held each year in this small French town with an important mining history.

In addition to the increase of the museum patrimony, Cipriani also worked to transform the museum into not only an exhibitional reality but also a scientific one; to this purpose, he established a more modern management of the collections in order to make them more available for research, fully in line with the objectives of a university museum. Computerized cataloguing was introduced for the first time under his continuous stimulus. This facilitated both the systematic study of the collections and research on the museum's history, enhancing the value of the institution and the staff members who worked in it.

conoscitore e noto collezionista di minerali. Dopo qualche trattativa, si arrivò alla formulazione dell'offerta del 6 settembre 1989 per l'acquisizione di 416 esemplari per un totale di 100 milioni di lire, riducibili a 95 con rapido pagamento.

Celermente, il 15 settembre, giunse l'autorizzazione del Consiglio d'Amministrazione dell'Università e quindi, col residuo della somma assegnata dal Ministero e risparmiata nell'acquisto della collezione Ponis, fu acquisita anche questa raccolta. La collezione Giazotto – che, come già detto, rappresentava in realtà solo una porzione della più ampia collezione posseduta dal Giazotto stesso – aveva caratteristiche eminentemente estetiche (Figg. 22, 23, 24), con molte vanadinito di straordinarie dimensioni, quarzi connotati da eleganti forme oltre a grandi tormaline e fluoriti dall'aspetto vario, ma sempre molto gradevole. Diverse le località di provenienza, con preva-



Fig. 22



Fig. 23



Fig. 24

Fig. 22 Collezione Giazotto: malachite, Zaire. Misure: 19 x 16 x 12 cm. Camp. n. G43218.

Fig. 23 Collezione Giazotto: barite, Iglesias, Sardegna. Misure: 12 x 10 x 7 cm. Camp. n. G43005.

Fig. 24 Collezione Giazotto: cristalli di calcite scalenoedrica su matrice, Elmwood, Tennessee, USA. Misure: 20 x 14 x 13 cm. Camp. n. G43156.

Fig. 22 Giazotto collection: malachite, Zaire. Measurements: 19 x 16 x 12 cm. Spec. n. G43218.

Fig. 23 Giazotto collection: barite, Iglesias, Sardinia. Measurements: 12 x 10 x 7 cm. Spec. n. G43005.

Fig. 24 Giazotto collection: scalenohedral calcite crystals on matrix, Elmwood, Tennessee, USA. Measurements: 20 x 14 x 13 cm. Spec. n. G43156.

(above all the amethyst geodes) were given a definitive exhibit, and pieces which could not be displayed in a manner worthy of their aesthetical and scientific value were consigned to the storeroom.

Fortunately, the advent of computers facilitated the updating of the lists of specimens in the collection. The various moves of boxes or display cases could be recorded, so that the location of the specimens could always be traced.

Giazotto Collection

The purchase of the Ponis collection quickly became known to the most important Italian collectors and traders, leading to many offers to sell their collections to the museum, even though its momentary financial availability was be-

coming exhausted. After a visit to the prestigious Pisa home of Adalberto Giazotto, a physicist in the Italian Institute for Nuclear Physics (INFN), planner and director of the Virgo project and known connoisseur and collector of minerals, a part of his collection was considered for purchase. After some negotiation, an offer was made on 6 September 1989 for the purchase of 416 specimens for a total of 100 million lire, reduced to 95 million with rapid payment.

The university's Administrative Council quickly authorized the purchase (15 September) and, with the remaining amount allocated by the Ministry and saved in the Ponis negotiation, this collection was also acquired. The Giazotto collection (as already mentioned, only a portion of the larger collection owned by Giazotto) had mainly aesthetical characteristics (Figs. 22, 23, 24), with many extraordinarily

lenza di Marocco, Perù, USA e Brasile, oltre all'Italia.

Collezione Brizzi

Giancarlo Brizzi nacque a Firenze nel 1936 e cominciò a interessarsi di minerali a partire dalla seconda metà degli anni '60. La sua collezione rappresenta oltre 25 anni di intensa attività di ricerca sul campo e di scambi appassionati. Il colonnello Brizzi – divenuto direttore dello Stabilimento Chimico Farmaceutico Militare di Firenze – seppe alimentare una straordinaria collaborazione di ricerca con il Centro di Studio per la Mineralogia e la Geochimica dei Sedimenti del CNR di Firenze, nelle persone di Cesare Sabelli e Filippo Olmi, oltreché col Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze (Mazzetti *et al.* 1997). Dopo la sua tragica scomparsa, avvenuta nel 1992, il fratello Giorgio volle donare al Museo di Storia Naturale la splendida collezione mineralogica (Figg. 25, 26, 27), mentre all'Associazione amatoriale «Amici Mineralogisti Fiorentini» – di cui Brizzi era stato presidente – la ricca diatema prodotta personalmente dal Brizzi, consistente in oltre 3000 immagini di campioni e di località minerarie.

La donazione venne formalmente accettata dal Consiglio di Amministrazione dell'Università nell'ottobre 1993 ed autorizzata dalla Prefettura di Firenze il 29 dicembre

1993; nel maggio 1995 fu ufficializzata con la firma dell'atto di donazione fra il Rettore Paolo Blasi e il donante Giorgio Brizzi con una cerimonia semplice ma commovente.

I ricercatori che avevano collaborato con Brizzi in tante spedizioni scientifiche vollero dedicargli un nuovo minerale, la brizziite (Olmi e Sabelli, 1994), proveniente dalla famosa miniera delle Cetine di Cotorniano.

La collezione, costituita da circa 4600 esemplari, fu ordinata e catalogata anche grazie ai collaboratori delle ultime ricerche, che utilizzarono allo scopo gli appunti lasciati dal Brizzi stesso. La provenienza dei campioni è esclusivamente italiana, in particolare toscana (circa il 60%) e sarda (18%); da segnalare in particolare la presenza di una ventina di minerali provenienti dalle località tipo e alcune specie rare, quali campigliaite, cetineite, franzinite, onoratoite, peretaite. Se il visitatore del Museo non troverà in esposizione molti esemplari della collezione Brizzi non dovrà meravigliarsi, giacché la maggior parte dei campioni – essendo di esclusivo significato scientifico – è gelosamente conservata nei depositi.

Collezione Piccolomini-Pratesi

Questa collezione, acquistata dal Museo nel 1998 a seguito di una segnalazione arrivata direttamente dai proprietari (Emanuela Piccolomini e Giovanni Pratesi), è sicuramente

Fig. 25 Collezione Brizzi: quarzo var. ialino su marmo (part.), Fossa degli Angioli, Alpi Apuane. Misure: 20 x 18 x 7 cm. Camp. n. Z134.

Fig. 26 Collezione Brizzi: talco (part.), il Palagio, Strada in Chianti (FI). Misure: 23 x 18 x 10 cm. Camp. n. Z1543.

Fig. 27 Collezione Brizzi: gesso, miniera di Santa Barbara, Cavriglia, Arezzo. Camp. n. Z324.

Fig. 25 Brizzi collection: quartz var. hyaline on marble (detail), Fossa degli Angioli, Apuan Alps. Measurements: 20 x 18 x 7 cm. Spec. n. Z134.

Fig. 26 Brizzi collection: talc (detail), il Palagio, Strada in Chianti (Florence). Measurements: 23 x 18 x 10 cm. Spec. n. Z1543.

Fig. 27 Brizzi collection: gypsum, Santa Barbara mine, Cavriglia (Arezzo). Spec. n. Z324.

large vanadinites, elegantly shaped quartzes, and large tourmalines and fluorites of variable but always very pleasant appearance. The discovery sites varied but were mainly in Morocco, Peru, USA and Brazil, in addition to Italy.

Brizzi collection

Giancarlo Brizzi was born in Florence in 1936 and became interested in minerals in the second half of the 1960s. His collection represents over 25 years of intense field research and enthusiastic trading. Colonel Brizzi, who had become director of the Military Chemical-Pharmaceutical Plant in Florence, undertook a unique research collaboration with Cesare Sabelli and Filippo Olmi of the Mineralogy and Sedimentary Geochemistry Research Centre of the Italian NRC in Florence, as well with the Museum of Natural History of the University of Florence (Mazzetti *et al.*, 1997). After his tragic death in 1992, his brother Giorgio decided to donate the splendid mineral collection to the Museum of Natural History (Figs. 25, 26, 27) and the rich Photographic Archive produced personally by Brizzi, consisting of over 3000 images of specimens and mining sites, to the amateur «Amici Mineralogisti Fiorentini» Association (of which Brizzi was president). The donation of the mineral collection, formally accepted by the university's Administrative Council in

October 1993 and approved by the Prefecture of Florence on 29 December 1993, became official in May 1995 with the signing of the act of donation by the chancellor Paolo Blasi and the donor Giorgio Brizzi in a simple but moving ceremony. The researchers who had collaborated with Brizzi in many scientific expeditions dedicated a new mineral in his memory: brizziite (Olmi and Sabelli, 1994), coming from the famous Cetine mine of Cotorniano.

The collection, consisting of ca. 4600 specimens, was ordered and catalogued thanks to the collaborators in his last studies, who made use of the notes left by Brizzi. The provenance of the specimens is exclusively Italian, particularly Tuscan (about 60%) and Sardinian (18%); of special note is the presence of ca. 20 minerals from type localities and some rare species such as campigliaite, cetineite, franzinite, onoratoite and peretaite. Visitors to the museum should not be surprised if they do not find many specimens of the Brizzi collection on display, since most of them are exclusively of scientific interest and are jealously conserved in the storerooms.

Piccolomini-Pratesi collection

This collection, purchased by the museum in 1998 after a direct approach by the owners (Emanuela Piccolomini



Fig. 25



Fig. 26



Fig. 27



Fig. 28



Fig. 29



Fig. 30

modesta sotto il profilo della consistenza numerica – consta, in effetti, di circa 90 esemplari – ma è decisamente rilevante sotto il profilo della qualità estetica e scientifica dei campioni presenti (Figg. 28, 29, 30). Come curiosità è da notare che il doppio cognome con cui è identificata la collezione non si riferisce a un passaggio di proprietà bensì al fatto che la collezione è il frutto delle attività di una coppia, ora felicemente sposata, che ha sempre condiviso la passione per i minerali.

A sottolineare l'importanza che la pratica del collezionismo può assumere nell'indirizzare le scelte formative individuali, basti ricordare che nel caso di uno dei due proprietari (G.P.), che è anche curatore di questo volume e coautore del presente contributo, la naturale inclinazione per i minerali e per la

mineralogia si è poi trasformata in una professione orientata verso lo studio e la ricerca.

I campioni presenti nella collezione, tutti di altissima qualità (Figg. 31, 32, 33), rappresentano il frutto di un'accurata selezione effettuata, nel corso di almeno un ventennio, frequentando assiduamente varie mostre-mercato in Italia e all'estero. Tra le provenienze emerge l'Italia (20), USA (12), Marocco e Messico (8), e altri paesi.

Collezione Koekkoek

La storia di questa collezione è veramente singolare, non solo per le modalità di acquisto ma anche per la straordinaria ricchezza di nuove specie che, nel tempo, sono state studiate e caratterizzate dai ricercatori fiorentini (vedi Bindi e Steinhardt, in questo volume).

and Giovanni Pratesi), is certainly modest in number (consisting of ca. 90 pieces) but extremely important in terms of the aesthetical and scientific quality of the specimens (Figs. 28, 29, 30). As a curiosity, the double surname by which the collection is identified does not refer to a change of ownership but rather to the fact that the collection is the result of the activities of a couple, now happily married, which always shared a passion for minerals.

To underline the importance that collecting can assume in orienting individual educational choices, it should be mentioned that in the case of one of the two owners (GP), who is also the editor of this volume and co-author of this paper, the natural inclination toward minerals and mineralogy was transformed into a profession involving study and research.

The collection's specimens, all of very high quality (Figs. 31, 32, 33), are the result of careful selection carried out over at least 20 years by the assiduous frequentation of various trade shows in Italy and abroad. The origins of the specimens include Italy (20), the USA (12), Morocco and Mexico (8), as well as other countries.

Koekkoek Collection

The history of this collection is truly unique, not only because of the manner of its acquisition but also because of the extraordinary wealth of new species, which have been studied and characterized by Florentine researchers (see Bindi and Steinhardt, in this volume). In 1990, one of the advertisements in a mineralogical journal announced

Fig. 28 Collezione Piccolomini-Pratesi: quarzo var. prasio, Isola di Serifos, Grecia. Misure: 10 x 8 x 15 cm. Camp. n. G47753.

Fig. 29 Collezione Piccolomini-Pratesi: axinite, Puyva, Urali, Russia. Misure: 15 x 7 x 4 cm. Camp. n. G47783.

Fig. 30 Collezione Piccolomini-Pratesi: galena (part.), Reynolds County, Montana, U.S.A. Misure: 30 x 18 x 15 cm. Camp. n. G47785.

Fig. 28 Piccolomini-Pratesi collection: quartz var. prase, Serifos Island, Greece. Measurements: 10 x 8 x 15 cm. Spec. n. G47753.

Fig. 29 Piccolomini-Pratesi collection: axinite, Puyva, Urals, Russia. Measurements: 15 x 7 x 4 cm. Spec. n. G47783.

Fig. 30 Piccolomini-Pratesi collection: galena (detail), Reynolds County, Montana, USA. Measurements: 30 x 18 x 15 cm. Spec. n. G47785.



Fig. 31



Fig. 32



Fig. 33

Fig. 31 Collezione Piccolomini-Pratesi: wulfenite, Los Lamentos, Chihuahua, Messico. Misure: 12 x 7 x 6 cm. Camp. n. G47743.

Fig. 32 Collezione Piccolomini-Pratesi: mimetite (part.), S. Pedro Corralitos, Chihuahua, Messico. Misure: 9 x 8 x 3 cm. Camp. n. G47755.

Fig. 33 Collezione Piccolomini-Pratesi: vanadinite, Mibladen, Marocco. Misure: 6 x 4 x 3 cm. Camp. n. G47771.

Fig. 31 Piccolomini-Pratesi collection: wulfenite, Los Lamentos, Chihuahua, Mexico. Measurements: 12 x 7 x 6 cm. Spec. n. G47743.

Fig. 32 Piccolomini-Pratesi collection: mimetite (detail), San Pedro Corralitos, Chihuahua, Mexico. Measurements: 9 x 8 x 3 cm. Spec. n. G47755.

Fig. 33 Piccolomini-Pratesi collection: vanadinite, Mibladen, Morocco. Measurements: 6 x 4 x 3 cm. Spec. n. G47771.

Ennio Prato e Lino Caserini. Un'impronta indelebile di cultura e raffinatezza sul mercato mineralogico mondiale

Ennio Prato e Lino Caserini. An indelible mark of culture and refinement on the global mineral market

Per chiunque abbia collezionato minerali o abbia avuto l'occasione di frequentare le borse-mercato, i nomi di Ennio Prato e Lino Caserini sono sicuramente familiari. Negli ultimi trent'anni, in effetti, i più importanti collezionisti e i migliori musei hanno potuto beneficiare della straordinaria competenza e del raffinato gusto estetico che questi due «signori» del mercato mineralogico hanno saputo esprimere.

Le principali fiere a livello mondiale – Tucson, Denver, Saint Marie aux Mines, Munchen, Torino, Bologna – sono sempre state un riferimento per Ennio e Lino i cui stand, sapientemente allestiti e costantemente riforniti con campioni di qualità eccellente, hanno rappresentato un centro di attrazione irresistibile per tutti i visitatori.

Più di una volta i loro esemplari sono stati segnalati – dai vari recensori delle mostre – come i migliori presenti sul mercato.

Ennio e Lino non sono mai stati collezionisti e ciò rappresenta, secondo la nostra opinione, un indubbio vantaggio. In effetti, il commerciante che coltiva anche una propria collezione affronta un perenne «conflitto di interessi» poiché, per ogni campione veramente eccezionale che si trova a trattare, si chiederà se sia più opportuno venderlo oppure tenerlo. Il cliente di un commerciante-collezionista, d'altro canto, si chiederà sempre se il campione che si accinge ad acquistare sia veramente il più bello o piuttosto non rappresenti una «seconda scelta».

Questo può apparire insignificante per molti collezionisti – soprattutto per coloro che si dedicano al collezionismo sistematico, dove abbondano le specie rare e i campioni di piccole dimensioni (i *micromounts*) – ma non lo è affatto per coloro che coltivano un collezionismo di tipo estetico giacché, in questo caso, il desiderio di entrare in possesso dei campioni migliori usciti da una località classica o da un nuovo ritrovamento è spesso molto forte e pienamente giustificato anche alla luce dell'investimento economico che l'acquisizione di tali campioni spesso comporta.

Comunque, a prescindere dalla categoria di pensiero a cui si appartiene, rimane la constatazione che Ennio Prato e Lino Caserini hanno sempre saputo, con le loro mirabili intuizioni, intercettare ed acquistare materiale di grande valore estetico e scientifico. Spesso, per ottenere i migliori esemplari, si sono dovuti recare personalmente laddove i campioni venivano trovati ed estratti.

In effetti, il collezionismo mineralogico di alto livello – soprattutto negli ultimi decenni – raramente si nutre di ritrovamenti diretti. Accade spesso che nelle più importanti

The names Ennio Prato and Lino Caserini are certainly familiar to those who have collected minerals or have had the occasion to frequent mineral trade shows. In the last 30 years, the most important collectors and the best museums have benefitted from the extraordinary expertise and refined aesthetical taste of these two «gentlemen» of the mineral trade.

The principal international fairs – Tucson, Denver, Saint-Marie-aux-Mines, Munich, Turin, Bologna – were always a reference for Ennio and Lino, whose stands, ably arranged and constantly supplied with high-quality specimens, were an irresistible attraction for all the visitors.

On several occasions, their specimens were reported by various reviewers of the fairs to be the best ones available on the market.

In our opinion, the fact that Ennio and Lino were never collectors represented an undoubted advantage. In effect, the dealer who also cultivates his own collection faces a perennial «conflict of interest» since, for each really exceptional specimen that comes into his possession, he will wonder if it is more opportune to sell it or to keep it for himself. On the other hand, the customer of a dealer-collector will always wonder if the specimen he is about to purchase is really the most beautiful one or rather a «second choice».

This may seem meaningless for many collectors – especially those dedicated to systematic collecting, where rare species and small specimens (micromounts) abound – but this is not so for those devoted to aesthetical collecting. In this case, the desire to own the best specimens from a classic site or from a newly discovered locality is often very strong and fully justified in view of the economic investment often involved in the purchase of such specimens.

Notwithstanding the category of thinking to which one might belong, it remains that Ennio Prato and Lino Caserini were always able, with their admirable intuitions, to acquire material of great aesthetical and scientific value. To obtain the best specimens, they often had to travel to where the specimens were found and extracted.

In effect, top-level mineral collecting rarely involves direct discoveries, especially in recent decades. It is often the case that not even a single specimen in the most important

collezioni mineralogiche non vi sia neppure un esemplare ritrovato personalmente dal collezionista. Possiamo dire, senza tema di smentita, che il collezionismo di minerali di elevatissima qualità sia oramai assimilabile al collezionismo di opere d'arte: esiste infatti un consolidato mercato ed esistono complesse e articolate reti di vendita e di commercio.

In occasione di un nuovo ritrovamento, per entrare in possesso degli esemplari migliori, ci si deve recare nella località del ritrovamento stesso (che spesso si trova a migliaia di km di distanza rispetto al luogo in cui si abita) o ci si deve trovare comunque nelle condizioni di potere selezionare il materiale appena arriva in una mostra-mercato. Questa è una delle grandi qualità che Ennio e Lino sapevano esprimere: la tempestività, la capacità di essere nel posto giusto al momento giusto.

Ma questo, ovviamente, non è sufficiente per essere un «top-level dealer». Occorre anche essere profondi conoscitori della materia e del mercato. Occorre sapere se il materiale che si va ad acquistare possa realmente andare incontro alle aspettative degli acquirenti e soddisfare i gusti dei collezionisti. Occorre essere in grado di valutare se l'investimento fatto (spesso rilevante quando si tratta di esemplari da museo) verrà ripagato da una rapida vendita (giacché un commerciante esperto sa benissimo che il materiale invenduto rappresenta una penalizzazione non solo economica ma anche di immagine).

Ennio e Lino saranno comunque ricordati con stima e affetto, da tutti coloro che hanno avuto il privilegio di conoscerli, anche per altre doti e qualità che, a ben guardare, sono poi le più importanti.

L'esemplare onestà intellettuale, la dignità e la serenità – manifestate anche durante l'ultima estrema sfida che li ha portati via, a breve distanza di tempo l'uno dall'altro – hanno fatto di loro, oltretutto degli eccellenti professionisti, dei veri gentiluomini, nel senso più autentico del termine.

Nel 1990, fra gli annunci pubblicitari di una rivista mineralogica fu notata la vendita da parte di un olandese, il sig. Nico Koekkoek, di una collezione costituita in prevalenza di «micromounts», cioè piccoli campioni – tipicamente conservati in contenitori cubici con spigolo di 2,5 cm – caratterizzati dalla presenza di minuscoli cristalli visibili solo con forte ingrandimento (Fig. 34).

Per la raccolta, costituita da circa 3500 esemplari riferibili a ben 2500 specie (di cui circa 1700 allora non esistenti nel Museo), veniva richiesta una cifra che era possibile per le finanze del Museo e, quindi, ne fu deciso rapidamente l'acquisto. Viste le piccolissime dimensioni della massima parte degli esemplari, la collezione – non adatta all'esposizione -, ha consentito di disporre, a scopo di studio e di confronto di campioni che, all'epoca dell'acquisto, rappresentavano quasi tutte le 3500 specie all'epoca conosciute. Un paio di campioni di ghiac-

mineral collections was discovered personally by the collector. We can say, without fear of being contradicted, that the collecting of very high-quality mineral specimens can now be compared with the collecting of works of art: indeed, a consolidated market exists and there are complex networks of trade and commerce.

On the occasion of a new discovery, to acquire the best specimens, one must travel to the discovery site (often thousands of kilometres from home) or one must be able to select the material as soon as it appears in a trade show. This was one of the great qualities of Ennio and Lino: the timeliness, the ability to be in the right place at the right time.

But this is obviously not enough to be a «top-level dealer». You must also have a profound knowledge of the subject and of the market. You must know if the material you are about to buy can really meet the expectations of the buyers and satisfy the tastes of collectors. You must be able to evaluate if the investment made (often quite substantial in the case of museum specimens) will be recovered by a rapid sale (since an experienced dealer knows very well that unsold material represents not only an economic penalty but also a blow to his image).

However, Ennio and Lino will also be remembered, by all those who had the privilege of knowing them, with respect and affection because of other talents and qualities which, if we think about it, are the most important ones.

Exemplary intellectual honesty, dignity and serenity (also shown during the final extreme challenge that took them away from us, the one shortly after the other) made them not only excellent professionals but also true gentlemen, in the most authentic meaning of the word.

cio erano riportati negli elenchi manoscritti originali di Koekkoek; ovviamente questi non furono spediti in Italia dall'Olanda...

Acquisti mostre

In generale, le collezioni di un Museo, soprattutto quando l'istituzione assume una rilevanza internazionale, devono essere costantemente alimentate. Le collezioni mineralogiche, poi, hanno esigenze del tutto particolari giacché ogni anno si registrano nuovi ritrovamenti che possono esaurirsi in tempi anche molto brevi. In effetti, i musei più importanti hanno la necessità di avere rappresentata, all'interno delle collezioni, la maggior quantità possibile di specie e la maggiore quantità possibile di località. Pertanto, tutti i grandi musei competono fortemente non solo sul piano della ricerca e della conservazione ma anche



su quello delle acquisizioni che, ovviamente, richiedono una costante disponibilità finanziaria. È per questo motivo che in un museo di mineralogia, il curatore, oltre alle conoscenze scientifiche legate allo specifico settore disciplinare deve possedere anche ampie conoscenze di mercato per poter effettuare gli acquisti in maniera efficace.

Fino dal 1984, il personale del Museo assiduamente ha frequentato le più importanti mostre-mercato, concretizzando queste visite con l'acquisto di esemplari, fino ad oggi circa 500. Un Museo, oltre all'incremento delle collezioni per gli studi di mineralogia sistematica, deve anche acquisire esemplari nuovi, sia come specie che come località di

Fig. 34 Alcune esemplari della collezione Koekkoek, posati su una delle pagine dell'elenco originale della raccolta. Al n. 3671 si può notare un campione di ghiaccio, ovviamente non inviato al Museo.

Fig. 34 Some specimens of the Koekkoek collection sitting on one of the pages of the original list of the collection. Listed at no. 3671 is a specimen of ice, obviously not sent to the museum.

the sale of a collection by a Dutchman, Mr. Nico Koekkoek. The collection consisted mainly of «micromounts», i.e. small specimens typically conserved in cubic containers (2.5 cm per side) and characterized by tiny crystals visible only under high magnification (Fig. 34). There were ca. 3500 specimens referable to over 2500 species (of which about 1700 not present in the museum). The collection was offered at an affordable price and it was quickly decided to purchase it. On account of the very small size of most of the specimens, the collection was not suitable for display. However, it allowed the museum to possess specimens for the study and comparison of nearly all the 3500 species known at the time. Koekkoek's original handwritten lists also contained a couple of specimens of ice, which obviously were not sent from Holland to Italy!

Trade show acquisitions

In general, the collections of a museum, especially when the institution has assumed international importance, must

be constantly augmented. Mineralogical collections have particular needs because new discoveries are announced each year and the supply could easily be exhausted in a very short time. In fact, the most important museums must have the greatest possible amount of both species and localities represented in their collections. Therefore, the major museums strongly compete not only in terms of research and conservation but also of purchases, which obviously require continuous funding. Therefore, in addition to scientific knowledge related to his specific area of expertise, the curator in a mineralogy museum must also have extensive knowledge of the market in order to make purchases effectively.

Since 1984, museum staff members have visited the most important trade shows each year, and thus far have purchased well over 600 new specimens. In addition to augmenting its collections for systematic mineralogy studies, a museum also needs to acquire specimens of new species or from new discovery sites, as well as specimens of particular beauty or rarity to improve its exhibits. The latter



Fig. 35 Neptunite, San Benito County, California, USA. Misure: 10 x 10 x 4 cm. Camp. n. G65238.

Fig. 35 Neptunite, San Benito County, California, USA. Measurements: 10 x 10 x 4 cm. Spec. n. G65238.

provenienza, nonché migliorare l'ostensione con campioni di particolare bellezza o rarità.

Dedicati soprattutto all'esposizione si possono ricordare: una neptunite con bei cristalli lucenti proveniente da S. Benito, California (Fig. 35); un cristallo isolato di berillo varietà eliodoro dell'Ucraina (dimensioni 8 x 2.5 x 2.5 cm) perfettamente trasparente; un crisoberillo varietà alexandrite in grossi individui degli Urali; un campione di wolframite proveniente dalla classica località di Panasqueira, Portogallo (Fig. 36); una zoisite varietà tanzanite di notevole bellezza e trasparenza di dimensioni superiori al centimetro; splendidi cristalli di orpimento dalla Cina (Fig. 37); straordinari campioni di fluo-

rite di diversa provenienza (Fig. 38); un cristallo cubico di platino col lato di 5 mm della Siberia; una danburite messicana costituita da bellissimo aggregato di grossi cristalli; esemplari di gesso (Fig. 39); un notevole cristallo di scheelite su matrice proveniente dalla Cina, associato a ortoclasio e berillo; un grande e perfetto cristallo di spessartina dalla Tanzania (Fig. 40); un diamante ottaedrico su kimberlite proveniente da Yakutia, Russia Asiatica (Fig. 41); un bellissimo e variopinto campione di labradorite dal Madagascar (Fig. 42) e un imponente campione di tarbuttite dello Zambia che, a detta del fornitore, era il più grosso campione esistente sul mercato.

include: a neptunite with beautiful shiny crystals from San Benito, California (Fig. 35); an isolated, perfectly transparent crystal (8 x 2.5 x 2.5 cm) of beryl variety heliodor from Ukraine; a specimen with large crystals of chrysoberyl variety alexandrite from the Urals; a specimen of wolframite from the classic site of Panasqueira, Portugal (Fig. 36); an exceptionally beautiful and transparent crystal of zoisite variety tanzanite (larger than one centimetre); beautiful orpiment crystals from China (Fig. 37); extraordinary fluorite specimens of variable provenance (Fig. 38); a cubic platinum

crystal (5 mm per side) from Siberia; a beautiful aggregate of large Mexican danburite crystals; gypsum specimens (Fig. 39); an exceptional scheelite crystal on a matrix coming from China, associated with orthoclase and beryl; a large, perfect spessartine crystal from Tanzania (Fig. 40); an octahedral diamond on kimberlite from Yakutia, Asian Russia (Fig. 41); a beautiful multicoloured specimen of labradorite from Madagascar (Fig. 42); a very large tarbuttite specimen from Zambia which, according to the supplier, was the largest specimen on the market.



Fig. 36 Wolframite,
Panasqueira, Portugallo.
Misure: 10 x 8 x 6 cm. Camp.
n. G47297.

Fig. 36 Wolframite,
Panasqueira, Portugal.
Measurements: 10 x 8 x 6
cm. Spec. n. G47297.



Fig. 37 Orpimento, Hunan,
Cina. Misure: 10 x 10 x 4 cm.
Camp. n. G47977.

Fig. 37 Orpiment, Hunan,
China. Measurements: 10 x
10 x 4 cm. Spec. n. G47977.



Fig. 38a



Fig. 38b

Fig. 38 La fluorite è un minerale che può presentarsi con differenti colorazioni, quasi sempre legate alla presenza di difetti del reticolo cristallino. a) Fluorite, Cumberland, Inghilterra. Misure: 16 x 8 x 6 cm. Camp. n. G65373; b) Fluorite, Cina. Misure: 16 x 14 x 8 cm. Camp. n. G47973; c) Fluorite, Denton mine, Hardin County, Illinois, USA. Misure: 23 x 14 x 12 cm. Camp. n. G65413; d) Fluorite, Miniera di Nikolaevskiy, Dalnegorsk, Siberia, Russia. Misure: 20 x 20 x 16 cm. Camp. n. G47788.

Fig. 38 Fluorite is a mineral that can have different colours, almost always related to the presence of defects of the crystal lattice. a) Fluorite, Cumberland, England. Measurements: 16 x 8 x 6 cm. Spec. n. G65373; b) Fluorite, China. Measurements: 16 x 14 x 8 cm. Spec. n. G47973; c) Fluorite, Denton mine, Hardin County, Illinois, USA. Measurements: 23 x 14 x 12 cm. Spec. n. G65413; d) Fluorite, Nikolaevskiy mine, Dalnegorsk, Siberia, Russia. Measurements: 20 x 20 x 16 cm. Spec. n. G47788.



Fig. 38c



Fig. 38d



Fig. 39a



Fig. 39b

Fig. 39 a) Gesso, Augusta, Australia. Misure: 27 x 15 x 10 cm. Camp. n. G47855; b) Gesso (part.), Touissit, Marocco. Misure: 10 x 8 x 5 cm. Camp. n. G46771.

Fig. 39 a) Gypsum, Augusta, Australia. Measurements: 27 x 15 x 10 cm. Spec. n. G47855; b) Gypsum (detail), Touissit, Morocco. Measurements: 10 x 8 x 5 cm. Spec. n. G46771.



Fig. 40
Spessartina,
Loliondo,
Tanzania. Misure:
10 x 9 x 8
cm. Camp. n.
G65461.

Fig. 40
Spessartine,
Loliondo,
Tanzania.
Measurements:
10 x 9 x 8 cm.
Spec. n. G65461.



Fig. 41 Diamante,
Mirny, Yakutsk,
Yakutia, Russia.
Misure: 4 x 3 x
2 cm. Camp. n.
G47640.

Fig. 41 Diamond,
Mirny, Yakutsk,
Yakutia, Russia.
Measurements: 4
x 3 x 2 cm. Spec.
n. G47640.



Fig. 42



Fig. 43

L'acquisto di minerali provenienti da nuove località può risultare alla lunga non sempre conveniente, dal punto di vista economico. Ad esempio nel 1987 fu acquistato dal Museo un gruppo di cristalli di cinabro su dolomite di Guizhou (Cina) (Fig. 43), molto raro a fine anni '80, e nel 1989 fu la volta di un campione, sempre in cristalli ma su quarzo. Entrambi i campioni erano di dimensioni 10x10x5 cm e furono pagati rispettivamente 3.2 e 4.7 milioni di lire. Negli anni successivi, poi, la presenza sempre più massiccia di questi cinabri sul mercato per l'abbondanza dei ritrovamenti di questa specie, ha provocato un deciso abbassamento dei prezzi, fino a portare nel 1995 a poche centinaia di migliaia di lire il prezzo di esemplari, paragonabili a quelli da noi acquistati.

Per incrementare la parte espositiva relativa alle gemme sono stati eseguiti acquisti nel settore specifico. Oltre a pietre preziose stret-

tamente dette – quali un berillo varietà acquamarina di uno bellissimo colore tendente al verde di 8 carati, o un crisoberillo varietà alessandrite di 1.8 carati – sono state acquistate anche pietre tagliate di minerali che non sono considerate pietre preziose, a causa della loro scarsa durezza, ma che hanno un gradevole aspetto grazie alla sfaccettatura, come ambra, aragonite, calcite, cerussite, fluorite, scheelite, titanite e rodolite.

Per l'allestimento della mostra «La natura del colore, il colore della natura» che il Museo di Storia Naturale stava predisponendo, nel 1999 furono acquistate tre stupende fette di tormalina (liddicoatite) policroma del Madagascar con diametri fra i 20 e i 15 cm (vedi foto di copertina di questo volume).

Di seguito viene riportata una tabella indicante le mostre visitate dal personale del Museo nonché gli esemplari che sono stati acquistati.

In the long run, purchases of minerals from new localities might not always turn out to be good deals. For example, in 1987 the museum purchased a group of cinnabar crystals on dolomite from Guizhou (China) (Fig. 43), which were very rare in the late 1980s, while in 1989 it acquired a specimen of cinnabar crystals on quartz. Both specimens were 10x10x5 cm and cost respectively 3.2 and 4.7 million lire. In the following years, the increasingly frequent presence of cinnabar specimens on the market due to the numerous discoveries of this species led to a marked decline in prices, so that in 1995 one could buy specimens similar to those already purchased for a few hundred thousand lire.

Purchases of gemstones have also been made to increase the size of the displayed collection. They included

precious stones *sensu lato*, such as a beautiful greenish beryl variety aquamarine of 8 carats and a chrysoberyl variety alexandrite of 1.8 carats, as well as cut stones of minerals which, due to their low hardness, are not considered precious stones but have a pleasant appearance thanks to their faceting, such as amber, aragonite, calcite, cerussite, fluorite, scheelite, titanite and rhodolite.

In 1999, three stupendous slices of polychrome tourmaline (liddicoatite) from Madagascar (diameters between 20 and 15 cm) were purchased for the Museum of Natural History's exhibition «The nature of colour; the colour of nature» (see the photograph on the cover of this volume).

Below is a table indicating the trade shows visited by museum staff members and the specimens that were purchased.

Fig. 42 Labradorite, Carriere de Bekily, Tolear, Madagascar. Misure: 18 x 18 x 8 cm. Camp. n. G65368.

Fig. 43 Cristalli di cinabro su dolomite, Guizhou, Cina. Misure: 10 x 10 x 5 cm. Camp. n. G40017.

Fig. 42 Labradorite, Carriere de Bekily, Tolear, Madagascar. Misure: 18 x 18 x 8 cm. Spec. n. G65368.

Fig. 43 Cinnabar crystals on dolomite, Guizhou, China. Measurements: 10 x 10 x 5 cm. Spec. n. G40017.

	n. esemplari	Esemplari significativi
Monaco 1984	5	neptunite
Monaco 1985	20	berillo var. <i>acquamarina</i> – tennantite
S.Marie aux Mines 1986	2	wulfenite
Monaco 1986	16	barite
Monaco 1987	16	argento – rodocrosite – cinabro – torbernite
Monaco 1989	24	cuprite – realgar
Monaco 1990	50	rame – apatite – huebnerite
Monaco 1991	28	anglesite – opale – wolframite
Monaco 1992	25	epidoto – berillo var. <i>eliodoro</i> – axinite
Monaco 1993	43	benitoite – orpimento
Monaco 1994	8	
Monaco 1995	21	crisoberillo var. <i>alessandrite</i> – cavansiti
Monaco 1996	47	diamante – zoisite var. <i>tanzanite</i>
Monaco 1997	29	berillo var. <i>smeraldo</i> – oro – platino
Monaco 1998	25	danburite – scheelite – milarite
Monaco 1999	42	varie gemme – liddicoatite (tormalina) – tarbuttite
S.Marie aux Mines 2000	23	elbaite – meteorite
Monaco 2000	17	andradite var. <i>demantoide</i> (pietra tagliata)
S.Marie aux Mines 2001	12	berillo verde tagliato – belemnite
Monaco 2001	43	ematite su quarzo
Bologna 2002	9	orpimento – fluorocannilloite – ulexite – <i>tanzanite</i> (grezza)
Monaco 2002	30	giadeite, afghanite, Libyan Desert glass
Bologna 2003	7	fluorite
S.Marie aux Mines 2003	12	berillo var. <i>morganite</i> (sfaccettata) – pietre tagliate
Monaco 2003	18	tormalina sfaccettata – pezzottaite
Bologna 2004	18	varie gemme – micromount
Monaco 2008	29	spessartina – ciottoli levigati
Monaco 2009	10	pirite (serie di xx cubici isolati) – rocce varie (blocchi lucidati)
totale	629	

	No. specimens	Important specimens
Munich 1984	5	neptunite
Munich 1985	20	beryl var. <i>aquamarine</i> – tennantite
Sainte-Marie-aux-Mines 1986	2	wulfenite
Munich 1986	16	barite
Munich 1987	16	silver – rhodochrosite – cinnabar – torbernite
Munich 1989	24	cuprite – realgar
Munich 1990	50	copper – apatite – huebnerite
Munich 1991	28	anglesite – opal – wolframite
Munich 1992	25	epidote – beryl var. <i>heliodor</i> – axinite
Munich 1993	43	benitoite – orpiment
Munich 1994	8	
Munich 1995	21	chrysoberyl var. <i>alexandrite</i> – cavansites
Munich 1996	47	diamond – zoisite var. <i>tanzanite</i>
Munich 1997	29	beryl var. <i>emerald</i> – gold – platinum
Munich 1998	25	danburite – scheelite – milarite
Munich 1999	42	various gemstones – liddicoatite (tourmaline) – tarbuttite
Sainte-Marie-aux-Mines 2000	23	elbaite – meteorite
Munich 2000	17	andradite var. <i>demantoid</i> (cut stone)
Sainte-Marie-aux-Mines 2001	12	cut green beryl – belemnite
Munich 2001	43	hematite on quartz
Bologna 2002	9	orpiment – fluorocannilloite – ulexite – <i>tanzanite</i> (rough)
Munich 2002	30	jadeite, afghanite, Libyan Desert glass
Bologna 2003	7	fluorite
Sainte-Marie-aux-Mines 2003	12	beryl var. <i>morganite</i> (faceted) – cut stones
Munich 2003	18	faceted tourmaline – pezzottaite
Bologna 2004	18	various gemstones – micromounts
Munich 2008	29	spessartine – polished stones
Munich 2009	10	pyrite (series of xx isolated cubes) – various rocks (polished blocks)
Total	629	



Fig. 1

Per aspera ad astra: la collezione di meteoriti

Per aspera ad astra: *the meteorite collection*

Giovanni Pratesi

La collezione di meteoriti del Museo di Storia Naturale non è sicuramente così ricca come invece lo sono altri tipi di collezioni. Tuttavia, tra gli 80 campioni che la compongono, si riscontra la presenza di esemplari talmente rilevanti, sotto un profilo sia storico che scientifico, da giustificare pienamente una trattazione dettagliata all'interno di questo volume. Come già sottolineato da Cipriani e Corazza (1998), non è immediatamente intuibile il motivo per cui nel museo fiorentino, a fronte di collezioni mineralogiche tanto ricche, vi sia una collezione di meteoriti tanto modesta; possiamo tuttavia ipotizzare che lo scetticismo sulla natura extraterrestre di questi oggetti sia stato determinante. Comunque, a prescindere dalle possibili spiegazioni, rimane la constatazione incontrovertibile che il grande interesse registrato nel corso del XIX secolo per la mineralogia, e per la mineralogia regionale in particolare, non fu certamente accompagnato da un analogo interesse per le meteoriti che, in Italia, continuarono a lungo a essere

viste come vere e proprie curiosità piuttosto che come oggetti degni di indagini e studi approfonditi. Eppure, come vedremo in seguito, anche nel nostro paese erano avvenute cadute di meteoriti che avrebbero dovuto favorire apposite ricerche. Queste cadute, in effetti, incuriosirono alcuni studiosi ma dalla curiosità non scaturì alcuno studio sistematico, come invece accadde altrove.

Parlando di meteoriti occorre anzitutto ricordare che in Italia, con la sola eccezione della collezione della Specola Vaticana (attualmente ubicata a Castel Gandolfo e comunque appartenente allo Stato della Città del Vaticano) non esistevano, fino a pochi anni fa, collezioni paragonabili – per numero e qualità di campioni – alle più note collezioni di altri musei europei ed extraeuropei (McCall *et al.*, 2006). Oggi la situazione a livello nazionale è molto migliorata, soprattutto in relazione alla nascita del Museo Nazionale dell'Antartide (Folco e Rastelli, 2010) e del Museo di Scienze Planetarie della Provincia di Prato (Moggi Cecchi e Pratesi, 2002;

The Museum of Natural History's meteorite collection is certainly not as rich as the other types of collections. Nonetheless, its 80 specimens include some that are historically and scientifically important, and thus it fully deserves a detailed discussion in this volume. As already mentioned by Cipriani and Corazza (1998), it is not immediately clear why the meteorite collection is so small in the Florentine museum, given its very rich mineral collections, but we can hypothesize that the scepticism about the extraterrestrial nature of these objects was decisive. However, notwithstanding the possible explanations, there remains the incontrovertible fact that the great interest in mineralogy, and regional mineralogy in particular, during the 19th century was not accompanied by a similar interest in meteorites.

In Italy, they were long considered mere curiosities rather than objects worthy of investigations and detailed studies. Yet, as we will see later, meteorite falls that should have prompted particular studies did occur in Italy. These falls intrigued some scholars but the curiosity did not lead to any systematic study, as instead happened elsewhere.

With the exception of the meteorite collection of the Vatican Observatory (currently housed at Castel Gandolfo and belonging to the Vatican City State), Italy did not possess, up to a few years ago, any collections comparable in number and quality of specimens with the best known collections of other European and extra-European museums (McCall *et al.*, 2006). The situation in Italy has recently improved, especially in relation to the establishment of the

Fig. 1 Campione di moldavite: una tektite generata durante l'impatto che portò alla formazione del Ries Crater (Baviera, Germania). Peso: 2 grammi. Campione n. 18111.

Fig. 1 Moldavite sample: a tektite generated during the impact that led to the formation of the Ries Crater (Bavaria, Germany). Weight: 2 grams. Sample no. 18111.

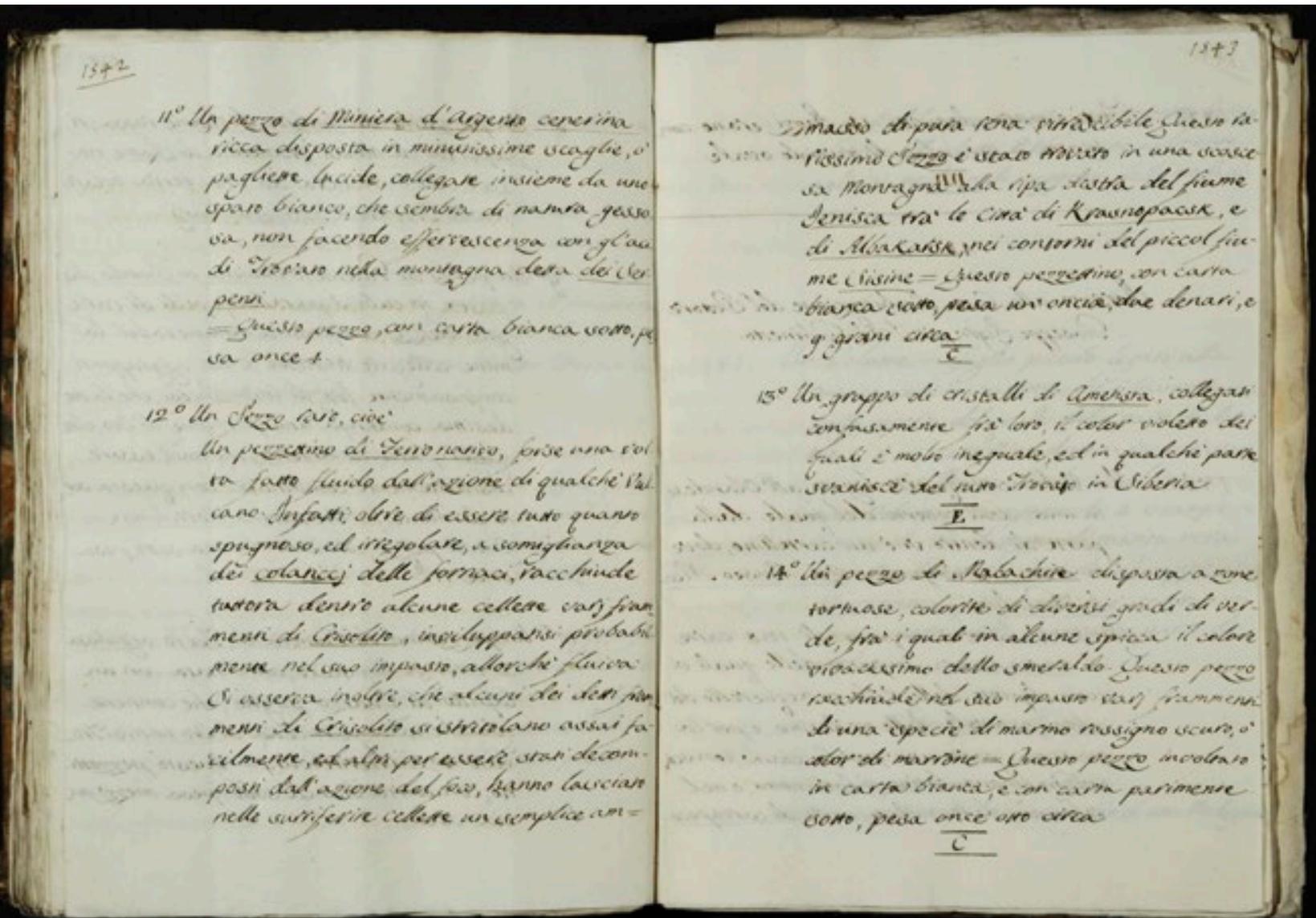


Fig. 2 Descrizione della meteorite Pallas presente sull'appendice dell'inventario del 1775. Documentazione archivistica dai fondi Imperiale e Real Corte, 5258. (Su concessione del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, divieto di riproduzione o duplicazione con qualsiasi mezzo).

Fig. 2 Description of the Pallas meteorite present in the appendix to the 1775 inventory. Archival documentation (fondi Imperiale e Real Corte, 5258) (By concession of the Ministry of Culture, reproduction or duplication by any means is prohibited).

Pratesi *et al.*, 2005), dove sono conservate importanti collezioni rispettivamente di meteoriti antartiche e sahariane.

Comunque, anche se qualche antico esemplare legato alle cosiddette *falls* (ossia cadute di meteoriti documentate da testimonianze oculari, in contrapposizione ai così-

National Antarctica Museum (Folco and Rastelli, 2010) and the Museum of Planetary Sciences of the Province of Prato (Moggi Cecchi and Pratesi, 2002; Pratesi *et al.*, 2005), which respectively conserve important collections of Antarctic and Saharan meteorites.

Although some specimens related to so-called *falls* (meteorite hits that occurred in the presence of eyewitnesses, in contrast to so-called *finds*, i.e. discoveries not associated with any sighting) had been fortuitously conserved (McCall *et al.*, 2006), meteorite collections only began to take form in the major museums of the world toward the end of the 18th century. The reader should not be surprised at this since the scientific community began to accept the idea that meteorites had an extraterrestrial origin (and thus merited investigation and conservation) only in the early 19th century, above all thanks to the contri-

butions of Ernst Florens Friedrich Chladni, Edward Charles Howard and Jean-Baptiste Biot. Yet, stones fallen from the sky have been reported since antiquity: records from over 3000 years ago are found in the literature and legends of the Old and New World (Cipriani, 1996; D'Orazio, 2007). However, no meteorite from a fall documented prior to 861 AD has come down to us, and only two meteorites from the falls recorded between 861 and 1492 have been conserved, those from Nagano (Japan) and Ensisheim (France). According to Chladni (1819), meteorite material was even removed from some collections during the 18th century, evidently because meteorites were considered unnatural or unworthy of belonging to a naturalistic collection: such «purges», again according to Chladni, occurred in five European cities (Dresden, Vienna, Copenhagen, Berne and Verona) and involved specimens from six different falls.

lettore, poiché la comunità scientifica iniziò ad accettare l'idea che le meteoriti fossero di origine extraterrestre – e dunque oggetti meritevoli di essere indagati e conservati – solamente agli inizi dell'Ottocento, soprattutto grazie ai contributi di Ernst Florens Friedrich Chladni, Edward Charles Howard e Jean-Baptiste Biot. Eppure testimonianze di pietre cadute dal cielo sono state riportate fino dall'antichità: segnalazioni si ritrovano, da oltre tremila anni, nelle letterature e nelle leggende del Vecchio e Nuovo Mondo (Cipriani, 1996; D'Orazio, 2007). Tuttavia nessuna meteorite, la cui caduta documentata sia antecedente al 861 d.C., è giunta fino a noi; se invece prendiamo in considerazione le cadute registrate tra l'anno 861 e l'anno 1492, possiamo allora verificare che solamente due meteoriti, ossia la meteorite di Nagano (Giappone) e quella di Ensisheim (Francia), sono state conservate. Addirittura, secondo Chladni (1819), nel corso del XVIII secolo da alcune collezioni fu tolto il materiale meteoritico poiché, evidentemente, ritenuto non naturale o comunque indegno di appartenere a una collezione naturalistica: tali «epurazioni», stando sempre alla testimonianza di Chladni, sarebbero avvenute in cinque città europee (Dresda, Vienna, Copenhagen, Berna e Verona) e avrebbero riguardato campioni provenienti da sei diverse *falls*.

Pallas e Siena ovvero ... lo sviluppo della scienza delle meteoriti

Nella collezione del museo fiorentino si ritrovano testimonianze di due «cadute» – denominate Pallas e Siena – che occupano un posto di rilievo nella storia della scienza e

in particolare della «meteoritica», ossia della disciplina che studia la natura e la genesi di questi specifici corpi extraterrestri.

La meteorite Pallas, che trae il nome dal naturalista e viaggiatore tedesco Peter Pallas, compare già nelle «appendici» dell'inventario del 1775; la data di arrivo del campione a Firenze non è nota precisamente ma si può presumere che l'esemplare rappresenti il dono, per il Granduca, di un'ambascieria russa avvenuta attorno al 1776 (Cipriani *et al.*, 2011). Il campione presente nelle collezioni del Museo di Storia Naturale (n. cat. 13761; peso 90 g; vedi Fantoni e Poggi «Dalla Real Galleria all'Imperial Regio Museo di Fisica e Storia Naturale», in questo volume) è sicuramente tra quelli raccolti dal Pallas nel suo viaggio compiuto nell'Impero Russo tra il 1768 e il 1774, durante il quale visitò vaste zone della Siberia. Questa meteorite, che è accuratamente descritta nei documenti di archivio (Fig. 2), assume un grande significato scientifico non solamente perché ha dato il nome ad un'intera classe di meteoriti (le pallasiti, meteoriti composte prevalentemente da una lega ferro-nickel e da minerali del gruppo dell'olivina) ma anche, e soprattutto, perché Chladni, studiando analoghi campioni raccolti dallo stesso Pallas, pubblicò nell'aprile del 1794 un magistrale lavoro nel quale proponeva l'origine extraterrestre di questi corpi. Le idee di Chladni furono ferocemente avversate da una larga parte della comunità scientifica dell'epoca giacché violavano almeno due delle convinzioni più fortemente radicate a quei tempi, ossia che frammenti di roccia e metallo non potessero cadere dal cielo e che nello spazio non esistessero piccoli corpi oltre la Luna (Marvin, 1996). Otto anni più tardi, però, grazie anche al fonda-

Pallas and Siena, or the development of the science of meteorites

The collection of the Florentine museum contains testimony of two falls, called Pallas and Siena, which occupy an important place in the history of science and particularly of «meteoritics», the discipline that studies all aspects of meteorites, including the nature and origin of these extraterrestrial bodies.

The Pallas meteorite, which takes its name from the German naturalist and voyager Peter Pallas, appeared in the «appendices» of the 1775 inventory; although the date the specimen arrived in Florence is not precisely known, it can be presumed to have been the gift of a Russian legation to the Grand Duke around 1776 (Cipriani *et al.*, 2011). The specimen in the collections of the Museum of Natural

History (cat. no. 13761; weight 90 g; see Fantoni and Poggi «From Real Galleria to Imperial Regio Museo di Fisica e Storia Naturale», in this volume) is certainly one of those collected by Pallas in his journey in the Russian Empire between 1768 and 1774, during which he visited vast areas of Siberia. This meteorite, carefully described in documents (Fig. 2), is of great scientific importance not only because it gave the name to a whole class of meteorites (pallasites, composed mainly of an iron-nickel alloy and minerals of the olivine group) but also, and especially, because Chladni, after studying similar specimens collected by Pallas, published a magisterial work in April 1794 in which he proposed the extraterrestrial origin of these bodies. Chladni's ideas were fiercely opposed by a large part of the scientific community since they violated at least two of the most strongly rooted convictions of the time, i.e. that fragments of rock



Fig. 3 Un bel frammento della meteorite Siena. Peso: 170 g. Camp. n. G13774.

Fig. 3 A lovely fragment of the Siena meteorite. Weight: 170 g. Spec. n. G13774.

mentale lavoro analitico compiuto su alcune meteoriti (tra cui la meteorite di Siena) dal chimico Edward Charles Howard (Howard, 1802) in collaborazione con Jacques-Louis de Bournon, i più illustri scienziati europei si persuasero che corpi rocciosi o metallici potessero effettivamente cadere dal cielo.

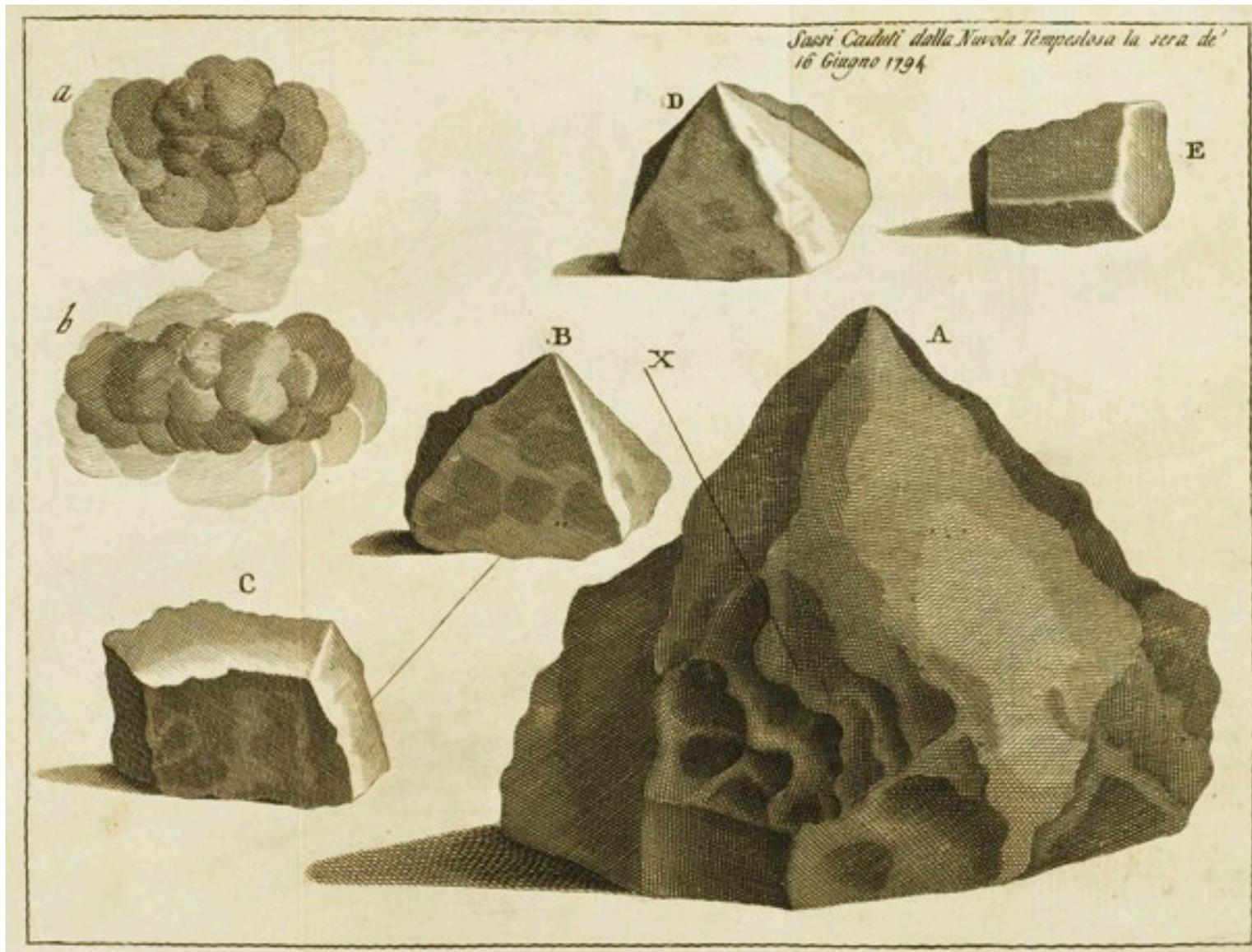
L'altra meteorite, che appartiene alla collezione del Museo ed ha contribuito in maniera determinante allo sviluppo delle conoscenze scientifiche, è appunto quella di Siena (Fig. 3), una condrite ordinaria LL5. La sera del 16 giugno del 1794, nelle campagne del senese, si verificò la caduta di una meteorite, una «piogetta di sassi», come la descrive l'abate Camaldolese Ambrogio Soldani (Fig. 4), natu-

ralista e docente di Matematiche presso l'Università di Siena nonché Rettore del Monastero di Santa Mustiola della Rosa in Siena. Questa caduta, testimoniata da moltissimi osservatori, suscitò, in una città raffinata ed erudita qual era Siena, grande meraviglia e innescò immediatamente nella comunità scientifica un acceso dibattito al quale parteciparono eminenti studiosi italiani e stranieri (Levi-Donati, 1975). Le parole che usa Soldani nella lettera dedicatoria indirizzata, in data 13 luglio 1794, a Frederick Hervey ben testimoniano il dubbio che agitava le menti degli studiosi: «Qui si agita una questione, se un turbine recentemente accaduto, o piuttosto una meteora igneo-aerea abbia scagliati sulla terra de' sassi: il fatto è

and metal could not fall from the sky and that small bodies did not exist in space beyond the Moon (Marvin, 1996). However, eight years later, the most illustrious European scientists became convinced that rocky or metallic bodies could fall from the sky thanks to the fundamental analytical work on some meteorites (including the Siena meteorite) by the chemist Edward Charles Howard in collaboration with Jacques-Louis de Bournon (Howard, 1802).

The other meteorite in the museum collection that has played an important role in the history of science is from

Siena (Fig. 3). In the evening of 16 June 1794, a meteorite fall was seen in the countryside around Siena, a «hail of stones» as described by the Camaldolese abbot Ambrogio Soldani (Fig. 4), a naturalist and professor of Mathematics at the University of Siena as well as Rector of the city's Santa Mustiola della Rosa Monastery. This fall, witnessed by very many observers, aroused great curiosity in such a refined and erudite city as Siena and immediately initiated a heated debate in the scientific community involving eminent Italian and foreign scholars (Levi-Donati, 1975). The words Sol-



sorprendente ed incredibile [...]». Probabilmente la comunità scientifica avrebbe potuto dibattere più serenamente sulla caduta della meteorite se incidentalmente non fosse intervenuta, esattamente 19 ore prima, un'eruzione esplosiva del Vesuvio che portò alcuni scienziati, tra cui Giorgio Santi, ad ipotizzare che queste pietre potessero in realtà essere bombe e lapilli eruttati dal vulcano. Ambrogio Soldani, tuttavia, contesta fortemente queste posizioni sulla base di semplici considerazioni logiche. Scrive infatti Soldani:

Convinti alcuni della verità del fenomeno in riguardo alla caduta de' sassi, né potendo per altro immaginarsi come pietre di tanto peso siansi formate in aria, hanno sospettato, che queste fossero state eruttate e scagliate fino a Noi dal Vulcano di Napoli; tanto più che l'esplosione de' sassi in Toscana, accaduta solo 19 ore dopo la grand'eruzione del Vesuvio. Ma troppo eccessiva è la distanza da Napoli a noi per credere che pietre di questa mole abbiano percorso sì lunghi e sì alti spazi sopra la superficie terrestre. [...] Ripugna altresì alle leggi della buona Fisica, che sassi di diversa mole, quali sono i nostri da una mezz'oncia [circa 14 g], e qualche cosa di meno, alle

Fig. 4 Un bel disegno tratto dal libro con cui Ambrogio Soldani descrisse la «caduta» di Siena.

Fig. 4 A nice drawing from the book in which Ambrogio Soldani described the Siena «fall».

dani used in the dedicatory letter addressed to Frederick Hervey on 13 July 1794 well express the doubt that stirred the minds of the scholars: «[...] Here a question is debated, if a recent whirlwind, or rather an igneous-aerial meteor has scattered stones on the earth: the fact is surprising and incredible [...]». The scientific community probably would have discussed the meteorite fall more serenely if there had not been an explosive eruption of Vesuvius exactly 19 hours earlier, which led some scientists, including Giorgio Santi, to hypothesize that these stones might have been

bombs and lapilli ejected from the volcano. However, Ambrogio Soldani strongly contested this idea on the basis of simple logical considerations. He wrote:

«Convinced of the truth of the phenomenon regarding the fall of stones, yet not being able to imagine how stones of such weight could have formed in the air, some people have suspected that they had been ejected and scattered as far as our region by the Volcano of Naples; all the more since the explosion of stones in Tuscany took place only

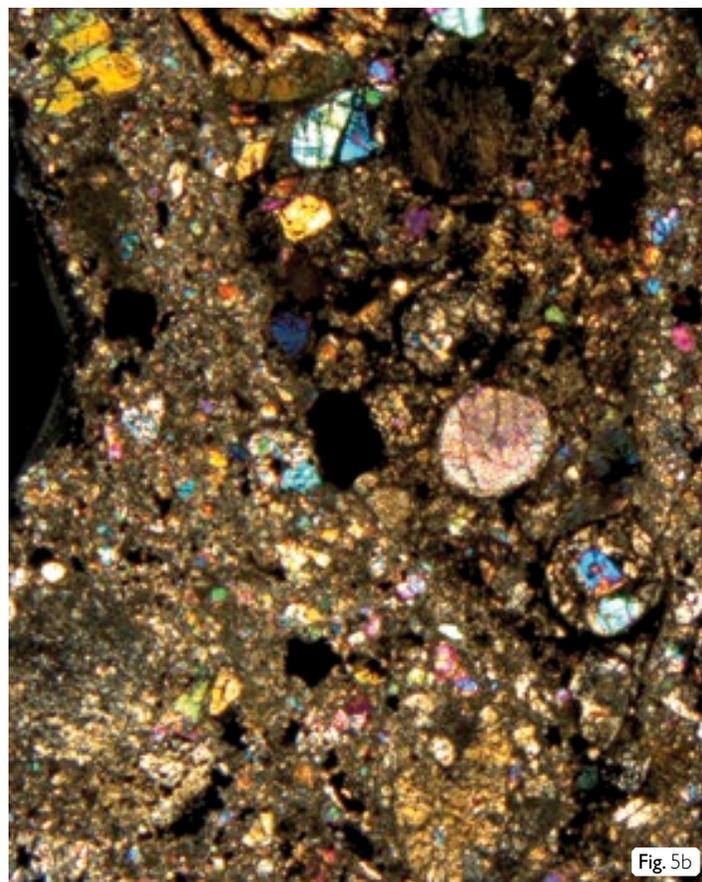
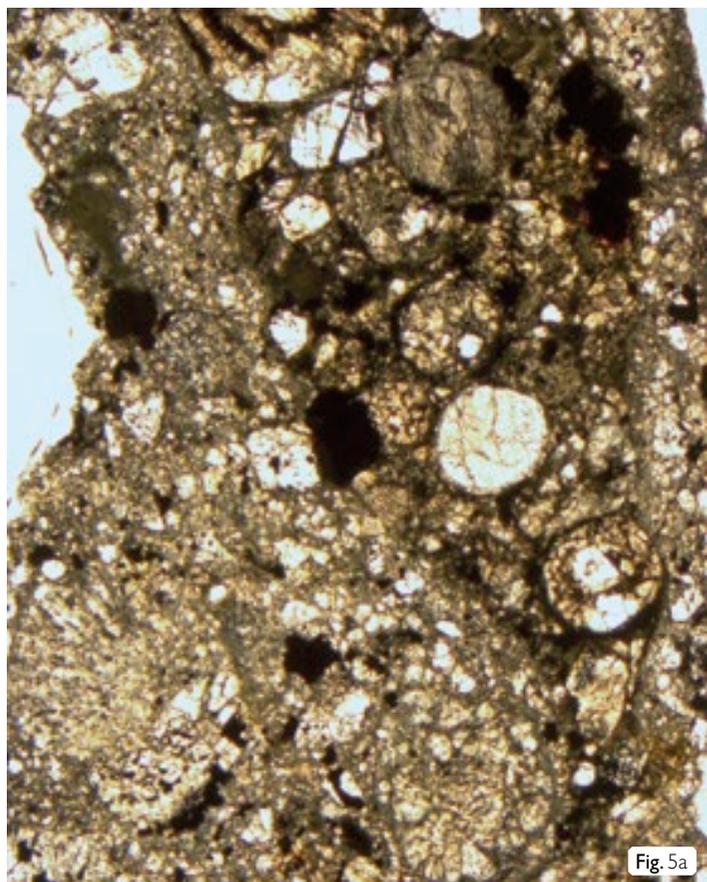


Fig. 5 a) Fotografia al microscopio petrografico polarizzante a nicols paralleli di una sezione sottile (spessore circa 30 mm) della meteorite Siena; **b)** la stessa porzione di campione osservata a nicols incrociati. Entrambe le immagini, riprese a 25 ingrandimenti, mostrano due differenti porzioni di questa meteorite: nella zona più scura – al centro e in alto, a destra – abbondano alcune condrule (corpi rotondeggianti che rappresentano le prime fasi condensate del Sistema Solare) di vario tipo. Le parti che nelle immagini risultano nere sono costituite da metallo – principalmente kamacite – e solfuri; queste fasi, essendo opache alla luce, appaiono sempre nere quando le osservazioni vengono effettuate in luce trasmessa, come in questo caso (Fotografia di Sofia Pratesi).

Fig. 5 a) Photograph of a thin section of the Siena meteorite taken with a petrographic polarizing microscope with parallel nicols (thickness ca. 30 mm); **b)** the same part of the specimen observed with crossed nicols. Both images (25x magnification) show two different portions of this meteorite: various types of chondrules (roundish bodies that represent the first condensed phases of the Solar System) are abundant in the darker zone. The black parts in both images consist of metal (mainly kamacite) and sulphides; these phases, being opaque to light, always appear black when the observations are made in transmitted light, as in this case (Photography by Sofia Pratesi).

libbre sei [circa 2 kg], gettati in aria colla medesima forza dal nuovo cratere del Monte di Somma, siano poi tutti caduti, e piccoli e grandi, entro il recinto di poche miglia, e non piuttosto siansi dispersi secondo le varie resistenze, che patir doveano in un sì lungo viaggio, anche camminando per aria.

Infine il Soldani, ricordando che G. Thomson non aveva trovato attorno al Vesuvio alcuna roccia che avesse similarità con quelle cadute a Siena, conclude scrivendo: «*nemo dat quod non habet*» (*nessuno può dare quel che non ha*). Tuttavia neppure il meticoloso e razionale Soldani riesce a intuire la vera natura del fenomeno osservato nei cieli di Siena. Nonostante avesse studiato attentamente

19 hours after the great eruption of Vesuvius. But the distance from Naples to us is too excessive as to believe that stones of this large size could have traversed such long and high spaces above the earth's surface. [...] Moreover, it is contrary to the laws of good Physics that stones of different sizes, as are ours, from half an ounce [ca. 14 g], and somewhat less, to six pounds [ca. 2 kg], thrown into the air with the same force from the new crater of the Monte di Somma would then have fallen, both small and large, within the same area of a few miles and not instead have been dispersed according to the various resistances that they must have met in such a long journey, even travelling by air».

Finally, Soldani, mentioning that G. Thomson had not found any rock around Vesuvius with similarities to those fallen at Siena, concluded: «*nemo dat quod non habet*»

e descritto sapientemente un gran numero di campioni che erano arrivati tra le sue mani – riportandone per ognuno il peso e la forma, il colore, la struttura, la tessitura (Fig. 5), la composizione mineralogica nonché l'odore – e pur essendo riuscito, con argomentazioni convincenti, a confutare la teoria del turbine (teoria formulata da Lazzaro Spallanzani, uno dei più famosi scienziati dell'epoca, secondo la quale le pietre sarebbero state portate in aria da un «turbine» e poi abbruciate dall'elettricità atmosferica prima di ricadere al suolo) e quelle vulcaniste, alla fine Ambrogio Soldani, pur riconoscendo che quelle cadute dal cielo fossero pietre di un nuovo tipo, ipotizza che la

(no one gives what he does not have). Nevertheless, not even the meticulous and rational Soldani was able to intuit the true nature of the phenomenon observed in the skies of Siena. He had carefully observed and ably described a large number of meteorite specimens that had come into his hands, reporting for each one the weight and shape, colour, structure, texture, mineralogical composition (Fig. 5) and even the odour. And he had succeeded, with convincing reasoning, to disprove the whirlwind theory (formulated by Lazzaro Spallanzani, one of the most famous scientists of the time, according to which the stones had been carried into the air by a «whirlwind» and then scorched by the atmospheric electricity before returning to the ground) and the volcano theories. Despite this, although admitting that the falls from the sky were stones of a new type, Ambrogio Soldani finally hypothesized that the cloud or bolide from

nuvola o bolide, da cui sarebbero state lanciate le pietre, potesse essersi formata al di sopra della regione delle nubi, probabilmente per condensazione di vapori emessi dalla Terra. Dunque anche il Soldani rifiuta l'idea di un'origine extraterrestre che pure, tre mesi prima, era stata avanzata da Chladni. Dobbiamo comunque considerare che il pensiero dominante all'epoca rifiutava categoricamente l'idea che potessero cadere sulla Terra corpi provenienti dallo spazio: scienziati eminenti, quali Niccolò Copernico, Galileo Galilei, Giovanni Keplero, Isaac Newton e Christiaan Huygens avevano, nel corso del tempo, decretato che lo spazio oltre la Luna e gli altri corpi visibili dovesse essere vuoto «ad eccezione dell'ineffabile etere». Nonostante l'ingenuità della sua bizzarra conclusione, l'opera di Soldani, come ci ricordano giustamente Marvin (2007) e Folco (2008), è stata fondamentale perché ha fornito un'accurata descrizione dell'accaduto, documentando l'autenticità di un fenomeno naturale – la caduta di corpi rocciosi dal cielo – considerato al tempo sorprendente e straordinario e sollevando un'interessante questione scientifica, a livello europeo, che avrebbe portato in breve tempo al riconoscimento, da parte della comunità scientifica, dell'origine cosmica delle pietre cadute dal cielo.

Renazzo, Monte Milone, Girgenti e Alfianello

Nella collezione di meteoriti sono poi presenti altri campioni degni di una particolare menzione (Cipriani *et al.*, 1999). Ricordiamo, in particolare, quattro ritrovamenti avvenuti nel corso del XIX secolo a seguito di altrettanti avvistamenti di cadute, contrassegnati

which the stones would have been launched had formed above of the region of the clouds, probably by condensation of vapours emitted by the Earth. Hence, Soldani also rejected the idea of an extraterrestrial origin advanced by Chladni three months earlier: We must consider, however, that the dominant thinking at the time categorically rejected the idea that bodies deriving from space could fall to the Earth: eminent scientists such as Nicolaus Copernicus, Galileo Galilei, Johannes Kepler, Isaac Newton and Christiaan Huygens had decreed that the space beyond the Moon and the other visible bodies must be empty «except for the ineffable ether». Yet, as correctly pointed out by Marvin (2007) and Folco (2008), in spite of the ingenuity of his eccentric conclusion, Soldani's work was fundamental in that it provided an accurate description of the Siena fall, documenting the authenticity of a natural phenomenon (the fall



Fig. 6a



Fig. 6b

pertanto come *falls*. Le meteoriti in questione, con i rispettivi anni di caduta, sono quelle di Renazzo (1824), Monte Milone (1846), Girgenti (1853) [riportata nei cataloghi del museo con il nome di Agrigento] e Alfianello (1883). Le ultime tre meteoriti (Figg. 6, 7) – i

of rocky bodies from the sky) that was considered astonishing and extraordinary at the time. Moreover, it raised an interesting scientific question in European circles that would soon lead to recognition by the scientific community of the cosmic origin of stones that had fallen from the sky.

Renazzo, Monte Milone, Girgenti and Alfianello

Other specimens worthy of particular mention are present in the meteorite collection, in particular four discovered in the 19th century following observed falls (Cipriani *et al.*, 1999). The meteorites in question, with the respective years of the fall, are from Renazzo (1824), Monte Milone (1846), Girgenti (1853) [reported in the museum catalogues with the name Agrigento] and Alfianello (1883). The last three meteorites (Figs. 6, 7) –

Fig. 6 a) Meteorite Monte Milone, una condrite ordinaria L, di tipo petrologico 5, caduta il giorno 8 maggio 1846. Peso 250 g. Camp. n. G13769. b) Meteorite Alfianello, condrite ordinaria L6. Questo campione entrò nel Museo nello stesso anno in cui cadde, ossia nel 1883. Peso 185 g. Camp. n. G13776.

Fig. 6 a) Monte Milone meteorite, an ordinary L chondrite, petrologic type 5, that fell on 8 May 1846. Weight: 250 g. Spec. n. G13769. b) Alfianello meteorite, an ordinary L6 chondrite. This specimen came to the museum in the same year in which it fell, 1883. Weight: 185 g. Spec. n. G13776.

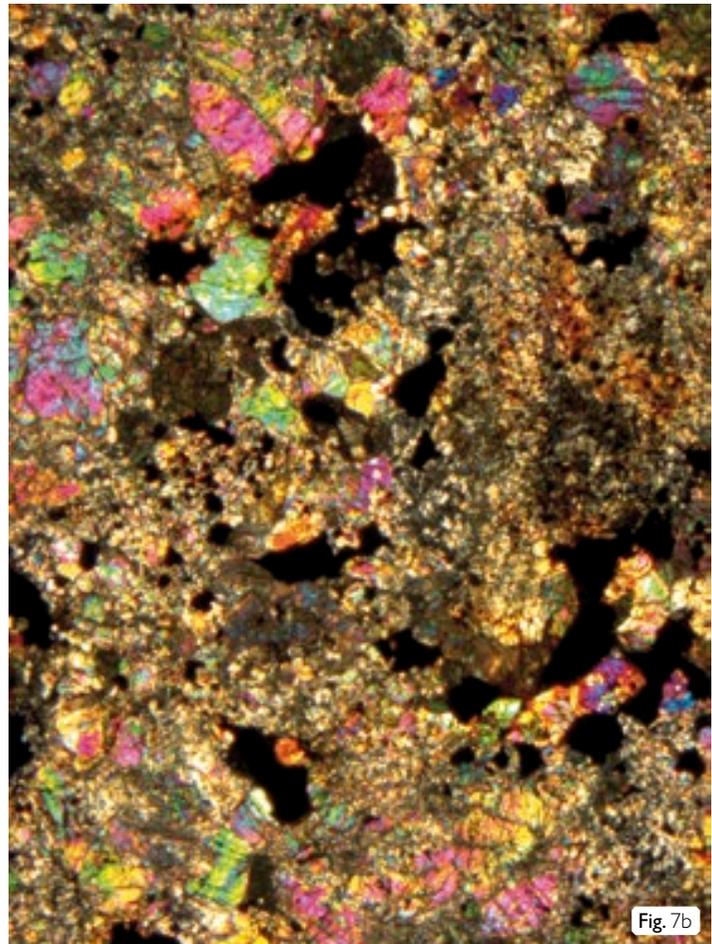
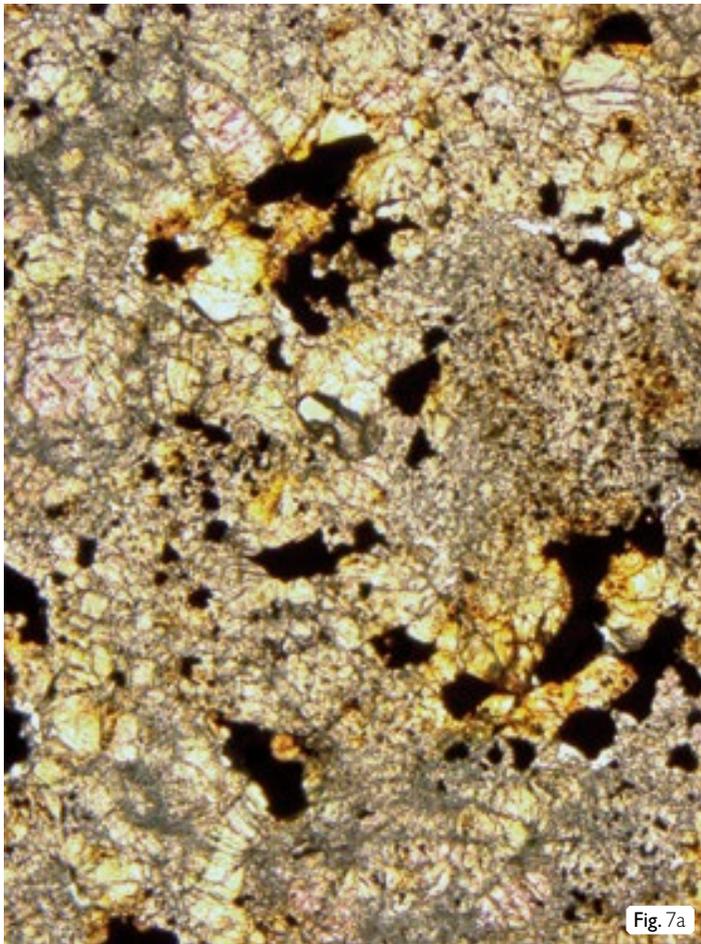


Fig. 7 a) Fotografia al microscopio petrografico polarizzante a nicols paralleli di una sezione sottile (spessore circa 30 mm) della meteorite Alfianello; **b)** la stessa porzione di campione, osservata a nicols incrociati, mostra i tipici colori di interferenza. Le due immagini, riprese a 25 ingrandimenti, raffigurano principalmente olivina e pirosseni; in questo caso non ci sono condrule ben visibili giacché le meteoriti di tipo petrologico 6, come quella qui rappresentata, hanno subito processi metamorfici che distruggono le condrule e omogeneizzano la composizione dei silicati. In ultimo, le zone scure sono riferibili a un minerale opaco che, nella fattispecie, è composto da ferro con piccole percentuali di nickel (Fotografia di Sofia Pratesi).

Fig. 7 a) Photograph of a thin section (thickness ca. 30 mm) of the Alfianello meteorite taken with a petrographic polarizing microscope with parallel nicols; **b)** the same part of the specimen observed with crossed nicols showing the typical interference colours. The two images (25x magnification) mainly show olivine and pyroxenes; in this case, there are no easily visible chondrules since petrologic type 6 meteorites like this one have undergone metamorphic processes that caused obliteration of the chondrules and a substantial compositional homogenization of the silicates. The dark zones are due to an opaque mineral composed of iron with small percentages of nickel (Photography by Sofia Pratesi).

cui pesi rispettivi sono di 250 g, 50 g, 206 g – sono condriti ordinarie L, cioè meteoriti sostanzialmente silicatiche con un contenuto di ferro metallico più basso rispetto alle H e più alto rispetto alle LL e con una percentuale di ferro in olivina e pirosseno intermedia tra le H e le LL; le condriti ordinarie non sono particolarmente rare giacché oltre 36.000 campioni, delle circa 54.000 meteoriti ad oggi note, appartengono a questa classe. Ben diversa è invece l'importanza scientifica della meteorite di Renazzo (Fig. 8).

La caduta della meteorite Renazzo avviene il 15 Gennaio 1824, poco prima delle ore 21, quando un improvviso fenomeno

luminoso, seguito da eventi sonori, fece la sua comparsa nel cielo (Cevolani, 2001). La cronistoria dell'evento si trova nell'archivio storico della città di Cento, nella regione Emilia Romagna, ed è stata scritta da Francesco Lenzi il giorno successivo la caduta. È stato calcolato che il diametro del corpo, a un'altezza di 100 km, fosse di circa 1 metro; tale corpo si rompe poi in 3-4 frammenti (quantità stimata sulla base di testimoni che asserirono di aver udito un triplice rumore) quando entrò nella «regione d'arresto», collocata a 20-30 km d'altezza, dove la resistenza fornita dall'atmosfera inizia a essere considerevole. Sulla base del manoscritto di Lenzi, il bolide fu visto cadere poco sopra

whose respective weights are 250 g, 50 g and 206 g – are ordinary L chondrites, i.e. largely silicate meteorites with lower contents of metallic iron than the H chondrites and higher contents than the LL chondrites and with percentage of iron in olivine and pyroxene intermediate between H and LL; the silicates ordinary chondrites are not a particularly rare meteorite class since over 36,000 of the ca. 54,000 meteorites known thus far belong to this class.

The Renazzo meteorite (Fig. 8), instead, has much greater scientific importance. It fell on 15 January 1824, just before 21:00, when a sudden bright light, followed by

sounds, made its appearance in the sky (Cevolani, 2001). The chronicle of the event is found in the historical archive of the city of Cento (Ferrara) in the Emilia-Romagna region, and was written by Francesco Lenzi the day after the fall. It was calculated that the diameter of the body at a height of 100 km was ca. 1 m; the body then broke up into 3-4 fragments (number estimated on the basis of witnesses who stated they heard a triple noise) when it entered the «arrest region», situated 20-30 km above the ground, where air resistance begins to be considerable. According to Lenzi's manuscript, the meteorite was seen falling a little above the town church (although it is not possible



la chiesa del paese (non è però stato possibile ricostruire la traiettoria di questo); sappiamo che furono recuperati 3 pezzi, di cui uno di 5 kg, per una massa totale di 10 kg. Due settimane dopo, il Prof. Monsignor Camillo Ranzani Primicerio si recò a Renazzo per raccogliere più materiale possibile della meteorite caduta. Il Ranzani, che pure insegnava Geologia all'Università di Bologna, non analizzò mai i campioni di questa meteorite, visto che non sono state trovate tracce di analisi; è tuttavia evidente che le attribuisse una considerevole importanza, tanto da portare in Francia un campione per farlo esaminare. Il campione fu analizzato da A. Laugier (1827); la descrizione mineralogico-petro-

grafica fu invece fornita da L. Cordier (1827) nel rapporto all'Accademia delle Scienze di Francia. Cordier nota che il campione, sotto un profilo mineralogico e tessiturale, non assomiglia alle altre pietre meteoriche ordinarie se non per la crosta nera e vetrosa che ricopre in parte la sua superficie. La meteorite Renazzo, infatti, è una condrite carbonacea appartenente al gruppo CR, uno dei più rari in assoluto. Le meteoriti carbonacee rappresentano infatti circa il 2% di tutte le meteoriti finora ritrovate e le meteoriti del gruppo CR rappresentano poco meno del 10% delle meteoriti carbonacee: dunque solo lo 0.2% delle meteoriti conosciute appartengono al gruppo CR. Ma il dato percentuale

Fig. 8 Meteorite Renazzo.
 Peso 70 g. Camp. n. G13770.
Fig. 8 Renazzo meteorite.
 Weight: 70 g. Spec. n.
 G13770.

to reconstruct its trajectory); we know that 3 pieces were recovered, one of which weighing 5 kg, for a total mass of 10 kg. Two weeks later, Prof. Monsignor Camillo Ranzani Primicerio travelled to Renazzo to collect as much material of the meteorite as possible. Despite teaching Geology at the University of Bologna, Ranzani never analysed the meteorite specimens, since no traces of an analysis have been found; nevertheless, he evidently attributed considerable importance to it, taking a specimen to France to have it examined. The specimen was analysed by A. Laugier (1827), although the mineralogical-petrographic description was provided by L. Cordier (1827) in the report to the French

Academy of Sciences. Cordier noted that, from the mineralogical and textural perspective, the specimen did not resemble other ordinary meteoric stones except for the black glassy crust partly covering its surface. In fact, the Renazzo meteorite is a carbonaceous chondrite belonging to the CR group, absolutely one of the rarest. Carbonaceous meteorites represent around 2% of all meteorites found to date and meteorites of the CR group represent just under 10% of the carbonaceous meteorites: therefore, only 0.2% of all known meteorites belong to the CR group. Yet, the percentages are insufficient to explain the importance of this meteorite, and there must be other valid reasons if still



Fig. 9 Meteorite Chupaderos, un ferro appartenente al gruppo chimico IIIAB. Peso: 28 kg. Camp. n. G16867.

Fig. 9 Chupaderos meteorite, an iron belonging to chemical group IIIAB. Weight: 28 kg. Spec. n. G16867.

non è sufficiente a spiegare l'importanza di questa meteorite; se, ancora oggi, risulta essere una delle più studiate e ricercate devono

esserci altri motivi. E, in effetti, ci sono. La meteorite Renazzo non è solo la capostipite – e dunque il campione tipo – del gruppo CR

today it remains one of the most studied and sought-after specimens. And, indeed, there are good reasons. The Renazzo meteorite is not only the first example (and thus the type specimen) of the CR group (the abbreviation stands for Renazzo-type carbonaceous chondrite), it also contains mineralogical species (diamond, moissanite, graphite and corundum) containing 'presolar' geochemical information, as shown by the isotopes of xenon, nitrogen and hydrogen.

But further discoveries continue to be made today: high contents of ammonium (an essential component for the chemical evolution of amino acids) were very recently discovered in a meteorite of the CR group (Pizzarello et al., 2011). Therefore, the 77 g of the two fragments in the collections of the Florentine museum represent valuable scientific evidence that deserves to be conserved with extreme care and attention.

Iron meteorites

Because of the scientific community's increasing interest in meteorites, many more specimens of this type of material were added to the museum's collections in the last few decades than in the previous two centuries (Cipriani and Corazza, 1998). The first of a series of acquisitions that would significantly enrich the collections occurred in 1977, when the museum was presented with the occasion to purchase an aesthetically remarkable specimen, weighing 28 kg, from a Lucca dealer, Mr. Alberto Ponis, head of the International Mineral Society. This was the Chupaderos meteorite (Fig. 9), a so-called «iron» (a meteorite composed mainly of an iron-nickel alloy) discovered in Mexico in 1852. At the time of the offer, however, there was a problem of the cost, amounting

(la sigla significa appunto condrite carbonacea del tipo Renazzo) ma contiene anche specie mineralogiche (diamante, moissanite, grafite e corindone) che sono portatrici di informazioni geochimiche ‘presolari’, come testimoniano gli isotopi dello xenon, dell’azoto e dell’idrogeno.

Ma le scoperte continuano a susseguirsi: è recentissimo il rinvenimento di elevati contenuti in ammonio – componente essenziale per l’evoluzione chimica degli aminoacidi – in una meteorite del gruppo CR (Pizzarello *et al.*, 2011). Dunque i 77 grammi complessivi dei due frammenti presenti nelle collezioni del museo fiorentino rappresentano una preziosa testimonianza scientifica che merita di essere conservata con estrema cura e assoluta attenzione.

I «ferri meteorici»

Negli ultimi decenni, anche in virtù del crescente interesse che questo tipo di materiali ha suscitato nella comunità scientifica, sono entrate a far parte delle collezioni del Museo molte più meteoriti di quanto non fosse accaduto nei due secoli precedenti (Cipriani e Corazza, 1998). Nel 1977 si registra la prima di una serie di acquisizioni che arricchiranno significativamente le collezioni: in quell’anno si presentò l’occasione di acquistare un esemplare esteticamente rilevante, di ben 28 kg di peso, in possesso di un commerciante lucchese – il Sig. Alberto Ponis – titolare della Società Internazionale Minerali. Si trattava della meteorite Chupaderos (Fig. 9), un cosiddetto *iron*, ossia un «ferro meteorico» (cioè una meteorite composta prevalentemente da leghe ferro-nickel) sco-

perto in Messico nel 1852. All’atto dell’offerta si pose però il problema del costo che ammontava a 14 milioni di lire, una cifra superiore alle possibilità del Museo, che disponeva, in quel periodo, di una dotazione annuale di 5 milioni di lire. L’appello rivolto dall’allora direttore, Prof. Curzio Cipriani, a varie istituzioni cittadine non rimase inascoltato: intervenne infatti un contributo, da parte dell’Azienda Autonoma di Turismo e della Cassa di Risparmio di Firenze, che rese possibile l’acquisto di questo importante esemplare.

Altri due storici «ferri» vengono acquistati nel 1994 dal Sig. Walter Zeitschel di Hanau (Germania): la prima, del peso di 5.8 kg, è un campione di Gibeon, meteorite appartenente al gruppo chimico IVA scoperta in Sud Africa per la prima volta nel 1836; la seconda è una Sikhote-Alin, del peso di 20.7 kg, appartenente al gruppo IIAB e caduta nel 1947 nella Russia orientale (Fig. 10).

La ricerca sul campo

Un evento che, a livello nazionale, ha concorso a creare ancora maggiore interesse sulle meteoriti e su tutti quei prodotti (*tektiti e impattiti*) che si generano a seguito di impatti di corpi extraterrestri è rappresentato, agli inizi di questo millennio, dal progetto per la creazione a Prato di un nuovo Museo dedicato alle Scienze Planetarie. Questo progetto – ideato dallo scrivente e fortemente sostenuto da Daniele Mannocci (all’epoca Presidente della Provincia di Prato) – ha contribuito in maniera diretta anche ad arricchire la collezione di meteoriti del Museo di Storia Naturale. Nel 2001 infatti, grazie a un finan-

to 14 million lire, a figure beyond the museum’s possibilities since it received an endowment of only 5 million lire per year in that period. The appeal by the then director, Prof. Curzio Cipriani, to various Florentine institutions did not go unheeded: a contribution was made by the Azienda Autonoma di Turismo and the Cassa di Risparmio di Firenze, which made the purchase of this important specimen possible.

Another two historical «irons» were purchased in 1994 from Mr. Walter Zeitschel of Hanau (Germany): the first, weighing 5.8 kg, was a specimen of the Gibeon meteorite, belonging to the chemical group IVA, first discovered in South Africa in 1836; the second was a specimen of the Sikhote-Alin meteorite, weighing 20.7 kg, belonging to the IIAB group, which fell in 1947 in eastern Russia (Fig. 10).

Research in the field

An event that helped create even greater Italian interest in meteorites and all those products of impacts of extraterrestrial bodies (tektites and impactites) was the project for a new museum devoted to the Planetary Sciences in Prato. This project, conceived in the early 2000s by the present author and strongly supported by Daniele Mannocci (at the time, President of the Province of Prato), also directly contributed to enriching the meteorite collection of the Museum of Natural History. In 2001, thanks to funding from the Province of Prato, an expedition to the Libyan Sahara Desert was organized in order to search for meteorites. In that period, it had become well known that the Sahara, and particularly some areas characterized by aeolian deflation, could represent an important alternative



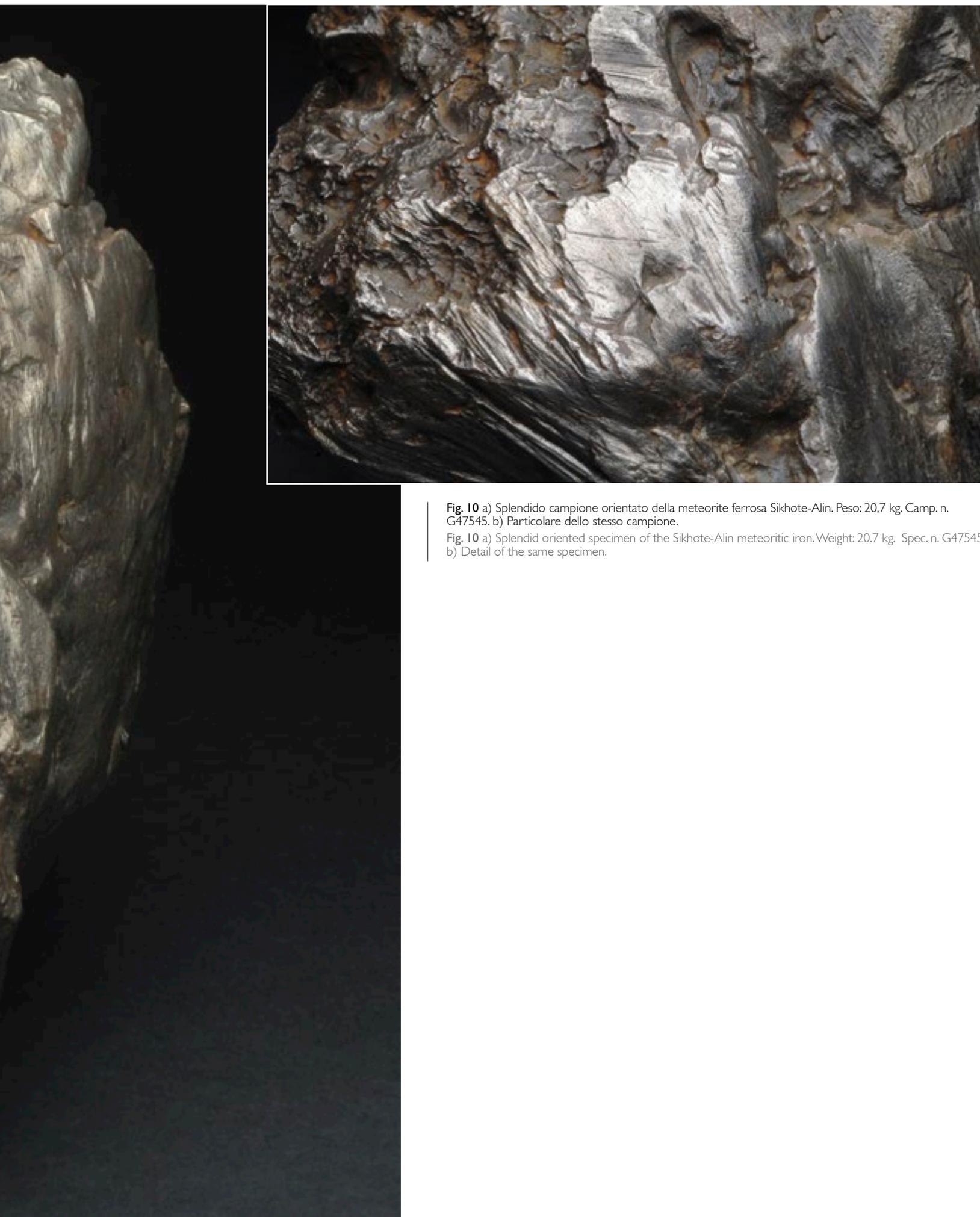


Fig. 10 a) Splendido campione orientato della meteorite ferrosa Sikhote-Alin. Peso: 20,7 kg. Camp. n. G47545. b) Particolare dello stesso campione.

Fig. 10 a) Splendid oriented specimen of the Sikhote-Alin meteoritic iron. Weight: 20.7 kg. Spec. n. G47545. b) Detail of the same specimen.



Fig. 11

ziamento della Provincia di Prato, fu organizzata una spedizione nel Sahara libico per la ricerca di meteoriti. In quel periodo era oramai conclamato che il deserto del Sahara, e in particolare alcune aree caratterizzate da processi di deflazione, poteva rappresentare un'importante alternativa all'area antartica nella ricerca di meteoriti. Nelle zone desertiche, infatti, il vento asporta selettivamente solo le particelle più minute e lascia sul posto quelle più grosse; dopo un sufficiente arco di tempo il terreno avrà perso una certa quantità di sedimento e il deposito rimasto formerà uno strato costituito esclusivamente da materiale grossolano (come le ghiaie), detto residuo di deflazione o «pavimento del deserto». Questo processo genera dunque paesaggi e deserti esclusivamente ghiaiosi, noti come *reg* o *serir*, dove la probabilità di rinvenimento di meteoriti risulta più elevata, soprattutto se la litologia è di colore chiaro. In effetti, la spedizione di ricerca – a cui parteciparono tre guide (Filiberto Ercolani, Fabrizio Flisi e Clara Brunelli), due con-

servatori della Sezione di Zoologia (Paolo Agnelli e Stefano Vanni), oltre a ricercatori dell'Università di Torino (Alessandro Lo Giudice) e di Camerino (Gabriele Giuli) – risultò alquanto fruttuosa: furono ritrovate 13 nuove meteoriti condritiche (Fig. 11) che, in parte, andarono a far parte delle collezioni del Museo di Storia Naturale.

In conclusione, dallo studio delle meteoriti possiamo attenderci, in un prossimo futuro, grandi sorprese. Tutto ciò che oggi ritroviamo sul nostro pianeta deriva, attraverso complessi processi di trasformazione, dalle meteoriti stesse. Esse rappresentano, infatti, non solo un prezioso scrigno di informazioni sulla genesi del Sistema Solare ma anche la fonte primaria delle sostanze che hanno consentito la nascita della vita sulla Terra.

Possiamo solo auspicare di essere in grado di decifrare i loro complessi messaggi, ma siamo al contempo consapevoli che ciò potrebbe richiedere molto tempo e presentare numerose difficoltà. D'altra parte, come già ben sapevano i nostri avi, *per aspera ad astra*.

Fig. 11 Il momento del ritrovamento della meteorite Hammadah al Hamra 320, una condrite ordinaria H6 del peso complessivo di 7823 grammi. A seguito dell'impatto la meteorite si suddivise in 104 frammenti, gran parte dei quali sono conservati presso il Museo di Scienze Planetarie della Provincia di Prato.

Fig. 11 The moment of discovery of the Hammadah al Hamra 320 meteorite, an ordinary H6 chondrite with total weight of 7823 grams. Upon impact, the meteorite broke into 104 fragments, many of which are conserved in the Museum of Planetary Sciences of Prato.

to Antarctica for the search for meteorites. In desert areas, the wind selectively removes only the smallest particles and leaves the bigger ones in place; after a certain time, the ground will lose a large amount of sediment and the remaining material will form a layer consisting exclusively of coarse material (like gravels) called deflation residue or «desert pavement». This process generates gravelly landscapes and deserts, known as *reg* or *serir*, where the probability of finding meteorites is much greater, especially if the lithology is of a light colour. In effect, the research expedition, including three guides (Filiberto Ercolani, Fabrizio Flisi and Clara Brunelli), two curators of the Zoology Section (Paolo Agnelli and Stefano Vanni), as well as researchers from the University of Turin (Alessandro Lo Giudice) and that of Camerino (Gabriele Giuli), was rather profitable:

13 new chondrite meteorites were found (Fig. 11), some of which were added to the collections of the Museum of Natural History.

In conclusion, we can expect great surprises in the near future from the study of meteorites. Everything we find today on our planet derives, through complex processes of transformation, from meteorites. Indeed, they represent not only a treasure chest of information on the genesis of the Solar System but also the primary source of the substances that allowed the origin of life on Earth. We can only hope to be able to decipher their complex messages, but at the same time we are aware that this may require much time and present numerous difficulties. On the other hand, as our ancestors well knew, *per aspera ad astra*.

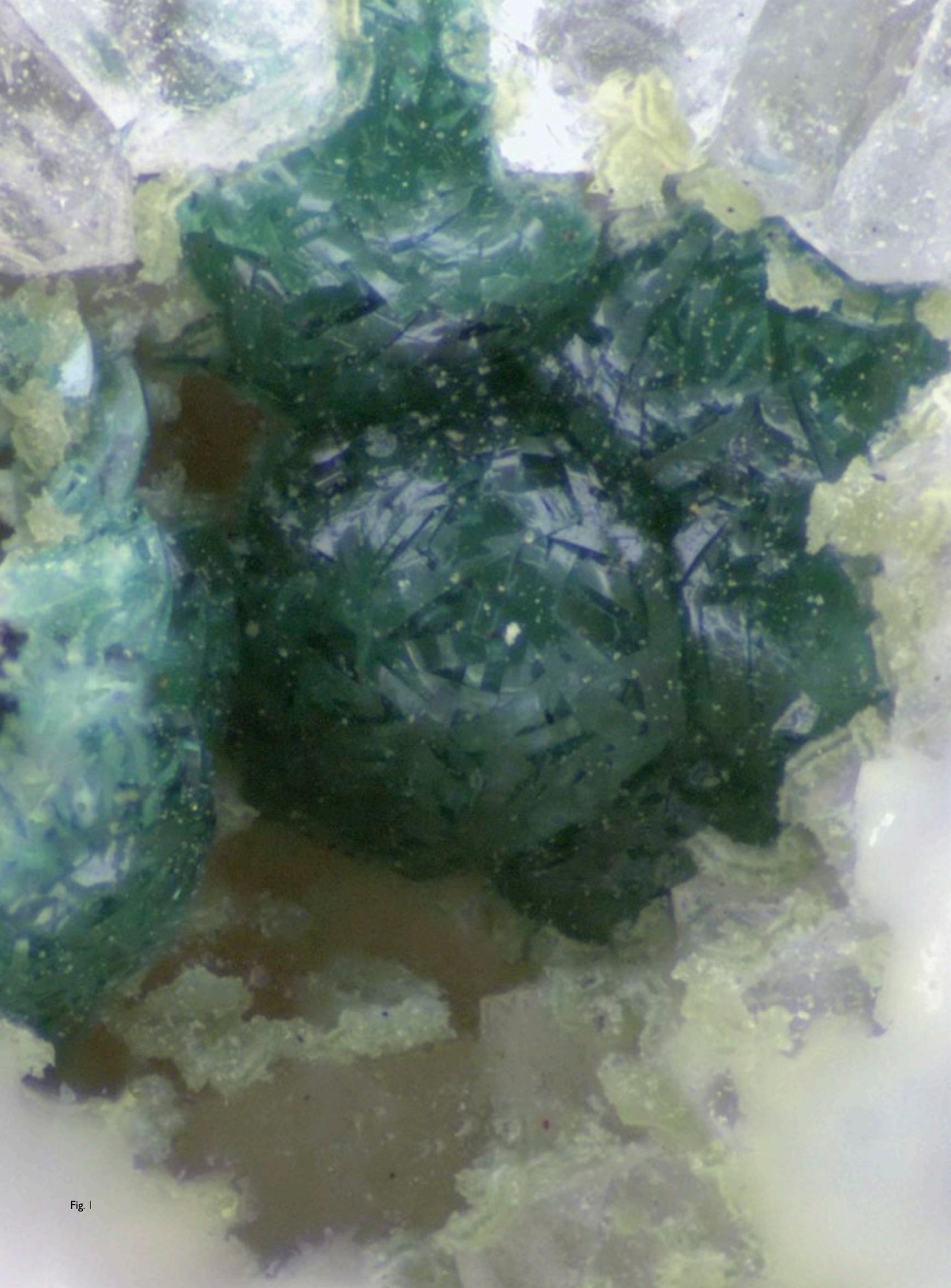


Fig. 1

Gli olotipi

The holotypes

Silvio Menchetti

Quando si ha l'opportunità di trovare e descrivere un nuovo minerale bisogna seguire (a partire dal 1959) una procedura regolata da precise norme dettate dall'IMA (*International Mineralogical Association*); una di queste richiede di depositare il campione «tipo» presso una struttura riconosciuta che fornisca adeguate garanzie sia sotto il profilo della competenza scientifica che sotto quello della conservazione. Ecco allora che nel Museo di Storia Naturale esiste una particolare collezione – la collezione degli OLOTIPI – che sarà meglio definita nel prosieguo e della quale tratterà questo contributo. Nella Tab. 1 è riportato l'elenco degli olotipi (s.l.) depositati presso il museo fiorentino, con nome, formula, località di rinvenimento, nomi degli autori che hanno descritto la nuova specie mineralogica e riferimenti inventariali.

Ma quante possibilità ci sono di trovare un nuovo minerale? Un minerale nuovo è meno raro di quanto si possa immaginare (anche se, paragonato ad altri settori delle scienze naturali – in particolare botanica e

zoologia dove i ritrovamenti di nuove specie sono frequentissimi – rimane pur sempre un evento raro). Attualmente vengono descritte dalle 60 alle 90 nuove specie mineralogiche per anno; dal 1959 è necessaria una formale approvazione da parte di un'apposita commissione internazionale la CNMNC-IMA (Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification). Prima della nascita di suddetto organismo, non esisteva alcuna regola e questo aveva generato una plethora di nomi obsoleti e di sinonimi non più validi (De Fournier 1999). Inoltre la definizione e il riconoscimento di un nuovo minerale da parte della comunità scientifica internazionale ha subito negli anni cambiamenti molto consistenti, legati al forte progresso delle scienze mineralogiche, in particolare nei suoi aspetti cristallografico-strutturali. In tempi neanche troppo lontani, un minerale veniva considerato nuovo quando differiva sostanzialmente dalle altre 4000 specie già note e descritte; una composizione chimica decisamente differente (esclusi i casi di polimorfismo)

When one has the opportunity to find and describe a new mineral, it is necessary to follow a procedure regulated by precise rules set out by the IMA (International Mineralogical Association) since 1959. One of them requires that a «type» specimen be deposited in a recognized institution that provides adequate guarantees in terms of scientific expertise and conservation. For this reason, the Museum of Natural History possesses a particular collection, that of HOLOTYPES, which I define and discuss herein. Table 1 reports the list of the holotypes (s.l.) deposited in the Florentine museum, with name, formula, place of discovery, names of the authors who described the new mineral species and inventory references.

But how many possibilities are there to find a new mineral? A new mineral is less rare than might be imagined (even though it remains a rare event compared to

other sectors of the natural sciences, particularly botany and zoology in which discoveries of new species are very frequent). At present, 60 to 90 new mineral species are described each year; since 1959, formal acceptance by a specific international commission, the CNMNC-IMA (Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification), is necessary. Before the establishment of this body, there were no regulations and this gave rise to a plethora of obsolete names and now invalid synonyms (De Fournier, 1999). Moreover, the definition and recognition of a new mineral by the international scientific community have undergone very substantial changes over the years, linked to strong progress in the mineralogical sciences, particularly the crystallographic-structural aspects. Not too long ago, a mineral was considered new when it differed substantially from the other 4000 known and described species; a

Fig. 1 Sabelliite. Domusnovas, Sardegna, Italia. Larghezza effettiva dell'immagine 1 mm. Camp. n. 205 I/I.

Fig. 1 Sabelliite. Domusnovas, Sardinia, Italy. Picture width 1 mm. Spec. n. 205 I/I.

Tabella I

nome	formula	provenienza	numero di	
			catalogo	referenza
biringuccite	$\text{Na}_2\text{B}_5\text{O}_8(\text{OH})\cdot\text{H}_2\text{O}$	Larderello, Toscana, Italia	G16802	Cipriani & Vannuccini (1961)
bonattite	$\text{CuSO}_4\cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Capo Calamita, Isola d'Elba, Italia	1973/I	Garavelli (1957)
bottinoite	$\text{Ni}[\text{Sb}^{5+}(\text{OH})_6]_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Min. del Bottino, Alpi Apuane, Italia	1747/I	Bonazzi et al. (1992)
brizziite	NaSbO_3	Le Cetine, Siena, Italia	2037/I	Olimi & Sabelli 1994
campigliaite	$\text{Cu}_4\text{Mn}^{2+}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6\cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Campiglia Marittima, Livorno, Italia	214/I	Menchetti & Sabelli (1982)
cannizzarite	$\text{Pb}_8\text{Bi}_{10}\text{S}_{23}$	Vulcano, Isole Eolie, Italia	G14398	Zambonini et al. (1924)
carobbiite	KF	Vesuvio, Napoli, Italia	1972/I	Strunz (1956)
cetinite	$\text{NaK}_3(\text{Sb}_2\text{O}_3)_6(\text{SbS}_3)_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Le Cetine, Siena, Italia	664/I	Sabelli & Vezzalini (1987)
ciprianiite	$\text{Ca}_4\text{Th}_2\text{Al}_2(\text{Si}_4\text{B}_4\text{O}_{22})(\text{OH})_2$	Vetralla, Viterbo, Italia	2771/I	Della Ventura et al. (2002)
coquandite	$\text{Sb}^{3+}_6\text{O}_8(\text{SO}_4)\cdot\text{H}_2\text{O}$	Pereta, Grosseto, Italia	1761/I	Sabelli et al. (1992)
cupropearceite	$[\text{Cu}_6\text{As}_2\text{S}_7][\text{Ag}_9\text{CuS}_4]$	Sarbai, Kazakhstan	2399/I	Bindi et al. (2007)
ferruccite	NaBF_4	Vesuvio, Napoli, Italia	1974/I	Carobbi (1933)
garavellite	FeSbBiS_4	Valle del Frigido, Alpi Apuane, Italia	100/I	Gregorio et al. (1979)
grattarolaite	$\text{Fe}^{3+}_3\text{O}_3(\text{PO}_4)$	Santa Barbara, Arezzo, Italia	2087/I	Cipriani et al. (1997)
icosahedrite	$\text{Al}_{63}\text{Cu}_{24}\text{Fe}_{13}$	Khatyrka, Chukotka, Russia	G46407	Bindi et al. (2011)
malladrite	Na_2SiF_6	Vesuvio, Napoli, Italia	226/I	Zambonini & Carobbi (1926)
manganoquadratite	AgMnAsS_3	Uchucchacua, Lima, Perù	3108/I	Bonazzi et al. (2012)
manganiandrosite-(La)	$\text{Mn}^{2+}\text{REE}^{3+}\text{Mn}^{2+}\text{Mn}^{3+}\text{Al}(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$	Andros, Cicladi, Grecia	2074/I	Bonazzi et al. (1996)
manganolangbeinite	$\text{K}_2\text{Mn}^{2+}_2(\text{SO}_4)_3$	Vesuvio, Napoli, Italia	1975/I	Zambonini & Carobbi (1924)
matteuccite	$\text{NaH}(\text{SO}_4)\cdot\text{H}_2\text{O}$	Vesuvio, Napoli, Italia	1970/I	Carobbi & Cipriani (1952)
mazzettiite	$\text{Ag}_3\text{HgPbSbTe}_5$	Saguache County, Colorado, USA	2951/I	Bindi et al. (2004)
menchettiite	$\text{AgPb}_{2,40}\text{Mn}_{1,60}\text{Sb}_3\text{As}_2\text{S}_{12}$	Uchucchacua, Lima, Perù	3109/I	Bindi et al. (2011)
mercallite	$\text{KH}(\text{SO}_4)$	Vesuvio, Napoli, Italia	1976/I	Carobbi (1935)
minguzzite	$\text{K}_3\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3\cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Capo Calamita, Isola d'Elba, Italia	1971/I	Garavelli (1955)
mitscherlichite	$\text{K}_2\text{CuCl}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Vesuvio, Napoli, Italia	225/I	Zambonini & Carobbi (1925)
mohrite	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}^{2+}(\text{SO}_4)_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Travale, Grosseto, Italia	G16817	Garavelli (1964)
museumite	$\text{Pb}_5\text{AuSbTe}_2\text{S}_{12}$	Sacarimb, già Nagyag, Romania	2998/I	Bindi & Cipriani (2004)
nasinite	$\text{Na}_2\text{B}_5\text{O}_8(\text{OH})\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Larderello, Toscana, Italia	G16803	Cipriani & Vannuccini (1961)
olmiite	$\text{CaMn}[\text{SiO}_3(\text{OH})](\text{OH})$	Kalahari, Kuruman, Sud Africa	2987/I	Bonazzi et al. (2007)
paseroite	$\text{PbMn}^{2+}(\text{Mn}^{2+},\text{Fe}^{2+})_2(\text{V}^{5+},\text{Ti},\text{Fe}^{3+},\text{[]})_{18}\text{O}_{38}$	Val Graveglia, Liguria, Italia	3111/I	Mills et al. (2012)
perbøeite-(Ce)	$(\text{CaCe}_3)(\text{Al}_3\text{Fe}^{2+})(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH}_{12})$	Hundholmen, Tysfjord, Norvegia	3110/I	Bonazzi et al. (2012)
peretaite	$\text{CaSb}^{3+}_4[\text{O}_4(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Pereta, Grosseto, Italia	164/I	Cipriani et al. (1980)
piemontite-Sr	$\text{CaSrMn}^{3+}\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$	Val Graveglia, Liguria, Italia	1266/I	Bonazzi et al. (1990)
rodolicoite	Fe_3PO_4	Santa Barbara, Arezzo, Italia	2087/I	Cipriani et al. (1997)
rosenbergite	$\text{AlF}_3\cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Le Cetine, Siena, Italia	1934/I	Olimi et al. (1993)
sabelliite	$\text{Cu}_2\text{Zn}(\text{AsO}_4)(\text{OH})_3$	Domusnovas, Sardegna, Italia	2051/I	Olimi et al. (1995)
santabarbaraite	$\text{Fe}^{3+}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_3\cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Santa Barbara, Arezzo, Italia	2998/I	Pratesi et al. (2003)
sborgite	$\text{NaB}_5\text{O}_6(\text{OH})_4\cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Larderello, Toscana, Italia	16801/I	Cipriani (1957)
selenojalpaite	Ag_3CuSe_2	Skrikerum, Smaland, Svezia	1768/I	Bindi & Pratesi (2005)
selenopolybasite	$[(\text{Ag},\text{Cu})_6(\text{Sb},\text{As})_2(\text{S},\text{Se})_7][\text{Ag}_6\text{Cu}(\text{S},\text{Se})_2\text{Se}_2]$	Owyhe, Idaho, USA	2453/I	Bindi et al. (2007)

decidedly different chemical composition (not including cases of polymorphism) and/or differences in crystallographic characteristics were necessary before a new mineral species could be defined. However, with the development of crystal chemistry studies, it was necessary to establish more precise and much more sophisticated and detailed rules. Therefore, a mineral can now be considered new even if it has more or less close relationships with minerals that already appear in the IMA catalogue. The criteria for the defi-

nition of a new mineral currently used by the IMA-CNMNC involve what should now be called the «rule of the dominant constituents»: a mineral is a distinct species if the set of dominant constituents in the various sites in the crystal structure is different from that of any other mineral with the same structural arrangement (Hatert and Burke, 2008).

Two examples can help to clarify this concept. In the late 1970s/early 1980s, studies were conducted at the Pereta mine (Grosseto) where the



e/o differenze nelle caratteristiche cristallografiche erano necessarie perché una nuova specie mineralogica fosse definibile. Ma con lo sviluppo, in particolare, delle ricerche cristallografiche si sono dovute stabilire regole più precise e molto più sofisticate e dettagliate. Pertanto, oggi, un minerale può essere considerato nuovo anche se ha relazioni più o meno strette con minerali che già figurano nel catalogo internazionale IMA. La regola, definita dalla Commissione IMA come «rule of the dominant constituent» può suonare così: un minerale è una specie distinta (nuova) se il set di costituenti dominanti nei vari siti di una struttura cristallina è differente da quello di qualsiasi altro minerale con lo stesso arrangiamento strutturale.

mineral used to produce antimony was obviously stibnite, Sb_2S_3 . In addition to stibnite, valentinite, cervantite and stibiconite, the mine also yielded klebelsbergite (a hydroxyl-containing antimony sulphate never before recorded in that zone) and another mineral that proved to be a hydrated sulphate of calcium and antimony with no close chemical or crystallographic relation to other known minerals. Its

Due esempi possono aiutare a chiarire il concetto appena enunciato. Tra la fine degli anni settanta e l'inizio degli anni ottanta, furono condotte ricerche sulla miniera di Pereta (GR) dove il minerale utilizzato per ricavare antimonio era ovviamente la stibina, Sb_2S_3 . Accanto a stibina, valentinite, cervantite, stibiconite, venne trovata anche klebelsbergite (solfato di antimonio con ossidrilie mai segnalato in quella zona) e un minerale rivelatosi un solfato idrato di calcio e antimonio che non aveva stretta parentela né chimica né cristallografica con altri minerali già noti. Il suo diffrattogramma di polvere era del tutto peculiare. Fu chiamato peretaite, dal nome della località, e l'olotipo fu depositato presso il Museo di Storia Naturale (Fig. 2).

powder pattern was completely distinctive. It was called peretaite, from the name of the locality, and the holotype was deposited in the Museum of Natural History (Fig. 2).

About ten years later, while wide-ranging crystal chemistry studies were being conducted on minerals of the epidote group, specimens of a piemontite (manganese epidote) were sent by Ligurian colleagues; the chemical analysis

Fig. 2 Peretaite: aggregato di laminette incolori. Nel campione è presente anche klebelsbergite e stibina non visibile nella fotografia. Pereta (GR), Toscana, Italia. Larghezza effettiva dell'immagine 5 mm. Camp. n. 164 l.

Fig. 2 Peretaite: aggregate of colourless laminae. The specimen also contains klebelsbergite and stibnite not visible in the photograph. Pereta (GR), Tuscany, Italy. Picture width 5 mm. Spec. n. 164 l.



Fig. 3 Piemontite-Sr: plaghette rosso scuro con quarzo e calcite. Miniera Molinello, Val Graveglia (GE), Liguria, Italia. Larghezza effettiva dell'immagine 2.5 mm. Camp. n. 1266/l.

Fig. 3 Piemontite-Sr: dark red vein with quartz and calcite. Molinello mine, Graveglia Valley (GE), Liguria, Italy. Picture width 2.5 mm. Spec. n. 1266/l.

Circa dieci anni dopo, mentre erano in corso ricerche cristallografiche molto ampie su i minerali del gruppo degli epidoti, furono inviati da colleghi liguri campioni di una piemontite (epidoto di manganese) nei quali l'analisi chimica rilevava percentuali di stronzio (Sr) molto più alte del normale, in evidente sostituzione isomorfa sul calcio. Il raffinamento strutturale, effettuato con dati

di diffrazione X su cristallo singolo, rivelò chiaramente che questa fase era topologicamente identica con la piemontite classica, ma il sito strutturale definito in letteratura con il simbolo A2 non era prevalentemente occupato da Ca ma da Sr (73%). Si trattava ovviamente di un nuovo minerale (*rule of the dominant constituent*) al quale fu dato il nome strontio piemontite (Bonazzi *et al.* 1990), in

revealed an abnormally high content of strontium (Sr), in evident substitution for calcium. The structural refinement, carried out by X-ray diffraction data from a single crystal, clearly revealed that this phase was topologically identical to the classic piemontite, but the structural site labelled A2 was not prevalently occupied by Ca but by Sr (73%). Obviously this was a new mineral (*rule of the dominant constituent*), which was given the name strontio piemontite (Bonazzi *et al.* 1990) in reference to its chemical composition. Following a recently IMA-approved reclassification of the epidotes (also containing rules on the attribution of names), strontio piemontite is currently called piemontite-Sr (Fig. 3). The similarities between piemontite and piemontite-Sr are very strong, including the powder spectra; nevertheless it deals with a new mineral defined according to precise IMA rules.

These two examples confirm that the IMA rules for the definition of a new species have become more com-

plex over the years. As mentioned previously, this became necessary to keep up with the progress that has taken place in the last few decades in mineralogical research, particularly in crystal chemistry. In fact, while qualitative and quantitative chemical studies combined with powder diffraction analyses would have been satisfactory to define the peculiar characteristics of peretaite, such methods were not sufficient to characterize the innovative «traits» of piemontite-Sr with respect to piemontite. In truth, structural studies were also carried out on peretaite and led to the definition of the atomic arrangement of that phase, including the bond lengths and angles; but at that time, these details were considered redundant. However, in the case of piemontite-Sr, it was absolutely necessary to define the crystalline structure and, by means of least squares refinement, to quantify the mean number of electrons present in a given structural site. Indeed, the scattering power of

riferimento alla composizione chimica. In seguito ad una recente riclassificazione degli epidoti (approvata dall'IMA), contenente anche norme sull'attribuzione dei nomi, la strontio piemontite è attualmente denominata piemontite-Sr (Fig. 3). È evidente che le analogie fra piemontite e piemontite-Sr sono molto forti, compresa la notevole somiglianza degli spettri di polvere; ciò non toglie che si tratti di un minerale nuovo definito secondo precise regole IMA.

Questi due esempi confermano quanto sopra detto e cioè come negli anni siano divenute più complesse e articolate le norme IMA per la definizione di una nuova specie; ciò, come già ricordato, si è reso necessario per rimanere allineati ai progressi compiuti, nel corso dei decenni, dalla ricerca mineralogica, in particolare cristallografica. Infatti, mentre per definire le caratteristiche peculiari del minerale peretaite potevano essere sufficienti ricerche chimiche – qualitative e quantitative – unite alla diffrazione su polvere, questo non era sufficiente per caratterizzare i «tratti» innovativi della piemontite-Sr rispetto alla piemontite. In realtà anche nello studio della peretaite furono svolte ricerche strutturali che condussero alla definizione dell'arrangiamento atomico di quella fase, comprese le distanze e gli angoli di legame; ma all'epoca questo approfondimento poteva essere considerato ridondante. Nel caso invece della piemontite-Sr era assolutamente necessario definire la struttura cristallina e, tramite il raffinamento con il metodo dei minimi quadrati, quantificare il numero medio di elettroni presenti in un determinato sito strutturale. Occorre considerare infatti che, per quanto attiene ai raggi X, il potere

di diffusione del calcio, che ha 20 elettroni, è evidentemente ben diverso da quello dello stronzio, che ne ha 38, ed il raffinamento strutturale dimostrò proprio che tutto lo stronzio evidenziato dalla analisi chimica occupava il sito strutturale A2 mentre l'altro sito strutturale A1 continuava ad essere occupato dal calcio ed era completamente privo di stronzio. Nello studio appena descritto la sola analisi chimica non sarebbe stata sufficiente a dirimere la questione, perché poteva anche accadere che lo stronzio si ripartisse in parti uguali nei due siti A1 e A2: in tal caso lo stronzio non avrebbe dominato in nessun sito strutturale e quindi non vi sarebbe stata presenza di una nuova specie mineralogica. In realtà le linee guida per la definizione di un nuovo minerale sono molto più dettagliate e complesse, come risulta dalla nutrita serie di articoli pubblicati in proposito, l'ultimo dei quali è a firma degli allora Chairman e Vice-Chairman della Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification (Hatert e Burke, 2008).

Sono stati citati due nomi di nuovi minerali e si può notare come nel secondo caso, in meno di un ventennio di vita, il nome abbia già subito una modifica, naturalmente approvata dalla apposita commissione IMA. Sorge spontanea la domanda: come vengono attribuiti i nomi ai minerali, in particolare a quelli nuovi? Nei due esempi citati, il primo nome deriva dalla località di ritrovamento, il secondo dalla composizione chimica. Un terzo criterio molto utilizzato è quello di dedicare il minerale (attribuendone il nome o il cognome) a personalità di rilievo o a studiosi che hanno fatto ricerche sulla zona di ritrovamento o su un particolare gruppo di minerali.

calcium, which has 20 electrons, is clearly quite different from that of strontium, which has 38. The structure refinement showed that all the strontium revealed by the chemical analysis occupied the A2 structural site while the other structural site A1 continued to be occupied by calcium and was completely lacking strontium. In the study just described, the chemical analysis alone would not have been sufficient to settle the matter, because strontium could also have been divided equally between sites A1 and A2: in this case, Sr would not have dominated in any structural site and thus there would not have been a new mineral species. Actually, the guidelines for the definition of a new mineral are much more detailed and complex, as shown by the large series of articles published on the subject, the last of which authored by the then Chairman and Vice-Chairman of the Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification (Hatert and Burke, 2008).

I have discussed two new minerals and in the second case the name has already been changed in less than 20 years, naturally with the approval of the IMA commission. This immediately raises the question: how are names given to minerals, particularly to new ones? In our two examples, the first name derived from the place of (first) occurrence, the second from the chemical composition. A third commonly used criterion is that of dedicating the mineral to a prominent person or a researcher who has conducted studies on the area of discovery or on a particular group of minerals (via attribution of the person's first or last name). The suffix «ite» is commonly used, even though the old names often have a different ending (quartz, orthoclase, epidote, etc.). Out of the over 40 types deposited in the Florentine museum, 25 have the name dedicated to persons, 5 to the places of discovery, 9 to the chemical characteristics, while icosahedrite

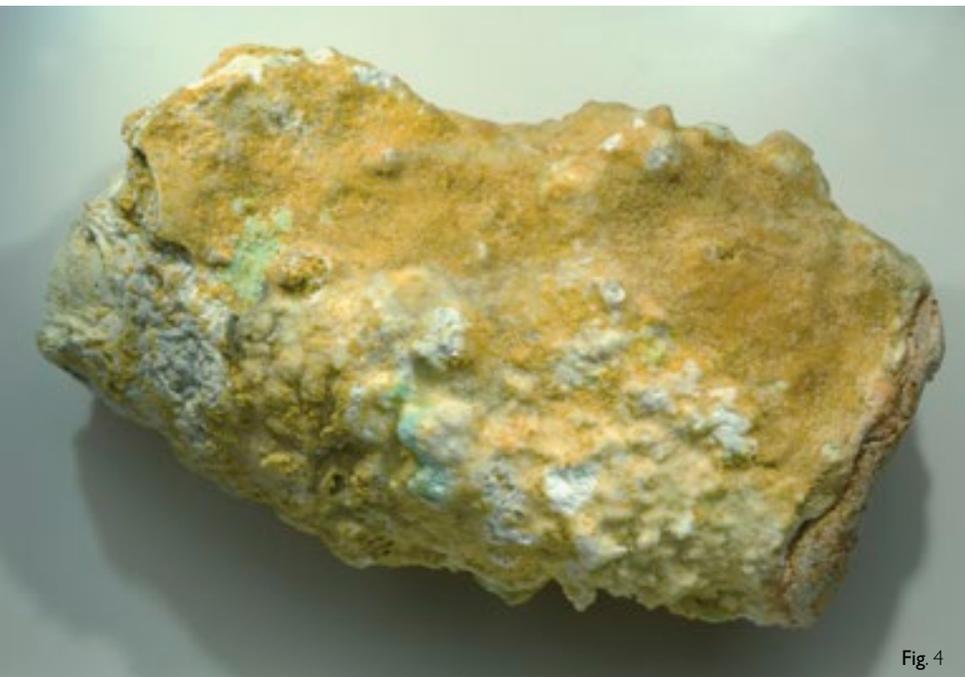


Fig. 4

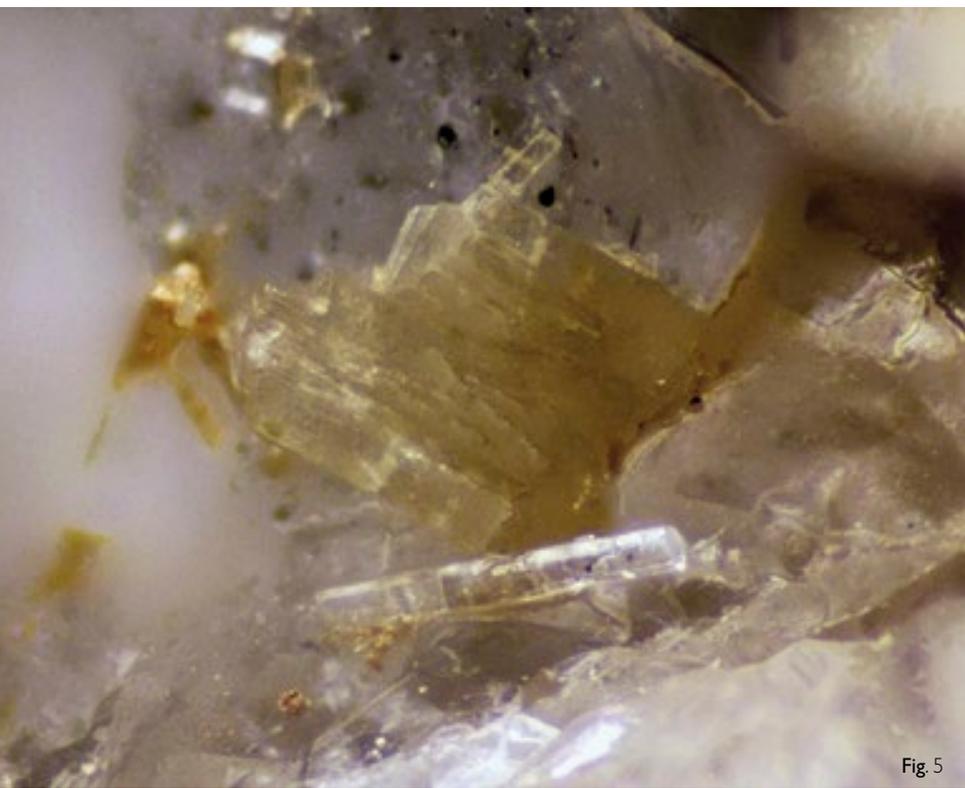


Fig. 5

Fig. 4 Carobbiite, da incolore a bianca, con zolfo prevalente. Vesuvio (NA), Campania, Italia. Misure: 4 x 2 x 2 cm. Camp. n. 1972/I.

Fig. 5 Cristalli di ciprianiite. Tre Croci, Vetralla (VT), Lazio, Italia. Larghezza effettiva dell'immagine 1 mm. Camp. n. 2771/I.

Fig. 4 Carobbiite, from colourless to white, with prevalent sulphur. Vesuvius (NA), Campania, Italy. Measurements: 4 x 2 x 2 cm. Spec. n. 1972/I.

Fig. 5 Ciprianiite crystals. Tre Croci, Vetralla (VT), Latium, Italy. Picture width 1 mm. Spec. n. 2771/I.

and museumite do not strictly fall into these categories. Among the minerals referring to names of people, I am pleased to cite three dedicated to mineralists who have given important contributions to Italian and international mineralogy. The first – carobbiite, Fig. 4, (Strunz 1956) – is dedicated to Guido Carobbi, director of the Institute and Museum of Mineralogy of Florence from 1938 to 1970; the second – ciprianiite, Fig. 5, (Della Ventura et al 2002) – and the third – garavellite, Fig. 6, (Gregorio et al 1979) – are dedicated respectively to Curzio Cipriani and Carlo Garavelli, pupils of Carobbi and later full professors of Mineralogy in Florence (C. Cipriani) and in Bari (C. Garavelli) where they devoted much effort to the growth of their respective museums.

Minerals normally belong to the world of solids, i.e. they are crystallized substances with an orderly and periodic atomic arrangement, but there are oth-

Si usa comunemente il suffisso «ite» anche se i vecchi nomi hanno spesso terminazione diversa (quarzo, ortoclasio, epidoto, ecc.). Fra gli oltre 40 tipi depositati presso il museo di Firenze, ben 25 hanno il nome dedicato a persone, 5 alle località di ritrovamento, 9 alle caratteristiche chimiche mentre icosaedrite e museumite non rientrano strettamente in queste categorie. Fra i minerali riferiti a nomi di persone corre l'obbligo e il piacere di citarne tre dedicati a mineralisti che hanno avuto un'importanza notevolissima nella mineralogia italiana e internazionale. Il primo – carobbiite, Fig. 4, (Strunz 1956) – è dedicato a Guido Carobbi, direttore dell'Istituto e Museo di mineralogia di Firenze dal 1938 al 1970; il secondo – ciprianiite, Fig. 5, (Della Ventura et al. 2002) – e il terzo – garavellite, Fig. 6, (Gregorio et al 1979) – sono invece dedicati rispettivamente a Curzio Cipriani e Carlo Garavelli, allievi di Carobbi e poi ordinari di mineralogia a Firenze (C. Cipriani) e a Bari (C. Garavelli) dove, fra l'altro, hanno dedicato moltissime energie alla crescita dei rispettivi Musei.

Nella norma i minerali appartengono al mondo dei solidi e cioè sono sostanze cristallizzate dotate quindi di una disposizione atomica ordinata e periodica, ma ce ne sono alcuni che possono invece essere definiti amorfi, come ad es. l'opale (idrogel di SiO_2) e la crisocolla (idrogel silico-cuprifero e talora alluminiofero). Le norme IMA per accettare come minerale una sostanza amorfa sono estremamente restrittive e in particolare è necessario che un set completo di analisi chimiche quantitative e di dati chimico-fisici (normalmente spettroscopici) dimostrino la unicità della fase in questione ed escluda-

ers that can be defined as amorphous, e.g. opal (SiO_2 hydrogel) and chrysocolla (copper silicate hydrogel, and sometimes aluminium-bearing). The IMA rules for the acceptance of an amorphous substance as a mineral are extremely restrictive. In particular, it is necessary that a complete set of quantitative chemical analyses and chemical-physical (normally spectroscopic) data show the uniqueness of the phase in question and exclude that it could be a mixture. The holotypes of the Florentine museum also include an amorphous mineral, santabarbarite (Pratesi et al 2003; Fig. 7), the result of *in situ* oxidation of vivianite and found as a pseudomorph on vivianite crystals.

Holotypes are not always aesthetically pleasing; indeed, as seen in the preceding photos, they often leave much to be desired. It may be that specimens collected later and corroborated as equivalent to the holotype

no che possa trattarsi di una miscela. Fra gli olotipi del museo di Firenze è presente anche un minerale amorfo, la santabarbarite (Pratesi et al 2003; Fig. 7) risultato di una ossidazione *in situ* di vivianite e trovata, appunto, come pseudomorfa su cristalli di vivianite.

Non sempre gli olotipi sono esteticamente validi, anzi come si vede nelle foto precedenti spesso lasciano molto a desiderare. Può accadere che campioni raccolti successivamente e convalidati come equivalenti all'olotipo siano decisamente più belli. È questo il caso del minerale olmiite (Bonazzi et al 2011), silicato di calcio e manganese, dedicato alla memoria di un collega, Filippo Olmi, scomparso giovanissimo. Non viene pubblicata la foto dell'olotipo ma quella di un campione di olmiite (Fig. 8), studiato da Pagano *et al.* (2008), che ha qualità estetiche decisamente superiori all'olotipo.

In alcuni casi l'olotipo è rappresentato da una polvere contenuta in un tubicino di vetro, nel quale è stata inserita dallo stesso autore dopo gli studi che lo hanno portato alla definizione della nuova specie. È questo ad es. il caso della malladrite (Fig. 9), fluosilicato sodico, trovata da Zambonini e Carobbi (1926) fra i sublimati del complesso vulcanico Somma-Vesuvio. Si tratta di un minerale definito *grandfathered* ossia da considerarsi valido (minerale e nome), pur non avendo ricevuto una formale approvazione, giacché la sua scoperta è precedente al 1959 e non è stato successivamente discredito. Viene da chiedersi se l'apposita Commissione IMA avrebbe approvato il nome malladrite. Ovviamente non si può sapere; tuttavia il dubbio è lecito data la forte somiglianza grafica e



fonetica con la mallardite, solfato eptaidrato di manganese, che nel 1926 aveva già quasi cinquanta anni di «età» (Carnot, 1879).

Ancora un'osservazione su questo minerale che è dedicato al Prof. A. Malladra, vulcanologo e direttore dell'osservatorio vesuviano. Trovare strade che siano state dedicate a mineralisti o a minerali è piuttosto raro. Un'eccezione comunque si verifica nel quartiere di Pietralata a Roma: lì, infatti, non solo si trova una via dedicata ad Alessandro Malladra, ma ve ne sono molte altre dedicate a studiosi di geologia, vulcanologia, mineralogia ecc. fra i quali: Piero Aloisi, Luigi Bombicci, Giovanni Capellini, Antonio D'Achiardi, Michele Gortani, Bernardino Lotti, Alessandro Malladra, Carlo Perrier, Giuseppe Stefanini, Ferruccio Zambonini. Sempre in quel quartiere esistono odonimi chiaramente riferibili a terminologie mineralogiche e minerarie: ol-

Fig. 6 Campione contenente piccoli aggregati di minutissimi cristalli metallici grigio-scuro di garavellite in contatto con tetraedrite, calcopirite e siderite. Valle del Frigido, Alpi Apuane (MS), Toscana, Italia. Misura: 3 x 2 x 1 cm. Camp. n. 100/I.

Fig. 6 Specimen containing small aggregates of tiny dark gray metallic crystals of garavellite in contact with tetrahedrite, chalcocopyrite and siderite. Frigido Valley, Apuan Alps (MS), Tuscany, Italy. Measurements: 3 x 2 x 1 cm. Spec. n. 100/I.

are much lovelier. This is the case of the mineral olmiite (Bonazzi et al 2007), a silicate of calcium and manganese, dedicated to the memory of a colleague, Filippo Olmi, who died at a very young age. The photo of the holotype is not being published but rather that of an olmiite specimen (Fig. 8) studied by Pagano *et al.* (2008) which has much greater aesthetical qualities than the holotype.

In some cases, the holotype is represented by a powder contained in a glass tube, where it was placed by the author after the studies leading to the definition of the new species. This is the case of malladrite (Fig. 9), a sodium fluosilicate, found by Zambonini and Carobbi (1926) among the sublimates of the Somma-Vesuvius volcanic complex. It is a so-called grandfathered mineral, i.e. one considered valid (minerale and name) even though it has not received formal approval, since it was discovered

before 1959 and has never been discredited. One has to wonder if the appropriate IMA commission would have approved the name malladrite. Obviously we will never know, but some doubt is permissible given the strong graphic and phonetic similarity with mallardite, manganese sulphate heptahydrate, which was already 50 years «old» in 1926 (Carnot, 1879).

Let me make another observation on this mineral dedicated to Prof. A. Malladra, vulcanologist and director of the Vesuvius Observatory. Although finding streets named after mineralists or minerals is rather rare, an exception can be found in the Pietralata district of Rome. Not only is there a street dedicated to Alessandro Malladra, there are many others named after scholars of geology, vulcanology, mineralogy, etc., including: Piero Aloisi, Luigi Bombicci, Giovanni Capellini, Antonio D'Achiardi, Michele Gortani, Bernardino Lotti,



Fig. 7 Aggregato di 'cristalli' di santabarbarite. I 'cristalli', talora, conservano al loro interno un nucleo parzialmente alterato di metavivianite. Miniera S. Barbara, Cavriglia (AR), Toscana, Italia. Larghezza effettiva dell'immagine 3.5 mm. Camp. n. 2862/I.

Fig. 7 Aggregate of santabarbarite 'crystals'. At times, there is a partially altered nucleus of metavivianite inside the 'crystals'. S. Barbara mine, Cavriglia (AR), Tuscany, Italy. Picture width 3.5 mm. Spec. n. 2862/I.

tre a *via delle Cave di Pietralata*, si trovano le vie *Alabastro*, *Antracite*, *Ardesia*, *Botticino*, *Carbonio*, *Diaspro*, *Lignite*, *Magnetite*, *Peperino*, *Pietra Sanguigna*, *Quarzo*, *Torba*, *Trachite* e *Tufo*.

Merita anche segnalare la mohrite (Fig. 10), analogo naturale del sale di Mohr (solfato esaidrato di ferro e ammonio), raccolto da A. Pelloux nel 1927 a Travale (Montieri, Grosseto), riconosciuto da Garavelli (1964) come nuovo minerale e da lui così nominato in onore del noto chimico tedesco. Si legge infatti sugli Atti Parlamentari del 1966 (Interrogazione dei deputati Tognoni *et al.* rivolta al Ministro dell'Industria e Commercio) che, a seguito della scoperta del prof. Garavelli, si erano diffuse tra la popolazione del luogo

grandi aspettative di ricadute economiche per la possibile presenza di giacimenti utili di ferro e si invitava pertanto il Ministero a procedere negli accertamenti geologici e tecnici. Purtroppo, come sappiamo, si trattava di una manifestazione di ferro estremamente localizzata!

Per terminare questa carrellata un cenno alla bottinoite, $\text{Ni}[\text{Sb}^{5+}(\text{OH})_6]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Fig. 11) trovata alla miniera del Bottino (Alpi Apuane) e descritta da Bonazzi *et al.* (1992). Il grande chimico americano Linus Pauling, due volte premio Nobel, alla età di 92 anni rileggendo i suoi appunti ricavati dai dati pubblicati su questo minerale era quasi arrivato alla conclusione che la formula fosse sbagliata: nei suoi appunti manoscritti (raccolte

Alessandro Malladra, Carlo Perrier, Giuseppe Stefanini, Ferruccio Zambonini. This district also has street names clearly referring to mineralogical and mining terms: in addition to *via delle Cave di Pietralata*, there are streets called *Alabastro*, *Antracite*, *Ardesia*, *Botticino*, *Carbonio*, *Diaspro*, *Lignite*, *Magnetite*, *Peperino*, *Pietra Sanguigna*, *Quarzo*, *Torba*, *Trachite* and *Tufo*.

Another mineral deserving of mention is mohrite (Fig. 10). It is the natural analogue of Mohr's salt (ammonium iron sulphate hexahydrate), collected by A. Pelloux in 1927 at Travale (Montieri, Grosseto) and recognized by Garavelli (1964) as a new mineral: the name is after the famous German chemist K.F. Mohr. The 1966 Parliamentary Acts (Interrogation by deputies Tognoni *et al.* addressed to the Minister of Industry and Commerce) report that, following the discovery by Prof. Garavelli, the

population of the area held great expectations of economic benefits due to the possible presence of useful iron deposits, and therefore the Ministry was invited to proceed with geological and technical controls. Unfortunately, as we know, there was only an extremely localized expression of iron!

To complete this round-up, I must mention bottinoite, $\text{Ni}[\text{Sb}^{5+}(\text{OH})_6]_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Fig. 11), found in the Bottino mine (Apuan Alps) and described by Bonazzi *et al.* (1992). At the age of 92 years, the great American chemist Linus Pauling, twice a Nobel laureate, while rereading his notes made from the published data on this mineral almost came to the conclusion that the formula was wrong; in his handwritten notes (collection published by Oregon State University), we read that a Sb^{2+} would have had to be hypothesized, something that was completely improbable. However, after

pubblicate dalla Oregon State University) si legge infatti che si sarebbe dovuto ipotizzare un Sb^{2+} il che era del tutto improbabile. Dopo vari giorni si accorse che l'errore era legato al fortissimo indebolimento della sua vista.

Prima di procedere ulteriormente, si rende adesso necessario formulare alcune definizioni (Embrey e Hey, 1970; Dunn e Mandarino, 1987):

- *Olotipo*: ὅλος (intero, tutto) τυπος (modello), è un singolo campione (nel nostro caso di un minerale) – esplicitamente designato dall'autore – dal quale sono stati ottenuti *tutti* i dati per la descrizione originale della nuova specie e che deve essere depositato presso un museo. Qualora l'autore abbia depositato presso altri musei porzioni di tale campione, quest'ultime vengono designate come «porzioni dell'olotipo».
- *Cotipo*: campioni (sempre designati dall'autore) usati per ottenere dati quantitativi utilizzati per la descrizione originale. Campioni esaminati solo *visivamente* non sono considerati cotipi.
- *Neotipo*: un campione scelto dall'autore per una ridefinizione o un riesame della specie (per rappresentare quella specie) qualora l'olotipo o i cotipi risultino irripetibili. Deve venir dimostrato che è stato fatto ogni sforzo per localizzare il materiale della descrizione originaria. Possono venir designati neotipi anche nel caso in cui, utilizzando l'olotipo e i cotipi, non sia possibile determinare sperimentalmente in via definitiva le costanti reticolari e la composizione chimica. I neotipi devono essere approvati dalla Commissione Nuovi Minerali, Nomenclatura e Classi-



several days, he noticed that the error was related to the severe weakening of his eyesight.

Before proceeding further, it is necessary to give some definitions (Embrey and Hey, 1970; Dunn and Mandarino, 1987):

- Holotype: ὅλος (whole, all) τυπος (model), is a single specimen (designated by the author) from which all the data for the original description of the new species were obtained and which must be deposited in a museum. Where portions of such a specimen have been sent to other museums for preservation, the author will designate each of these as «part of the holotype».
- Cotype: specimens (designated by the author) as those used to obtain quantitative data for the original descriptions. Specimens examined only visually should not be considered cotypes.

- Neotype: a specimen chosen by the author of a re-definition or re-examination of a species to represent the species when the holotype or cotypes can not be found. It must be shown that every attempt has been made to locate the originally described material. Neotypes can also be designated when examination of all holotypes and cotypes has shown that the definitive unitcell parameters and chemical composition can not be experimentally determined. All neotypes require the approval of the CMNMN of the IMA.
- Metatype (s): specimen(s) compared with the type by the author, and determined as conspecific with it.
- Type locality is the finding place (point) of the new mineral species. It must be defined in a very precise manner. Some possible classifications have also been formulated: e.g. type locality with an exact geographical and geo-

Fig. 8 Aggregati di cristalli di olmiite rossa, 4 × 2.5 cm. N'Chwaning II mine. Collezione Renato and Adriana Pagano, n. 8280 (Foto Roberto Appiani).

Fig. 8 Aggregates of red olmiite crystals, 4 × 2.5 cm. N'Chwaning II mine. Renato and Adriana Pagano collection, no. 8280. Photograph by Roberto Appiani.



Fig. 9 Malladrite e avogadrite: il campione è conservato all'interno della provetta in cui fu inserito subito dopo essere stato caratterizzato. Questo è il classico esempio, in cui anche il contenitore ha assunto lo status di bene culturale. Vesuvio (NA), Campania, Italia. Misure: 8 x 2.5 cm. Camp. n. 226/l.

Fig. 9 Malladrite and avogadrite: the specimen is conserved in the test tube in which it was placed immediately after being characterized. This is the classic example in which the container has also assumed the status of a cultural good. Vesuvius (NA), Campania, Italy. Measurements: 8 x 2.5 cm. Spec. n. 226/l.

ficazione dell'Associazione Mineralogica Internazionale (IMA).

- **Metatipo:** campione (della località tipo) confrontato dall'autore con l'originale e da lui definito come cospecifico.
- **Località tipo:** è la località nella quale è stato rinvenuto il campione che è servito per la definizione della nuova specie mineralogica. Deve essere definita in maniera molto precisa. Sono state anche formulate alcune possibili classificazioni: es. località tipo con esatta definizione geografica e geologica (latitudine e longitudine ottenute con strumentazione GPS); buona definizio-

ne geografica e così via fino a insufficiente come può verificarsi per nuovi minerali definiti in tempi non recenti oppure trovati in campioni museali di cui non si è certi della località riportata sul cartellino.

- **Tipo (campione tipo):** è una definizione pragmatica utilizzata nel Catalogue of Type Mineral Specimens CTMS (Stalder 2002) a indicare un olotipo HT, un cotipo CT, un neotipo NT ma anche un metatipo MT.

Negli anni sono stati anche usati altri termini come *ideotipo*, *plesiotipo* che non verranno definiti perché non strettamente

logical definition (latitude and longitude obtained with a GPS instrument); good geographical definition, and so on as far as insufficient, as can occur for new minerals defined long ago or for museum specimens with no certain provenance reported on the label.

- Type: a pragmatic definition used in the Catalogue of Type Mineral Specimens CTMS (Stalder, 2002) to indicate a holotype HT, a cotype CT, a neotype NT or also a metatype MT.

Over the years, other terms such as ideotype and plesiotype have also been used, but they will not be defined because they are not strictly necessary and sometimes synonymous, at least in part, with the others already mentioned.

Both holotypes and cotypes are possible, and even advantageous, for a mineral species. The use of «holo» here is to indicate that all the necessary data were obtained from the holotype specimen. If the author of a new mineral description chooses to designate additional samples as cotypes, this is permissible. Such cotypes are designated only if they were used to obtain quantitative, but not necessary, data. Thus, a mineral species can be represented by a holotype and one or more cotypes and/or neotypes.

- Here are some examples to illustrate these definitions: Mineral A was described in such a manner that *all the necessary data* were obtained from one specimen; that specimen is the holotype.

necessari e talvolta sinonimi, almeno parziali, degli altri già citati.

È possibile, ed anche vantaggioso, avere per una stessa specie mineralogica sia l'olotipo che i cotipi. L'etimo «olo» indica che l'«intero» set di dati necessari per la definizione della specie è stato ottenuto dall'«olotipo». È altresì permesso dalle regole IMA che l'autore della descrizione di una nuova specie mineralogica possa designare campioni addizionali come cotipi. Questi cotipi possono essere creati solo se servono per ottenere dati quantitativi ma non necessari. In conclusione una specie mineralogica può essere rappresentata da un olotipo e da uno o più cotipi e/o neotipi.

Alcuni esempi per illustrare queste definizioni:

- **Minerale A:** *tutti i dati necessari* per la descrizione sono stati ottenuti da un campione: questo campione è 'l'olotipo'.
- **Minerale B:** la descrizione completa è stata possibile solo utilizzando più di un singolo campione per poter ottenere tutti i dati quantitativi *necessari*. Questi campioni sono i cotipi; non c'è olotipo.
- **Minerale C:** è stato definito con dati derivati da un singolo campione che naturalmente è l'olotipo. Dati addizionali, ma *non necessari per definire* la specie sono stati ottenuti da altri campioni; quest'ultimi sono i cotipi. Questi cotipi possono aver fornito dati che evidenziano la variabilità dei dati chimici, ottici, cristallografici ecc. della specie.
- **Minerale D:** è richiesta una ridefinizione della specie, ma non si riesce a ritrovare il materiale originale. In questo caso può essere designato da un ricercatore un campione 'neotipo'; questa procedura comunque necessita della approvazione della già citata Commissione IMA.



Tutti i ricercatori che descrivono nuovi minerali sono incoraggiati a depositare direttamente (cioè senza avvalersi di intermediari) olotipo, cotipi e neotipi presso musei pubblici dotati di uno staff professionale. La raccomandazione di ricorrere a musei importanti dove le collezioni siano opportunamente conservate e attivamente controllate è ovvia: solo studiando il materiale tipo c'è la possibilità di poter rettificare inadeguatezze o errori nella descrizione originale e di produrre ulteriori ricerche. In tal modo una specie non valida può essere discredita o una discredita opportunamente riconvalidata. È chiaro comunque che per un gran numero di minerali scoperti in tempi più o meno remoti, ed anche per minerali descritti in tempi relativamente recenti, non esistono campioni descritti come olotipi né come tipi in genere. In molti casi la migliore informazione reperibile nei cataloghi dei musei suona come «materiale originale».

Fig. 10 Mohrite: incrostazioni di minutissimi cristalli, privi di contorni definiti, color verde pallidissimo associati a laminette incolori di una sua varietà fortemente magnesifera. Travale (GR), Toscana, Italia. Misure: 3 × 0.5 × 1 cm. Camp. n. G64779.

Fig. 10 Mohrite: incrustations of tiny very light green crystals, without well-defined contours, associated with colourless laminae of one of its strongly magnesium-bearing varieties. Travale (GR), Tuscany, Italy. Measurements: 3 × 0.5 × 1 cm. Spec. n. G64779.

- Mineral B could be defined only if more than a single specimen were used to provide the *necessary* quantitative data. These specimens are cotypes and there is no holotype.
- Mineral C was defined by data derived from a single specimen which is, of course, the holotype. If additional data which were *not necessary to define* the species were obtained from other specimens, these additional specimens are cotypes. These cotypes may have provided data to indicate the variability of the chemical, optical, crystallographic or other data for the species.
- Mineral D required redefinition, but none of the original type material could be found. In such cases, a neo-

type specimen may be designated by an investigator, but only with the approval of the CMNMN of the IMA.

All researchers who describe new minerals are encouraged to directly deposit (i.e. without using intermediaries) the holotype, cotypes and neotypes in public museums provided with a professional staff. The recommendation to make use of important museums where the collections are appropriately conserved and actively controlled is obvious: only by studying the type material is it possible to correct inadequacies or errors in the original description and to produce further studies. In this way, an invalid species can be discredited or a discredited species can be validated again. It is clear, however, that for a large number of min-

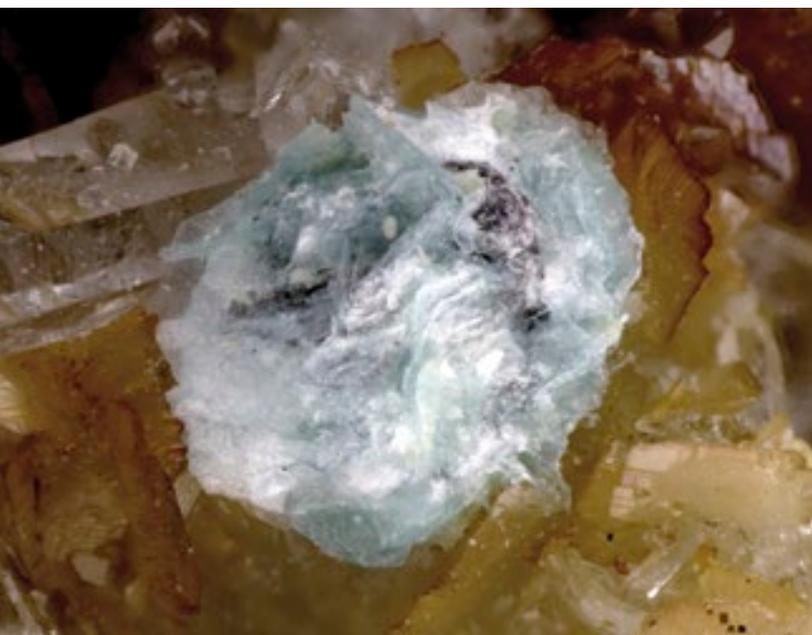


Fig. 11 Aggregato di piccoli cristalli tabulari di bottinoite (verde-celeste) associati a siderite, calcite e quarzo. Miniera Bottino, Seravezza, Alpi Apuane (LU), Toscana, Italia. Larghezza effettiva dell'immagine 4 mm. Camp. n. 1747/l.

Fig. 11 Aggregate of small tabular bottinoite crystals (green-light blue) associated with siderite, calcite and quartz. Bottino mine, Seravezza, Apuan Alps (LU), Tuscany, Italy. Picture width 4 mm. Spec. n. 1747/l.

Nella Tabella 2 figurano i depositi di Tipi raggruppati per nazione, rielaborati sulla base dei dati pubblicati dalla Commissione Internazionale Musei dell'IMA; purtroppo i dati sono del 2002 e non risultano ulteriori aggiornamenti ufficiali. Come si può vedere dalla tabella, nel 2002 la Commission on Museums IMA accreditava all'Italia sette Musei (Bari, Bologna, Crodo, Modena, Napoli, Padova, Pavia) nella categoria 1 – cioè con un numero di tipi depositati compreso fra 1 e 9 – e sei Musei (Firenze, Genova, Milano, Pisa, Roma, Torino) in categoria 2, con un numero di tipi depositati compreso fra 10 e 39. Alla fine del 2011, sulla base di un apposito sondaggio svolto, risulta un notevole incremento nella quantità di depositi presenti nei vari musei, tanto che due istituzioni (Pisa e Firenze) sono passate alla categoria 3 – con oltre 40 tipi depositati

erals discovered in more or less remote times, and even for minerals described in relatively recent times, there will be no specimens described as holotypes or as types in general. In many cases, the best information to be found in the museum catalogues will be «original material».

Table 2 reports the deposits of Types grouped by nation, based on data published by the IMA Commission on Museums; unfortunately the data are for 2002 and there are no further official updates. In 2002, the Commission on Museums credited Italy with seven museums (Bari, Bologna, Crodo, Modena, Naples, Padua, Pavia) in category 1, i.e. with 1 to 9 types deposited, and six museums (Florence, Genoa, Milan, Pisa, Rome, Turin) in category 2, with 10 to 39 types deposited. On the basis of a survey conducted at the end of 2011, there was a marked increase in the number of types deposited in the various Italian museums, so that two institutions (Pisa and Florence) moved into category 3 (with over 40 deposited types) and seven museums were in category 2. Moreover, a second (decidedly dynamic) institution with the deposit of types was established in Milan.

The position of the Museum of Natural History of the University of Florence is excellent in the Italian context but still fairly distant from that of the big European and American museums in category 4 with >200 types de-

Tabella 2. Tipi raggruppati per musei delle varie nazioni (situazione al 2002)
Table 2 Deposits of types grouped by nation (updated to 2002)

	1(1-9)	2(10-39)	3(40-199)	4(>200)
Australia Australia	5	1	2	-
Austria Austria	3	2	-	-
Belgio Belgium	1	2	1	-
Bulgaria Bulgaria	4	-	-	-
Canada Canada	9	-	2	1
Ceca Rep. Czech Rep.	4	2	-	-
Cina China	8	1	-	-
Danimarca Denmark	-	-	1	-
Finlandia Finland	2	-	-	-
Francia France	5	-	-	2
Germania Germany	13	4	2	-
Giappone Japan	11	-	1	-
Gran Bretagna Great Britain	5	1	-	1
Grecia Greece	1	-	-	-
Ungheria Hungary	1	1	-	-
Italia Italy	7	6	-	-
India India	1	-	-	-
Israele Israel	2	-	-	-
Kazakistan Kazakhstan	1	-	-	-
Malesia Malaysia	1	-	-	-
Marocco Morocco	1	-	-	-
Namibia Namibia	1	-	-	-
Norvegia Norway	-	-	1	-
Nuova Zelanda New Zealand	4	-	-	-
Olanda Holland	2	-	-	-
Pakistan Pakistan	1	-	-	-
Polonia Poland	2	1	-	-
Romania Romania	3	3	-	-
Russia Russia	7	6	1	2
Slovacchia Slovakia	1	-	-	-
Spagna Spain	4	-	-	-
Serbia Serbia	1	-	-	-
Sud Africa South Africa	5	1	-	-
Suriname Suriname	1	-	-	-
Svezia Sweden	1	-	1	-
Svizzera Switzerland	4	3	-	-
Tanzania Tanzania	1	-	-	-
Turchia Turkey	1	-	-	-
USA USA	24	1	-	2

Tabella 3 Distribuzione tipi per località di ritrovamento
Table 3 Distribution of types by their provenance

Vesuvio	Campania	7
Larderello	Toscana	3
Le Cetine	Toscana	3
Santa Barbara	Toscana	3
Alpi Apuane	Toscana	2
Isola d'Elba	Toscana	2
Pereta	Toscana	2
Val Graveglia	Liguria	2
Campiglia M.ma	Toscana	1
Travale	Toscana	1
Domusnovas	Sardegna	1
Vetralla	Lazio	1
Vulcano	Sicilia	1

– e sette sono nella categoria 2. A Milano, inoltre, è nata una seconda Istituzione con deposito di tipi, decisamente dinamica.

È evidente che la posizione del Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze, ottima in ambito nazionale, è comunque ancora abbastanza lontana da quella dei grandi musei europei e americani (*vedi riquadro*) posti nella Categoria 4 con un numero di depositi > 200.

Questa differenza è legata principalmente a due fattori: la notevole frammentazione dei musei in Italia e l'attrattiva, il fascino che le grandi istituzioni esercitano sui ricercatori, anche al di là dei confini nazionali, all'atto del deposito dell'olotipo e le garanzie che possono offrire.

Per concludere viene analizzata (Tab. 3) la distribuzione, per località di ritrovamento, relativa ai 29 tipi (dei 40 depositati a Firenze) di minerali trovati in Italia. Viene da chiedersi come mai sia presente un così gran numero di tipi, da fuori regione, tutti provenienti dal complesso vulcanico del Somma-Vesuvio. La risposta è immediata guardando all'autore delle relative scoperte: in tutti e sette i casi si tratta di Guido Carobbi con o senza collaboratori. Il Prof. Carobbi 'è stato 8 anni assistente nell'Istituto di Chimica Generale di Napoli allora diretto dal grande mineralogista Ferruccio Zambonini» (Carobbi, 1972) quindi con il Vesuvio a due passi; anche la carobbiite, riconosciuta formalmente come nuovo minerale dal notissimo mineralista tedesco H. Strunz, è frutto di studi precedenti ascrivibili a Guido Carobbi.

- NHM, London The Natural History Museum [former name = British Museum (Natural History)], Cromwell Road London SW7 5BD, England
- MM-ENSM, Paris Ecole Nationale Supérieure des Mines, Musée de Minéralogie, Boulevard St. Michel 60 F-75272 Paris Cedex 06
- Museum, Paris Muséum Nationale d'Histoire Naturelle, Galerie Nationale de Minéralogie et de Géologie, 35 rue Geoffroy Saint Hilaire F-75005 Paris
- FMM, Moscow Fersman Mineralogical Museum, Russian Academy of Sciences, Leninskii Prospect 18, bldg. 2 Moscow 117 071
- St. Petersburg Mining Museum, St. Petersburg State Mining Institute, Department of Mineralogy, V.O., 21 linia, h. 2 St. Petersburg 199 026
- HMM, Cambridge 4 Harvard Mineralogical Museum, Harvard University, 24 Oxford Street Cambridge, MA 02138
- NMNH, Washington 4 National Museum of Natural History; Smithsonian Institution Washington, D.C. 20560
- ROM, Toronto 4 Royal Ontario Museum, Department of Mineralogy, 100 Queen's Park, Toronto, *Ontario M5S 2C6*

posited (see *panel*). This difference is mainly related to two factors: the strong fragmentation of museums in Italy, and the attraction and fascination of big institutions for researchers, even those outside the country, wishing to deposit a holotype in a museum that provides the best guarantees.

Finally, Table 3 shows the distribution, by type locality, of 29 types (of the 40 deposited in Florence) of minerals found in Italy. The reader might wonder why there are so many types from outside of Tuscany, all deriving from the Somma-Vesuvius volcanic complex. The answer becomes clear when we look at the author of the discoveries: in all seven cases, it is Guido Carobbi with or without collaborators. Prof. Carobbi «was for 8 years an assistant in the Institute of General Chemistry of Naples then directed by the great mineralogist Ferruccio Zambonini» (Carobbi, 1972), in other words with Vesuvius at his doorstep; carobbiite, formally recognized as a new mineral by the famous German mineralist H. Strunz, was the result of previous studies attributable to Guido Carobbi.



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 tectono-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-

nications.

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-

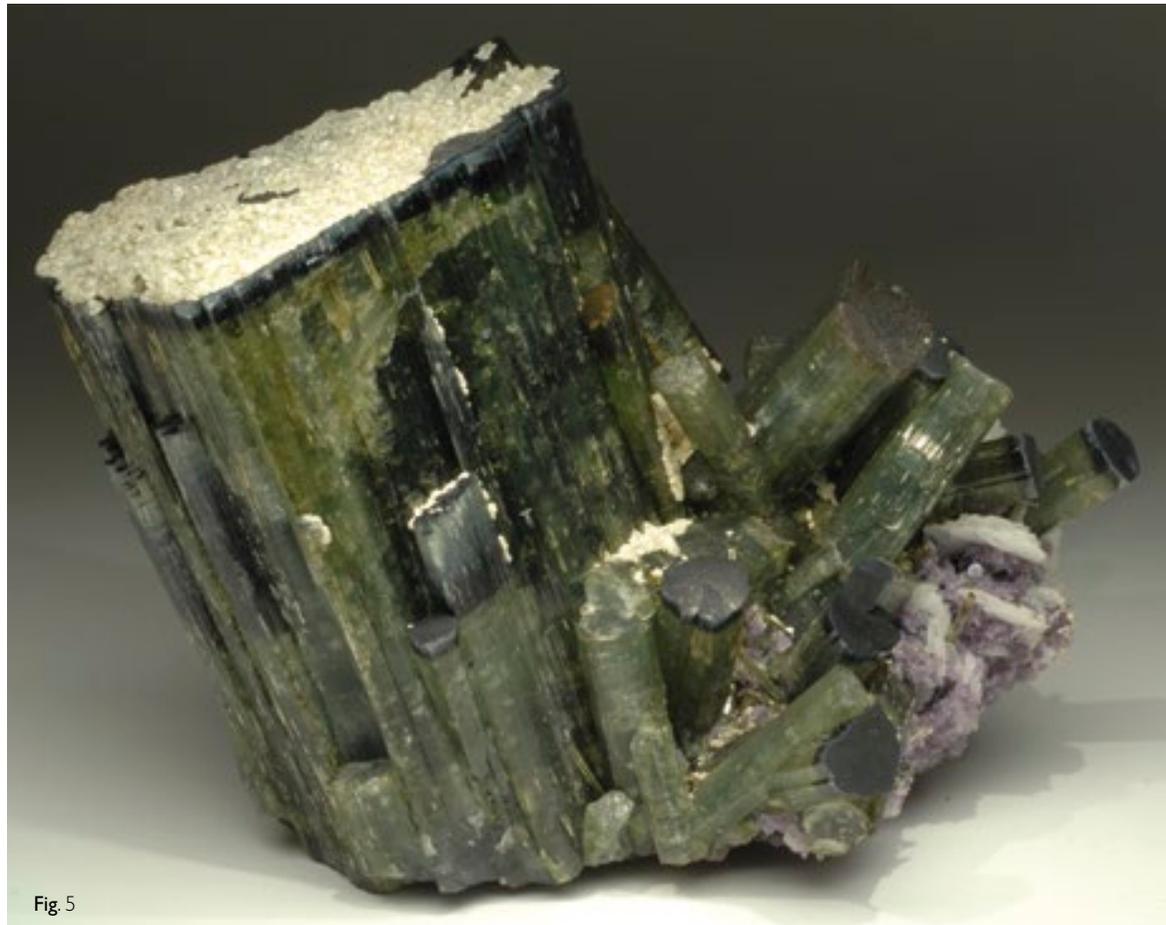


Fig. 5

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 *acquamarina* 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. 15 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).

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.

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-

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.

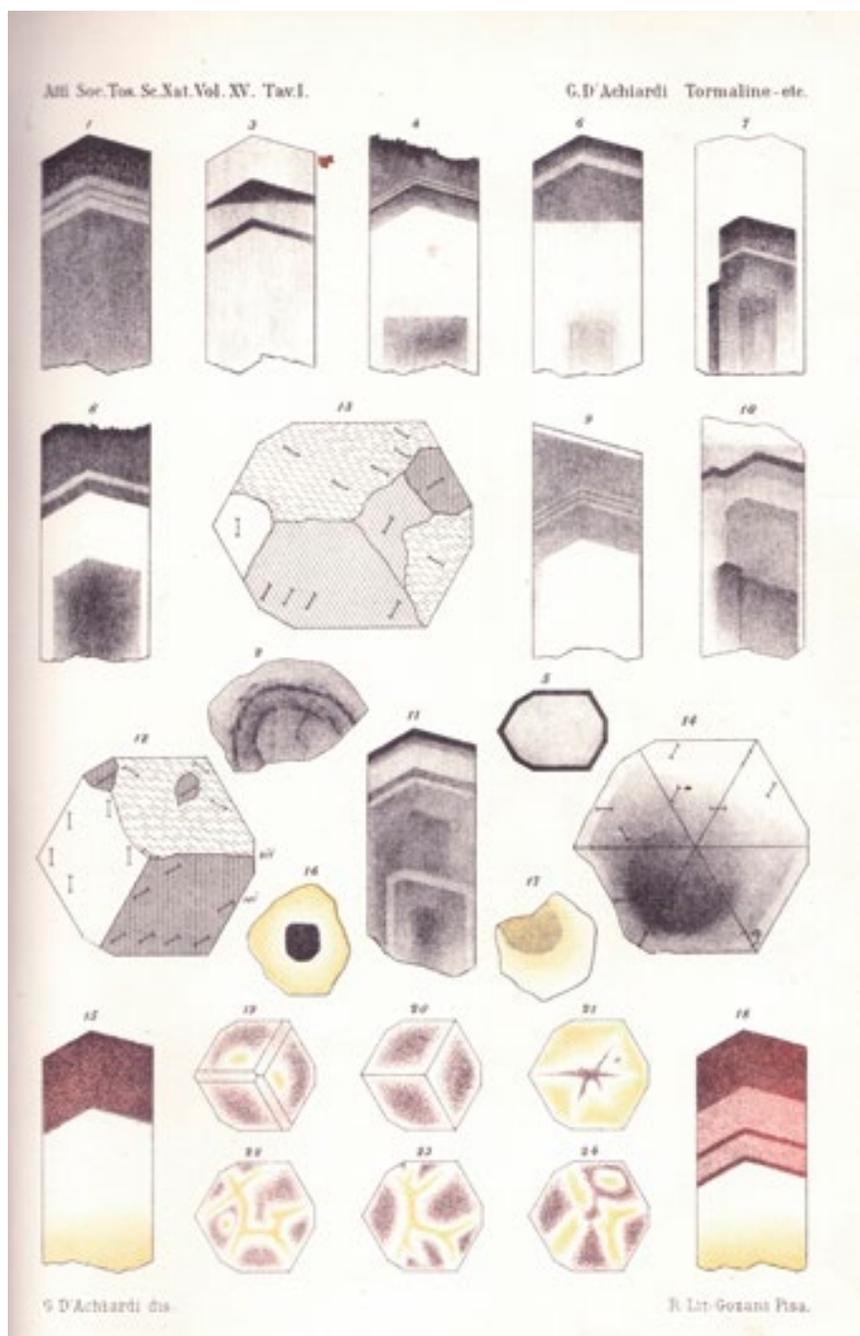


Fig. 18 Riproduzione di una tavola che illustra alcune forme e colori individuati, da Giovanni D'Achiardi, sulle tormaline elbane. Tav. I Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Vol. XV.

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 grandi 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.

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. 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.



Fig. 20

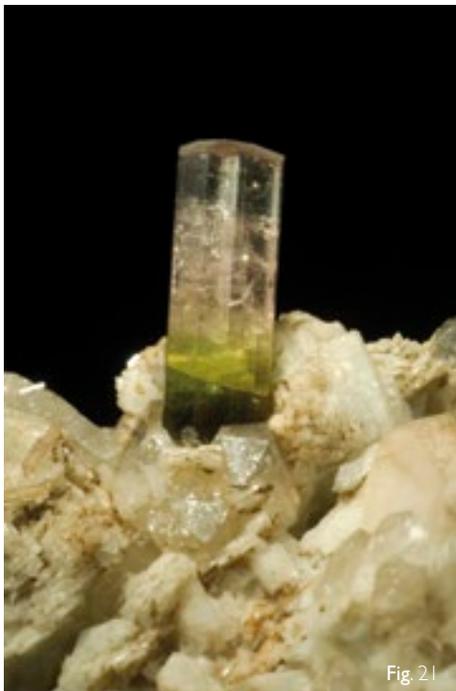


Fig. 21



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.

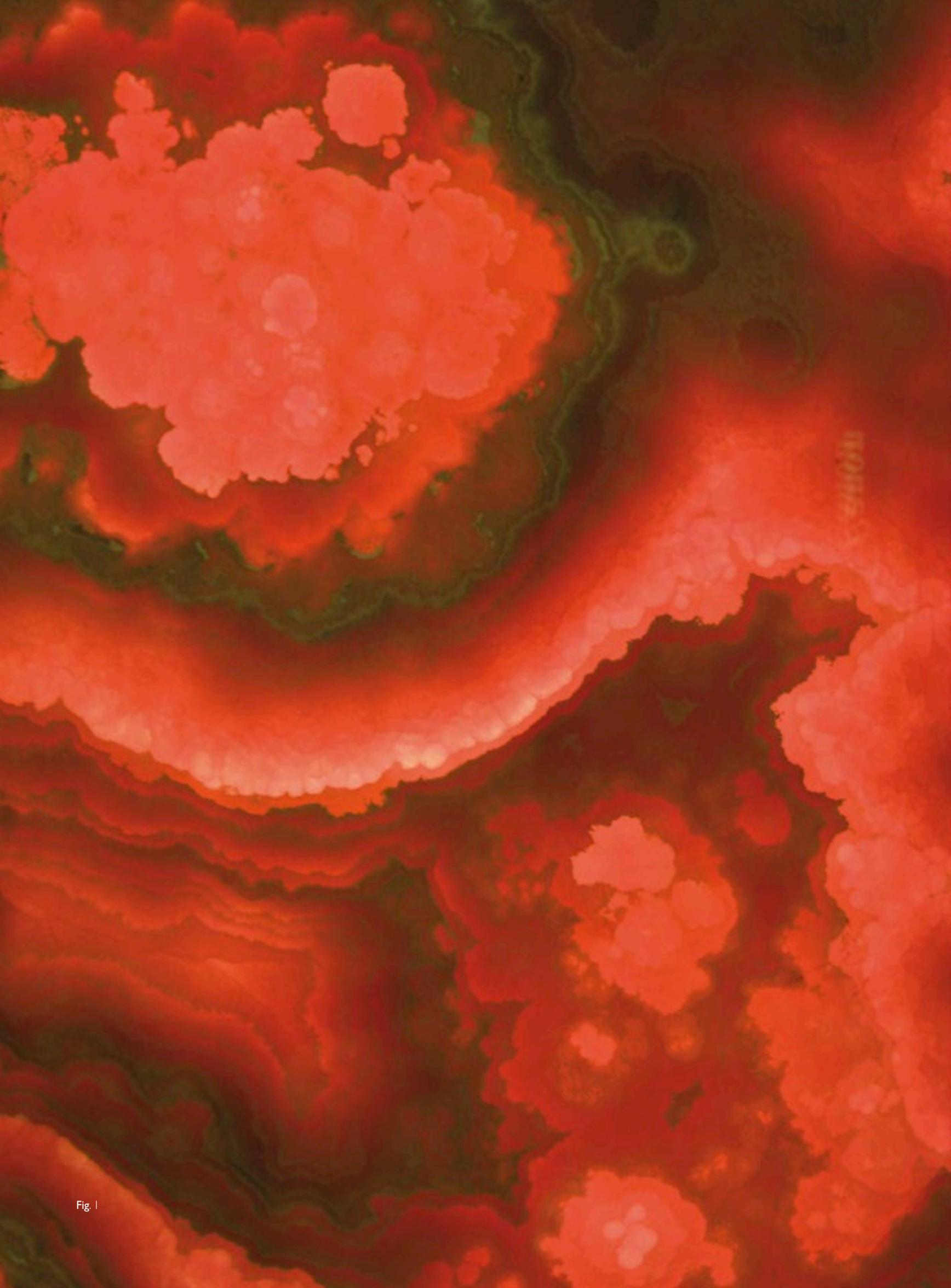


Fig. 1

Estetica della natura, estetica della scienza: il nuovo allestimento della Sezione di Mineralogia e Litologia

*Aesthetics of nature, aesthetics of science:
the new exhibition set-up of the Mineralogy and
Lithology Section*

Roberto Piero Papi, Giovanni Pratesi

Mai come in questo periodo storico, i linguaggi della comunicazione – supportati da una tecnologia in continuo e rapido rinnovamento – hanno sviluppato strategie tanto efficaci per la fruizione delle esposizioni nei nuovi allestimenti museali, sia in Italia che all'estero.

In qualunque museo, la conservazione, l'ostensione, la didattica e la comunicazione sono divenuti elementi essenziali – in equilibrio tra loro – che concorrono ad esaltare la fruibilità e a favorire la curiosità intellettuale in funzione dell'apprendimento e della divulgazione dei saperi. L'allestimento inteso come «disposizione scenico-technica» e l'ambiente interpretato come «luogo della scena» divengono elementi centrali di mediazione tra oggetto esposto e fruitore, giacché organizzano e caratterizzano uno spazio conferendogli un proprio autonomo carattere.

L'oggetto naturale, ossia il bene naturalistico musealizzato, è portatore di valori che

in gran parte rimangono immutati rispetto al significato da esso assunto nel contesto ambientale di provenienza; però, siccome il bene naturalistico è polisemico – ossia portatore di una pluralità di valori – è inevitabile che alcuni di essi siano perduti nel processo di musealizzazione del bene. Ciò significa, nella fattispecie di un'esposizione di campioni mineralogici e litologici, che il singolo reperto conserva il significato che è proprio della specie mineralogica o del tipo di roccia che rappresenta; tuttavia, allorquando il bene viene «estirpato» dalla sua giacitura, perde la connessione con il contesto geologico e rischia di divenire un testimone muto di quegli eventi genetici che hanno concorso alla sua formazione. Dunque nel curare il progetto di allestimento di un museo, occorre prestare grande attenzione al fattore «ambientale» di cui il bene viene a trovarsi privato. Esistono tuttavia molte soluzioni che consentono di sopperire a questa privazione semplice-

More than in any other historical period, the present-day languages of communication (supported by continuously and rapidly evolving technology) have allowed very effective strategies for the enhancement of displays in new museum exhibition set-ups, both in Italy and abroad. In any museum, conservation, exhibition, education and communication have become essential elements, finely balanced to contribute to the use of museum resources and to stimulate intellectual curiosity for the learning and dissemination of knowledge. The exhibition set-up, understood as a «scenic-technical arrangement», and the exhibition hall, interpreted as the «container of the scene», become central elements of mediation between displayed object and visitor; since they organize and characterize a space, giving it an independent character.

The natural object, i.e. the museumized naturalistic good, is a bearer of values which largely remain unchanged with respect to the meaning it assumed in the original environmental context. However, since the naturalistic good is polysemic, i.e. it bears a plurality of values, it is inevitable that some values are lost in the museumization process. In the case of an exhibition of mineralogical and lithological specimens, this means that the single specimen conserves the meaning typical of the mineral species or the type of rock it represents; yet, when the specimen is «extirpated» from its deposit, it loses the connection with the geological context and risks becoming a mute testament to the genetic events that brought about its formation. Therefore, in planning the exhibition set-up of a museum, it is necessary to pay great attention to the «environmental» factor

Fig. 1 Una «fetta» di rodocrosite retroilluminata. Argentina. Misura: 35 x 20 x 1 cm. Camp. n. G40269.

Fig. 1 A retro-illuminated rhodochrosite «slice». Argentina. Measurements: 35 x 20 x 1 cm. Spec. n. G40269.



Fig. 2 Appena il visitatore accede al grande salone espositivo, si trova di fronte un grande monitor (60 pollici) su cui scorrono filmati legati a peculiari contesti geomineralogici. Il sapiente utilizzo di immagini dinamiche crea un effetto particolarmente accogliente.

Fig. 2 As soon as the visitor enters the exhibition hall, he finds himself in front of a large screen (60 inches) showing films related to particular geo-mineralogical contexts. The skilled use of dynamic images creates a particularly welcoming effect.

mente ricreando una connessione con l'ambiente originario: le soluzioni più tradizionali e consolidate, com'è ben noto, sono quelle grafiche. Oggi però sono disponibili anche soluzioni tecnologiche e informatiche che possono ancor più efficacemente intervenire per ristabilire legami e ricreare ambientazioni. L'uso di grandi monitor, ad esempio, è sempre più frequente e può effettivamente risultare molto efficace se abbinato sapientemente all'apparato ostensivo (Fig. 2).

In questo capitolo, comunque, ancor più del tema della ricontestualizzazione, preme affrontare il tema della valorizzazione este-

tica del bene naturalistico che dovrebbe essere prioritaria e propedeutica a qualunque altra funzione che il museo è chiamato ad assolvere. Ma perché occuparsi della valorizzazione estetica di un bene naturalistico? E soprattutto, esiste un'estetica della natura? E cose ne è, oggi, del bello naturale? E inoltre, può esistere un'estetica della scienza? E se esiste, che significato possiamo attribuirle?

Come giustamente evidenziato da D'Angelo (2001), «da un paio di secoli la filosofia e l'estetica hanno cessato di occuparsi della bellezza naturale» e inoltre «l'epistemologia

of which the good is deprived. There are many solutions to make up for this deprivation simply by recreating a connection with the original environment. The most traditional and consolidated solutions are graphic ones, but today we can also avail ourselves of technological and computer solutions that can be even more effective in re-establishing links and recreating environmental contexts. The use of large computer screens, for instance, is increasingly frequent and can be very effective if skilfully combined with the display apparatus (Fig. 2).

Even more than the topic of recontextualization, it is important here to tackle the subject of the aesthetical enhancement of the naturalistic good, which should be a priority and preparatory to any other function the museum

is charged with fulfilling. But why deal with the aesthetical enhancement of a naturalistic good? And above all, does an aesthetics of nature exist? What, today, does natural beauty mean? Can there be an aesthetics of science? And if it exists, what meaning can we give it?

As correctly underlined by D'Angelo (2001), «for a couple of centuries, philosophy and aesthetics have ceased dealing with natural beauty» and «epistemology – which is concerned with the conditions under which one can have scientific knowledge and the methods to acquire such knowledge – has rarely dealt with natural beauty». The same author (D'Angelo, 2001) emphasized the profound dichotomy between the aesthetical experience of nature, typical of our time, and the reflected awareness we have

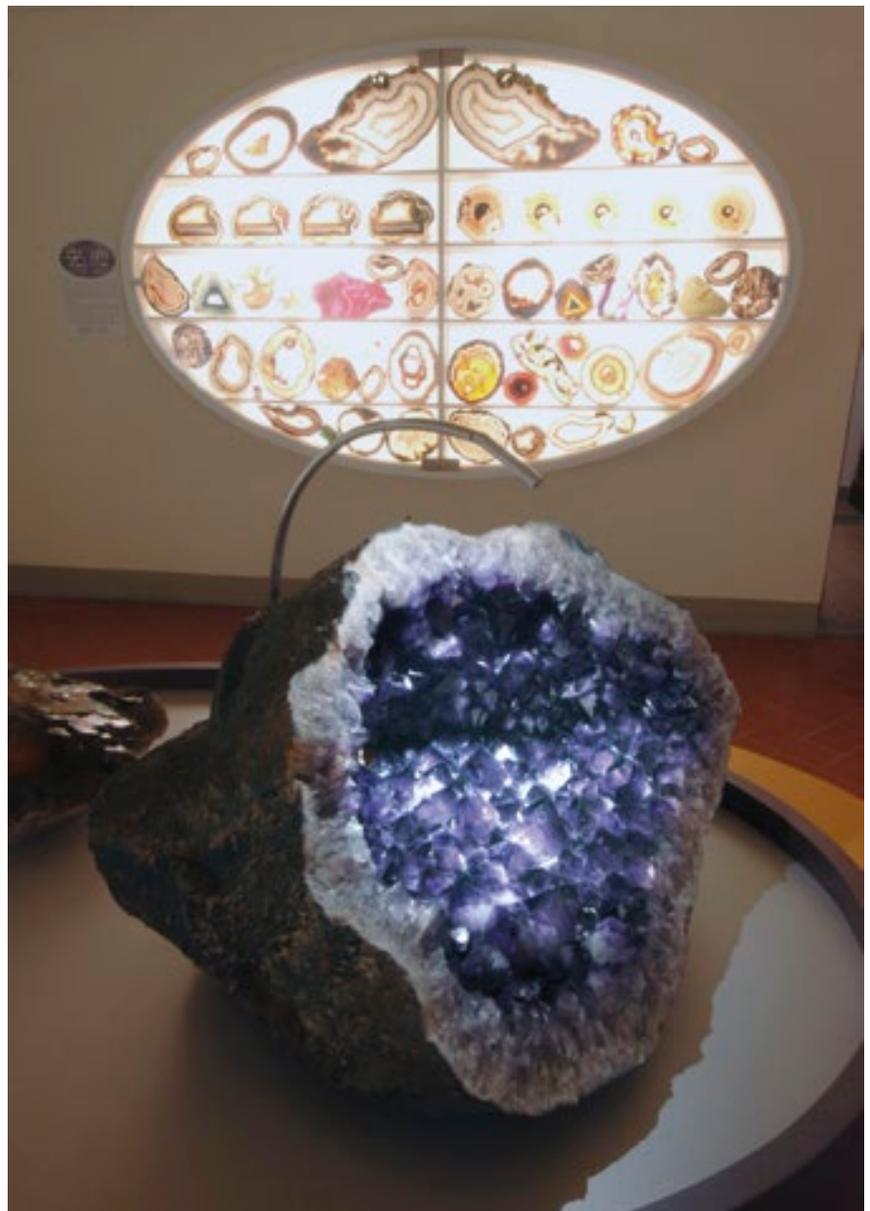
– che si occupa delle condizioni sotto le quali si può avere conoscenza scientifica e dei metodi per raggiungere tale conoscenza – di bellezza naturale si è raramente occupata». Lo stesso autore (D'Angelo 2001) pone anche l'accento sulla profonda dicotomia che esiste tra l'esperienza estetica della natura, propria della nostra epoca, e la coscienza riflessa che ne possediamo. È indubbio, infatti, che la nostra epoca dia grande spazio alla bellezza naturale, ricercandola, inseguendola, riproducendola, esaltandola ed elevandola a valore primario; è tuttavia parimenti evidente che nessun'altra epoca come la nostra stia aggredendo la natura, sfruttandola, oltraggiandola, danneggiandola e considerandola come una risorsa illimitata da sfruttare senza indugio. È possibile che i due assunti sopra espressi trovino una riconciliazione nella constatazione che l'amore per la bellezza naturale significa anche nostalgia per qualcosa che si va perdendo e idealizzazione di qualcosa che si avverte in pericolo. È indiscutibile, comunque, che oggi si assista alla riscoperta della bellezza della natura.

Dunque il museologo e il museografo che operano in un museo di scienze o di storia naturale dovrebbero chiedersi come poter comunicare l'estetica della natura nella costante opera di educazione e sensibilizzazione alle tematiche naturalistiche che i musei di settore costantemente perseguono. E il quesito richiede una risposta tanto più netta ed efficace quanto più incisiva è l'opera di trasformazione cui il museo è soggetto. Nel caso della progettazione di un nuovo allestimento, la risposta al quesito appare addirittura cruciale.

Sicuramente è fondamentale salvaguardare e valorizzare al meglio le qualità estetiche del reperto (Fig. 3) perché esse possono rac-

of it. It is without doubt, in fact, that our era gives great space to natural beauty, seeking it, pursuing it, reproducing it, exalting it and raising it to primary value. However, it is equally evident that no other era has assailed nature like ours, exploiting it, abusing it, damaging it and considering it an unlimited resource to exploit without delay. It is possible that the two assumptions expressed above can be reconciled by the observation that the love of natural beauty also means nostalgia for something that is being lost and idealization of something that is sensed to be in danger. It is indisputable, however, that today we are witnessing the rediscovery of the beauty of nature.

Therefore the museologist and the museographer working in a science or natural history museum should



chiudere, in una sorta di microcosmo, l'insieme dei valori estetici propri del macrocosmo rappresentato dal contesto ambientale da cui il reperto è derivato e di quella natura di cui il reperto è mirabile espressione. Ecco allora che la trasmissione dei valori estetici della natura diviene non tanto un gesto simbolico bensì un paradigma concettuale che transita

think about how to communicate the aesthetics of nature in the museum's continuous effort at education and sensitization to naturalistic subjects. And this question requires a very clear and effective answer when the museum is undergoing an incisive transformation. In the case of the planning of a new exhibition set-up, the answer to the question is crucial.

Certainly it is essential to safeguard and enhance as best possible the aesthetical qualities of the specimen (Fig. 3). These qualities can encompass, in a kind of microcosm, the set of aesthetical values of the macrocosm represented both by the environmental context from which the specimen has come and by the nature of which the specimen is an admirable expression. Hence, the transmission of

Fig. 3 In primo piano troneggia un imponente geode di quarzo ametista illuminato con un apposito dispositivo a led; sullo sfondo si vede l'espositore luminoso a parete denominato trasparenze (vedi Fig. 10). Il geode, essendo tappezzato da grandi cristalli di un minerale ad elevata durezza, può tranquillamente essere toccato dal visitatore.

Fig. 3 In the foreground is a massive amethyst quartz geode illuminated by a special LED device; in the background is the retro-illuminated exhibit hanging on the wall, called "Transparencies" (see Fig. 10). The geode, covered with large crystals of such a hard mineral, can safely be touched by the visitor.

attraverso la valorizzazione del bene naturalistico e la integra, completandola, con la capacità di creare ispirazione e meraviglia. E siccome il bene naturalistico, nella sua essenza più intima, è anche bene scientifico – ossia oggetto dal quale deriva nuova conoscenza e sul quale si stratificano e si sedimentano i saperi – attivare un processo di riscoperta dell'estetica della natura significa anche, per traslazione, prodigarsi per arrivare a riscoprire un'estetica della scienza.

Questa profonda trasversalità di valori estetici fluttuanti tra natura e scienza è stata già enfatizzata da grandi architetti e scienziati che hanno formulato, sull'argomento, eloquenti aforismi (Sirabella 1995). Diceva Anton Gaudí: «poiché l'arte è bellezza, senza verità non c'è arte. Per trovare la verità si devono conoscere bene gli esseri del mondo creato». E uno scienziato del calibro di Jules-Henri Poincaré (Chandrasekhar 1979) gli faceva eco dicendo: «lo scienziato non studia la natura perché sia utile farlo. La studia perché ne ricava piacere; e ne ricava piacere perché è bella. Se la natura non fosse bella, non varrebbe la pena di sapere e la vita non sarebbe degna di essere vissuta. Intendo riferirmi a quell'intima bellezza che deriva dall'ordine armonioso delle parti e che può essere colta da un'intelligenza pura». Charles-Edouard Jeanneret-Gris (più universalmente noto con lo pseudonimo Le Corbusier) sottolineava invece la bellezza dell'ordine sotteso alla natura (Le Corbusier 1962) e sosteneva che «per l'artista matematica non significa scienze matematiche. Non si tratta necessariamente di calcoli ma della

presenza di una sovranità; una legge d'infinita risonanza, consonanza, ordine. Il rigore è tale che l'opera d'arte ne è una conseguenza (...). Nulla è casuale in Natura». Ma l'esempio più evidente di quanto folgorante possa essere la bellezza per uno scienziato si ritrova in Paul Dirac (1963) quando sentenzia: «per le nostre equazioni la bellezza è più importante dell'accordo con gli esperimenti».

E allora, se può essere bella un'equazione deve essere bello un qualunque bene naturalistico che è espressione di quella natura verso la quale tendono tutti i nostri sforzi di comprensione e conoscenza.

Per concludere e fugare eventuali equivoci, è opportuno chiarire che la scienza non deve, e non può, farsi carico della ricerca estetica; però la scienza può anche fare uso dell'estetica come strumento per arrivare a trasmettere la conoscenza. Ecco allora che l'utilizzo del bello naturale può divenire un metodo che dovrebbe essere incentivato attraverso la fruizione dei musei e lo sviluppo di una didattica museale intesa non come disciplina a sé stante ma come strumento da adottare permanentemente per giungere ad un percorso educativo ottimale.

Perché, come ricorda Immanuel Kant nella Critica del Giudizio, il «bello» non è una proprietà delle cose, ma nasce da un rapporto fra le cose e noi e, precisamente, dal rapporto fra la loro immagine e il nostro sentimento.

Gli allestimenti precedenti

Chi ha avuto occasione di visitare la Sezione di Mineralogia e Litologia del Museo di

the aesthetical values of nature becomes not so much a symbolic gesture as a conceptual paradigm that transits via the enhancement of the naturalistic good and supplements it, completing it, with the ability to create inspiration and wonder. And since the naturalistic good, in its most intimate essence, is also a scientific good (i.e. an object from which comes new knowledge and in which different knowledges are stratified and sedimented), activating a process of rediscovery of the aesthetics of nature also means, by translation, doing everything possible to rediscover an aesthetics of science.

This profound transversality of aesthetical values fluctuating between nature and science has already been emphasized by great architects and scientists who have formulated eloquent aphorisms on the subject (Sirabella, 1995). Antoni Gaudí said: «Art is beauty, and beauty is the glitter of truth, without truth there is no art. For knowledge of truth, it is necessary to thoroughly study the things

of the created world». And a scientist of the calibre of Jules-Henri Poincaré (Chandrasekhar, 1979) echoed him by saying: «the scientist does not study nature because it is useful. He studies it because it gives him pleasure; and it gives him pleasure because it is beautiful. If nature were not beautiful, it would not be worth knowing and life would not be worth living. I am referring to the intimate beauty that derives from the harmonious order of the parts and that a pure intelligence can grasp». Instead, Jeanneret-Gris Charles-Edouard (better known by the pseudonym Le Corbusier) underlined the beauty of the order in nature (Le Corbusier, 1962) and maintained that «for the artist, mathematics does not consist in the various branches of mathematics. It is not necessarily calculations but rather the presence of a sovereign power; a law of infinite resonance, consonance, organization. Rigour is nothing but that which results in a work of art [...]. Nothing in nature is fortuitous». But the most evident example of



Storia Naturale (Fig. 4) prima della temporanea chiusura (luglio 2008 – dicembre 2009), necessaria per approntare i lavori di manutenzione straordinaria propedeutici alla realizzazione del nuovo allestimento, si ricorderà della generale situazione ambientale angustiata da corridoi di vetrine metalli-

che delimitanti stretti percorsi obbligati, dei ristretti spazi per riunire le scolaresche, del disordine visivo generale (impianti tecnici e canaline elettriche dismesse a vista, calate di neon dal soffitto che compromettevano la godibilità delle volte a crociera, caotica personalizzazione delle vetrine dei laboratori

how striking beauty can be for a scientist is found in Paul Dirac's (1963) words: «it is more important to have beauty in one's equations than to have them fit experiment». Well then, if an equation can be beautiful, any naturalistic good, which is an expression of the nature toward which our efforts of comprehension and knowledge are directed, must be beautiful.

To conclude and to dispel possible misunderstandings, we wish to clarify that science must not, and cannot, be responsible for aesthetical research; however, science can make use of aesthetics as a tool to transmit knowledge. Therefore, the use of natural beauty can become a method that should be stimulated through the enjoyment of museums and the development of museum teaching, meant not as a discipline *per se* but as a permanent instrument to achieve an optimal educational program. Because, as Immanuel Kant wrote in his *Critique of Judgment*, «beauty» is not a property of things, it is the result of a relationship be-

tween things and us, precisely of the relationship between their image and our sensation.

The previous exhibition set-ups

Whoever had the opportunity to visit the Mineralogy and Lithology Section of the Museum of Natural History (Fig. 4) before the temporary closure (July 2008–December 2009), necessary to carry out maintenance work before the realization of the new exhibition set-up, will remember the general situation of corridors of metal display cases delimiting narrow courses, restricted spaces for groups of schoolchildren, general visual disorder (outdated fittings and electrical ducts in plain view, neon lights suspended from the ceiling that prevented appreciation of the cross vaults, chaotic personalization of the windows of laboratories flanking the exhibition space) and, finally, the inhomogeneity of the different

Fig. 4 La foto ritrae (da sinistra verso destra) Giuseppe Mazzetti, Luisa Poggi e Giuseppe Cardicchi intenti ad allestire uno dei due grandi spazi espositivi che caratterizzavano il precedente allestimento. Indubbiamente questi spazi hanno rappresentato la maggior attrazione della Sezione di Mineralogia e Litologia fintanto che non è stato attuato il completo rifacimento dell'allestimento.

Fig. 4 The photograph shows (from left to right) Giuseppe Mazzetti, Luisa Poggi and Giuseppe Cardicchi preparing one of the two large exhibition spaces of the previous set-up. These spaces were undoubtedly the main attraction of the Mineralogy and Lithology section until the complete renovation of the exhibits.



Fig. 5 Due distinte immagini del vecchio allestimento: nella prima (a sinistra) si nota uno dei due lunghi corridoi in cui si articolava il museo; nella seconda (a destra) si notano le vetrine nelle quali erano ospitati i berilli e le tormaline della collezione Ponis.

Fig. 5 Two images of the old exhibition set-up: the first shows one of the long corridors making up the museum, while the second shows the display cases housing the beryls and tourmalines of the Ponis collection.

che si affacciano nello spazio espositivo) e, infine, della disomogeneità delle diverse tipologie di vetrine impiegate dal 1966 in poi per il completamento dell'allestimento (Fig. 5). La sensazione generale che si aveva entrando nella sala era quella dell'affollamento, della mancanza di spazio, accentuato anche dal «muro visivo» formato dalle vetrine disposte a corridoio: l'occhio, non riuscendo a spaziare, non trasmetteva sensazioni positive, di equilibrio e rilassamento (lo star bene). La struttura muraria si presentava in uno stato di manutenzione discreto, fatta eccezione per il pavimento in cotto, posato nel 1973 in

luogo del preesistente tavolato, disconnesso in diversi punti con vistose toppe in cemento e distacchi dal massetto; lungo il perimetro, inoltre, emergevano evidenti tracce di umido al contatto tra pareti e pavimento.

L'allestimento era stato molto condizionato dalla diminuzione dello spazio espositivo del salone principale, passato – tra il 1951 e il 1965 – da 484 a soli 242 mq (vedi Fantoni e Poggi, in questo volume). Questa trasformazione, che andava a favorire lo sviluppo di numerosi studi-laboratori necessari e funzionali alla didattica e alla ricerca scientifica, costringeva però a decurtare i

types of display cases used from 1966 onward (Fig. 5). The general feeling one had when entering the hall was of overcrowding and lack of space, also accentuated by the «visual wall» formed by the display cases arranged in corridors: since the visitor's gaze could not sweep about, the view did not transmit positive feelings of equilibrium and relaxation (well-being). The building was well-preserved structurally. The exception was the terracotta floor tiles (laid in 1973 in place of the previous floorboards), which were disconnected in various places with ugly cement patches and detachment from the underlying concrete; moreover, there were evident traces of humidity at the contact between walls and floor.

The exhibition set-up had been strongly affected by the reduction of display space in the main hall between 1951 and 1965, from 484 to only 242 m² (see Fantoni and Poggi, this volume). This transformation, which favoured the development of many office-laboratories necessary for

teaching and scientific research, led to a decrease of the number of displayed specimens and introduced the principle, still valid today, of exhibiting only the most representative samples of the various collections (systematic, regional, Elban, Medici, donations, precious stones, etc.). It should also be noted that the halving of the exhibition space deprived the hall of the natural light from the large windows that closed the arcades facing the internal courtyard and also brought about a change of the main entrance, which remains the one in current use.

A look at the plan of the Museum of Mineralogy taken from Grattarola's 1881 guide allows a comparison of the space devoted to the exhibition of specimens in that period and the present-day situation (Fig. 6a). The plan clearly shows the exhibition areas, the laboratories, lecture halls, directorship and archive room. Calculations reveal that the spaces dedicated exclusively to the display of specimens covered ca. 859 m² in 1881 versus

campioni esposti ed introduceva il principio, ancora oggi valido, di esporre soltanto gli esemplari più rappresentativi delle diverse collezioni (sistematica, regionale, elbana, medicea, pietre preziose, ecc.). Da rilevare che il dimezzamento dello spazio espositivo privò i locali della luce naturale che proveniva da grandi infissi finestrati a tamponare le arcate che si affacciavano sul cortile interno e comportò la variazione dell'ingresso principale che è rimasto quello attualmente in uso.

Guardando la pianta del Museo di Mineralogia tratta dalla guida di Grattarola del 1881, si può fare un confronto tra lo spazio dedicato in quel periodo all'esposizione dei campioni e la situazione attuale (Fig. 6a). Nella pianta sono ben individuate le aree espositive, quelle dei laboratori, l'aula per le lezioni, la direzione e l'archivio. Facendo le dovute proporzioni si ricava che gli spazi dedicati esclusivamente all'esposizione dei campioni – nel 1881 – si estendevano per circa mq. 859; attualmente sono sviluppati soltanto su mq. 268 (compreso l'ingresso), avendo subito quindi una riduzione del 69%.

La situazione attuale è il risultato della commistione che si è creata nel tempo tra il luogo espositivo vero e proprio e gli spazi che di volta in volta, per sottrazione progressiva, venivano utilizzati per l'organizzazione ed il funzionamento del Dipartimento di Scienze della Terra che ha vissuto, specialmente dal dopoguerra, un incremento considerevole della popolazione studentesca.

Vista la strutturale impossibilità di aumentare lo spazio espositivo di esclusiva pertinenza del Museo, l'indirizzo generale è

stato quello di rinnovare e adeguare l'allestimento nei suoi arredi ed apparati tecnici, al fine di garantire una fruizione più razionale e una migliore godibilità dei campioni esposti. Al contempo, l'idea progettuale non poteva ovviamente rinunciare allo sviluppo di una soluzione allestitiva che fosse in grado di garantire un'organica strutturazione del percorso espositivo in funzione didattico-educativa.

Questo percorso è scandito da alcuni moduli che identificano tematiche legate alle discipline mineralogico-petrografiche. Il modulo principale (Figg. 6b, 7b), che si snoda su tutta la lunghezza della sala, è scandito da settori: nel primo settore viene affrontata la nascita del Sistema Solare (attraverso la testimonianza fornita dalla meteoriti), la formazione della Terra, il significato dei termini «minerale» e «roccia»; viene poi fornita una rappresentazione della classificazione delle diverse tipologie di rocce che formano il nostro pianeta. Nel secondo settore, molto ampio, sono affrontati argomenti quali la crescita cristallina, il polimorfismo e la pseudomorfosi, l'abito e la forma; vengono quindi spiegati alcuni concetti fondamentali di cristallografia e cristallochimica per passare poi alla rappresentazione di alcune proprietà fisiche, tra cui densità, durezza e sfaldatura. Piuttosto suggestiva è la vetrina dedicata alle cause del colore nei minerali. Viene infine proposto un approfondimento sulla minerogenesi e sui giacimenti minerari, per concludere con il tema degli impieghi tecnologici dei minerali. Altri moduli sono dedicati ai minerali delle pegmatiti brasiliane, ai minerali elbani, alla collezione di gemme e pietre dure (dove sono rappresentati anche impor-

268 m² (including the entrance) today, i.e. a 69% reduction. The current situation is the result of the mixture of exhibition space proper and the spaces progressively subtracted for the organization and operation of the Department of Earth Sciences, which has experienced a considerable increase of the student population since the end of World War II.

In view of the structural impossibility of increasing the mineralogy museum exhibition space, the general policy has been to renew and adapt the furnishings and technical apparatuses of the exhibition in order to assure a more rational use and better appreciation of the displayed specimens. In the meantime, it was also necessary to devise a solution able to guarantee an organic structuring of the exhibition course for educational purposes.

The present-day exhibition course includes modules identifying mineralogical-petrographic topics. The main module (Figs. 6b, 7b), running the entire length of the hall,

consists of several sectors: the first sector deals with the birth of the Solar System (through the evidence provided by meteorites), the formation of the Earth, the meaning of the terms «mineral» and «rock», and the classification of the different types of rocks that form our planet. The very ample second sector deals with subjects such as crystalline growth, polymorphism and pseudomorphism, habit and form; some fundamental concepts of crystallography and crystal chemistry are then explained, followed by the representation of several physical properties, among which density, hardness and cleavage. The display case dedicated to the causes of colour in minerals is quite striking. Finally, there is a detailed look at minerogenesis and mining deposits, as well as the technological uses of minerals. Other modules are dedicated to the minerals of Brazilian pegmatites, to the Elban minerals, to the collection of gemstones and hardstone carvings (with some important masterpieces of Medici glyptic art). A special module reserved for

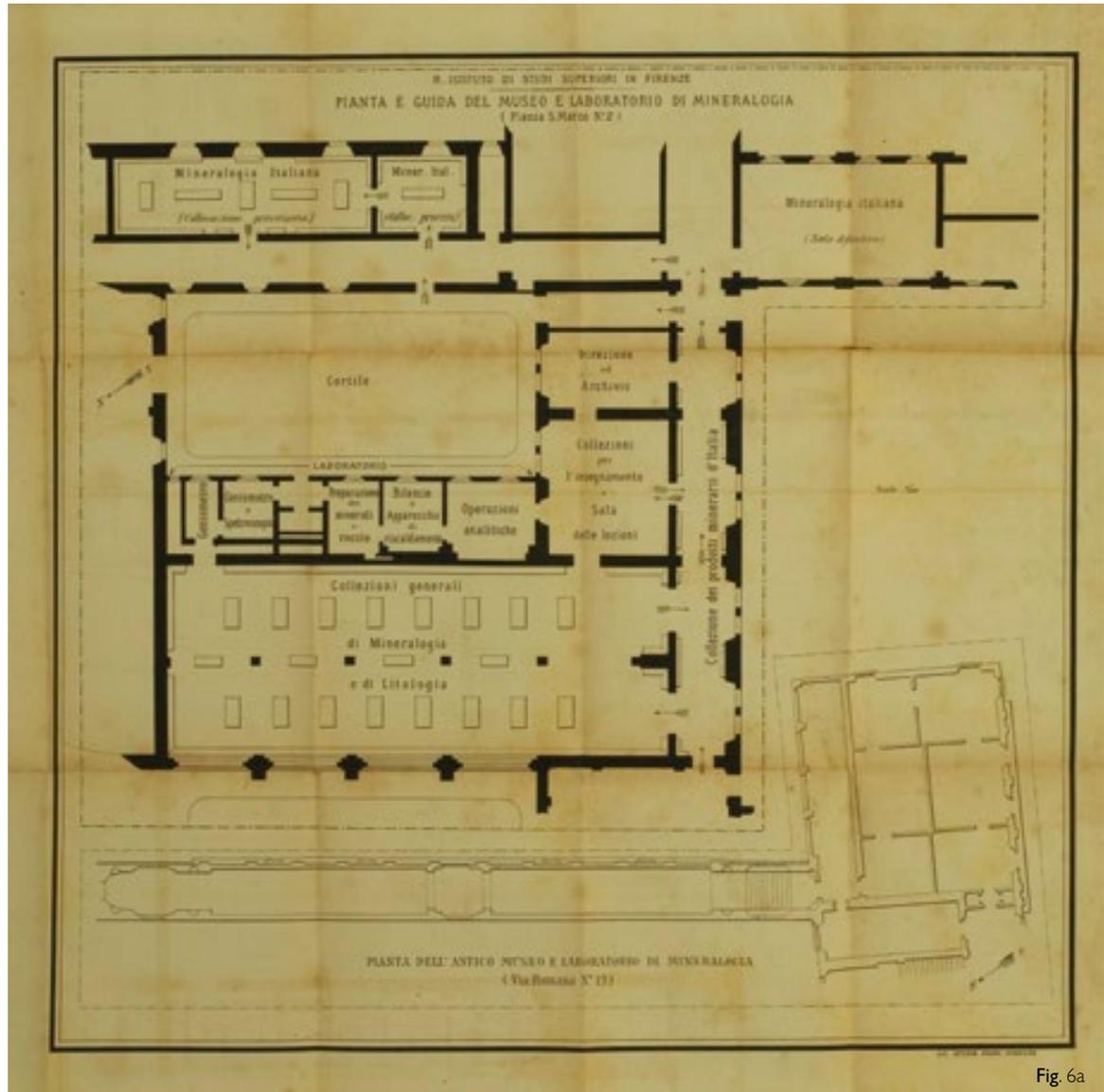


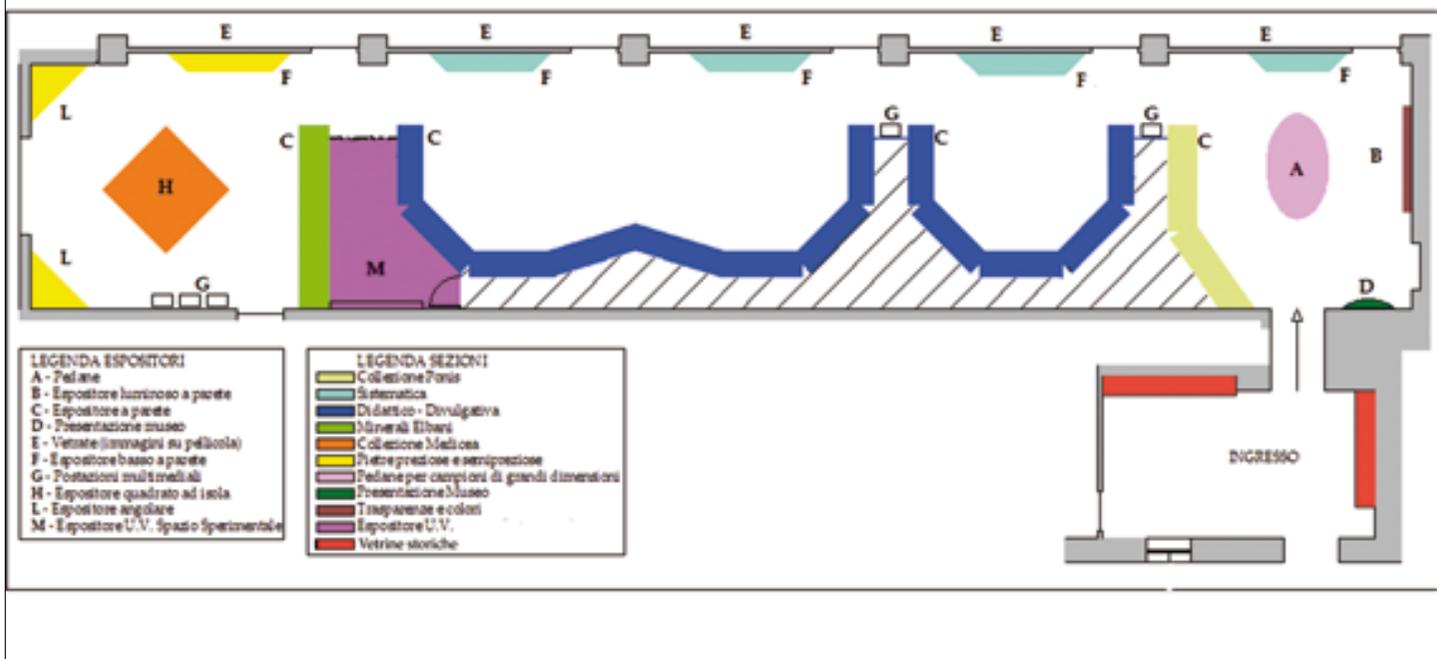
Fig. 6a

Fig. 6 Un confronto tra due differenti situazioni che si sono succedute nel corso di oltre un secolo: nella Fig. 6a è riportata la pianta del Museo di Mineralogia tratta dalla guida di Giuseppe Grattarola del 1881; nella Fig. 6b è invece ritratta la planimetria del nuovo allestimento della Sezione di Mineralogia e Litologia, inaugurato nel dicembre 2009.

Fig. 6 A comparison of the two situations present during the museums more-than-century-old history: Fig. 6a shows the plan of the Museum of Mineralogy taken from Giuseppe Grattarola's 1881 guide, while Fig. 6b depicts the plan of the new exhibition course of the Mineralogy and Lithology section opened in December 2009.

Pianta schematica del nuovo allestimento della Sezione di Mineralogia e Litologia

Fig. 6b



tanti capolavori della glittica medicea); un modulo speciale è poi riservato alla mineralogia sistematica che offre spunti di riflessione per studiosi e appassionati (Fig. 6b).

Il nuovo allestimento

Attraversando un locale d'ingresso, che conserva – a titolo di testimonianza storica – due vetrine del 1880 dotate di una nuova illuminazione a led, si raggiunge la sala espositiva. Il luogo, probabilmente un'estensione del complesso del Convento di San Marco, si presenta come un unico grande volume composto e scandito candidamente da cinque campate voltate a crociera su cui si affacciano diversi ambienti.

La sala principale era, ed è ancora oggi, divenuta di fatto uno spazio comune di percorsi dove docenti, ricercatori, studenti, personale amministrativo e direttivo, visitatori e vetrine espositive si intersecano. È infatti situata nel centro dell'edificio che l'ospita e serve da collegamento tra le diverse funzioni degli spazi che gli ruotano attorno. Nella nuova disposizione, tutti i flussi di percorrenza non propriamente museali sono stati convogliati in un unico percorso, a ridosso dei cinque ingressi dei laboratori/studi, lasciando ampie zone di sosta che permettono al visitatore o al gruppo scolastico di rimanere a una giusta distanza da ciò che non è direttamente correlato al materiale espositivo.

Entrando nella sala principale (Fig. 7a) la sensazione dominante è quella dell'equilibrio prodotto dalla sommatoria di bilanciamenti tra volumi, colori e spazi. I volumi «pieni» dei contenitori espositivi e quelli «vuoti» delle volte a crociera, il colore chiaro e luminoso degli intonaci e delle vetrine e quello forte del pavimento in cotto, gli spazi e le superfici vuote e quelle dense delle «vetrate» o della vetrina delle «trasparenze», tutti elementi apparentemente con caratteristiche di opposizione, ma che percettivamente rafforzano l'equilibrio generale e predispongono il visitatore alla riflessione e all'acquisizione di conoscenze (lo star bene).

Il Museo è illuminato dalle sole luci artificiali presenti nelle vetrine (la nuova illuminazione generale a led può essere utilizzata come luce di servizio durante la chiusura al pubblico) così che l'attenzione del visitatore è convogliata e concentrata sulle caratteristiche scientifiche ed estetiche dei campioni esposti (colori, forme cristalline, trasparenze, ecc.).

Tutti gli elementi che caratterizzano il percorso espositivo (vetrine, fonti luminose, organizzazione interna, spazio sperimentale, multimedialità, didattica, vetrate divisorie con i laboratori) sono stati progettati in funzione di una maggiore valorizzazione del materiale esposto e per creare un rapporto equilibrato tra visitatore, luogo e parte ostensiva.

In sintesi, si riportano le caratteristiche principali degli elementi dell'intervento.

systematic mineralogy offers much food for thought for researchers and enthusiasts (Fig. 6b).

The exhibition set-up

The exhibition hall is reached through an entrance way that conserves (as a historical testament) two display cases from 1880 provided with new LED illumination. The room, probably an extension of the San Marco Convent complex, is a single large composite volume with five cross-vaulted bays on which face various other rooms.

The main hall was, and still is, a common space intersected by professors, researchers, students, administrative personnel, visitors and display cases. In fact, it is situated at the centre of the building and serves as a connection among the different functions of the spaces surrounding it. In the new exhibition set-up, all non-museum flows are conveyed in a single course next to the five entrances to office-laboratories, leaving ample museum rest areas that allow the visitor or the school group to remain at a suitable distance from everything not directly related to the exhibition material.

The dominant sensation upon entering the main hall (Fig. 7a) is of an equilibrium produced by the summation of

balances among volumes, colours and spaces: the volumes «full» of display cases and the «empty» volumes of cross vaults; the luminous light colour of the plasters and display cases and the strong colour of the terracotta floor; the empty spaces and surfaces and the dense ones of the «windows» or «transparencies» display case. All these elements appear to have opposing characteristics, but they perceptively reinforce the general equilibrium and predispose the visitor to reflection and acquisition of knowledge (well-being).

The museum is illuminated solely by the artificial lights in the display cases (the new general LED illumination can be used as service lighting during the closure to the public) so that the visitor's attention is directed and concentrated on the scientific characteristics and aesthetics of the displayed specimens (colours, crystalline forms, transparencies, etc.). Indeed, all the elements characterizing the exhibition course (display cases, light sources, internal organization, experimental space, use of multimedia, teaching aids, dividing windows shared with laboratories) were planned to provide greater enhancement of the displayed material and to create a balanced relationship between visitor, hall and display area.

The following is a summary of the main characteristics of the new set-up.



Fig. 7a



Fig. 7b

Fig. 7 a) Una suggestiva immagine del salone principale: sulla piattaforma in primo piano sono collocati due grandi campioni (geode di quarzo ametista e cristallo di quarzo fumé) che possono essere toccati dai visitatori; subito dietro la vetrina contenente berilli e tormaline della collezione Ponis. b) Una porzione del grande modulo espositivo dedicato al percorso didattico; sulla destra è visibile l'espositore esagonale ad isola dedicato ai minerali appartenenti alla classe dei silicati. (Su concessione di Samarreda S.r.l. che, peraltro, ha coadiuvato Arte Arredo nella realizzazione dell'allestimento).

Fig. 7 a) A suggestive image of the main exhibition hall: in the foreground is a platform holding two large specimens (an amethyst quartz geode and a smoky quartz crystal) that can be touched by the visitors; immediately behind is the display case containing the beryls and tourmalines of the Ponis collection. b) A part of the large exhibition module of the educational course; on the right is the hexagonal island display case dedicated to minerals of the silicates class. (Courtesy of Samarreda S.r.l. which, moreover, has assisted Arte Arredo in the creation of the exhibition course).



Vetrine espositive

Diverse sono le tipologie impiegate proprio per diversificare il punto di osservazione in funzione della godibilità percettiva; si possono sintetizzare tre tipi di vetrine: a «nastro» (continua; vedi modulo C nella Fig. 6b e Fig. 7b), ad «isola» (al centro di ambienti; vedi modulo H nella Fig. 6b e Fig. 8) ed a «console» (vedi modulo F nella Fig. 6b e Fig. 9).

Una parete continua, modulare, interamente in vetro, si snoda dall'ingresso fino alla parte terminale, disegnando e caratterizzando il percorso espositivo (Fig. 7b). È composta da prismi a base trapezoidale di circa due metri di lunghezza ciascuno, costituiti da una base in metallo su cui poggia tutta la struttura in fibra di legno e rivestiti esternamente da lastre di vetro extrachiaro, accoppiato e retrodipinto sulla fascia basale e sommitale. Ogni modulo è in comunicazione con l'altro, è privo del fianco di tamponamento e determina quindi una forma a «nastro», non rettilinea. Questo tipo di vetri-

na ha la caratteristica principale di non avere sul fronte nessun montante di struttura, consentendo quindi al visitatore una visibilità molto ampia. Le operazioni di allestimento e movimentazione dei campioni sono effettuate dal retro delle vetrine, attraverso sportellature, che si aprono in vani ricavati a ridosso dei muri perimetrali. La parte inferiore del modulo è predisposta come magazzino temporaneo di esemplari e di materiale tecnico.

«Trasparenze» è il nome di un grande espositore di forma ovale retroilluminato e sospeso a parete (Fig. 10). Esalta le bizzarrie cromatiche di alcuni minerali tagliati in sottili sezioni (Fig. 11) o delle più comuni fette di agata provenienti da diverse parti del mondo (Fig. 12).

Completamente in metallo e vetro retrodipinto è l'espositore ad «isola». È un grande cubo, collocato al centro della parte terminale del percorso e posizionato a rombo rispetto ai muri perimetrali (Fig. 8). Ha un piano lievemente gradonato che ospita i preziosi manufatti in pietre dure della collezione di pietre lavorate; due lati opposti

Fig. 8 In primo piano è visibile l'elegante espositore quadrato ad isola che ospita alcuni oggetti della collezione di pietre lavorate (vedi il capitolo di Fantoni e Poggi): molti degli oggetti che compongono questa collezione sono appartenuti alla famiglia dei Medici. (Su concessione di Samarreda S.r.l.).

Fig. 8 In the foreground is the elegant square island display case housing some of the specimens of the hardstone carving collection (see Fantoni and Poggi, in this volume): many of the objects in this collection belonged to the Medici family. (Courtesy of Samarreda S.r.l.).

Display cases

Different types of display cases are used to diversify the observation point for improved perceptive enjoyment. In summary, three types can be described: «band» (continuous; see module C in Figs. 6b and 7b), «island» (at the centre of the room; see module H in Figs. 6b and 8) and «console» (see module F in Figs. 6b and 9).

A continuous, modular glass wall runs from the entrance to the terminal part, designing and characterizing the exhibition course (Fig. 7b). It is composed of prism-shaped modules with trapezoidal base, each ca. 2 m in length, consisting of a metal base supporting a fibreboard structure provided externally with plates of extra-clear glass, coupled and reverse-painted on the basal and top bands. Each module communicates with the other, without contacting sides, thus making a non-rectilinear «band» shape. The main character-

istic of this type of display case is that it lacks stanchions anteriorly, allowing the visitor very wide visibility. The positioning and moving of specimens is done from the rear of the display cases, through hinged panels that open posteriorly onto spaces next to the perimeter walls. The lower part of the module can act as a temporary storage space for specimens and technical material. «Transparencies» is the name of a large retro-illuminated oval exhibit hanging on the wall (Fig. 10). It exalts the chromatic peculiarities of some minerals cut into thin sections (Fig. 11) and of more common slices of agate from different parts of the world (Fig. 12).

The «island» display case is made entirely of metal and reverse-painted glass. It is a large cube situated at the centre of the terminal part of the course in an offset position with respect to the perimeter walls (Fig. 8). It has a gradually stepped surface that hosts the hardstone carvings of the Medici Collection; two opposite sides open completely



Fig. 9



Fig. 10

Fig. 9 Nell'immagine è visibile uno dei cinque moduli allestitivi in cui si articola la lunga parete del salone espositivo (vedi Fig. 5b); l'elegante vetrina a consolle – illuminata con moduli a LED – sembra fluttuare nello scenografico contesto costituito dalle grandi vetrofanie. (Su concessione di Samarreda S.r.l.).

Fig. 10 «Trasparenze». Questo è il nome attribuito all'espositore ovale a parete, retroilluminato, nel quale sono contenute sezioni di minerali che vengono appunto osservate in trasparenza.

Fig. 9 One of the five display modules making up the long wall of the exhibition hall (see Fig. 5b); the elegant console display case, illuminated by LED devices, seems to float within the scenographic context formed by the large decals. (Courtesy of Samarreda S.r.l.).

Fig. 10 «Transparencies». This is the name given to the retro-illuminated oval exhibit hanging on the wall, which contains cross sections of minerals observed against the light.

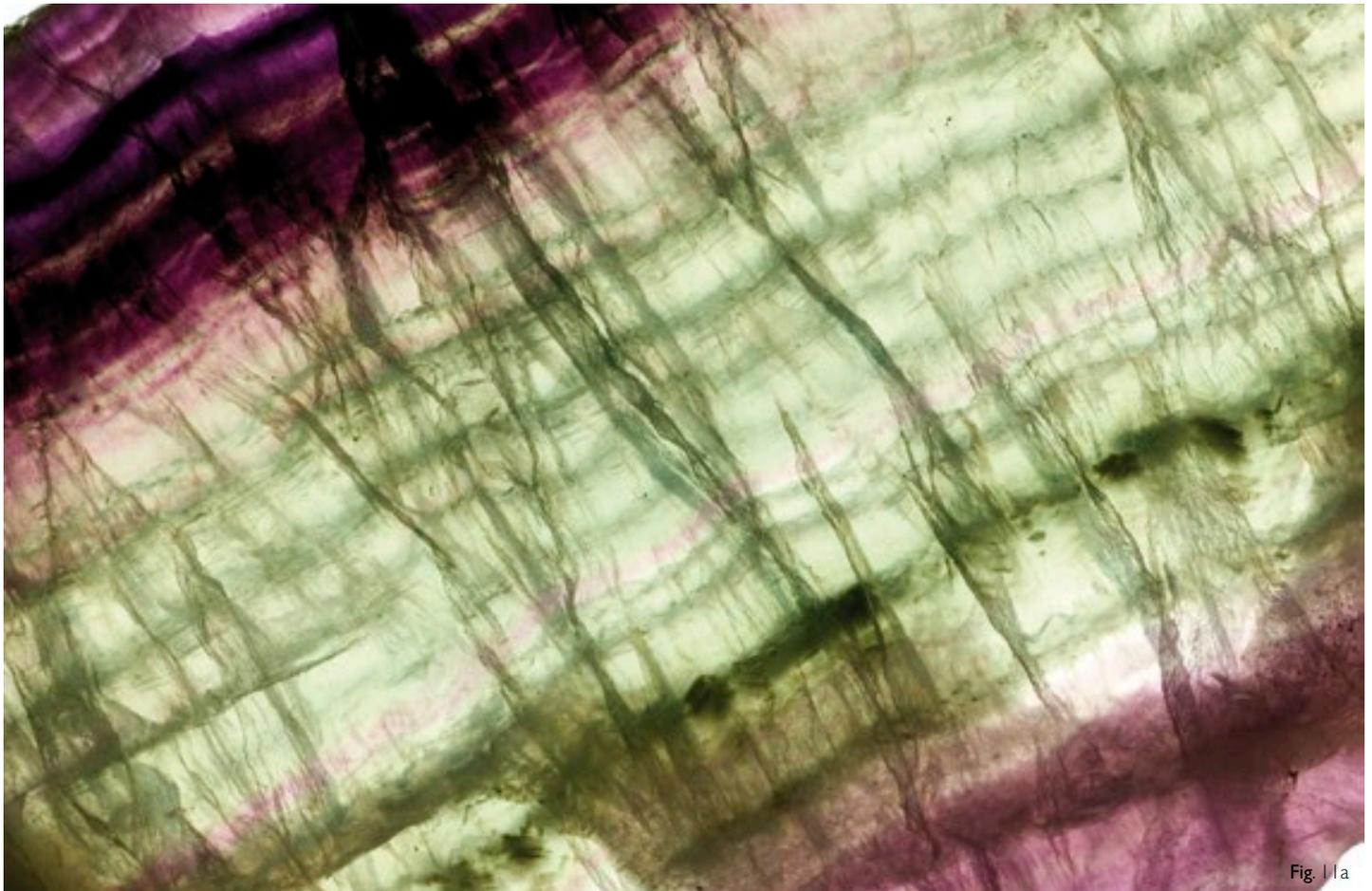


Fig. 11a

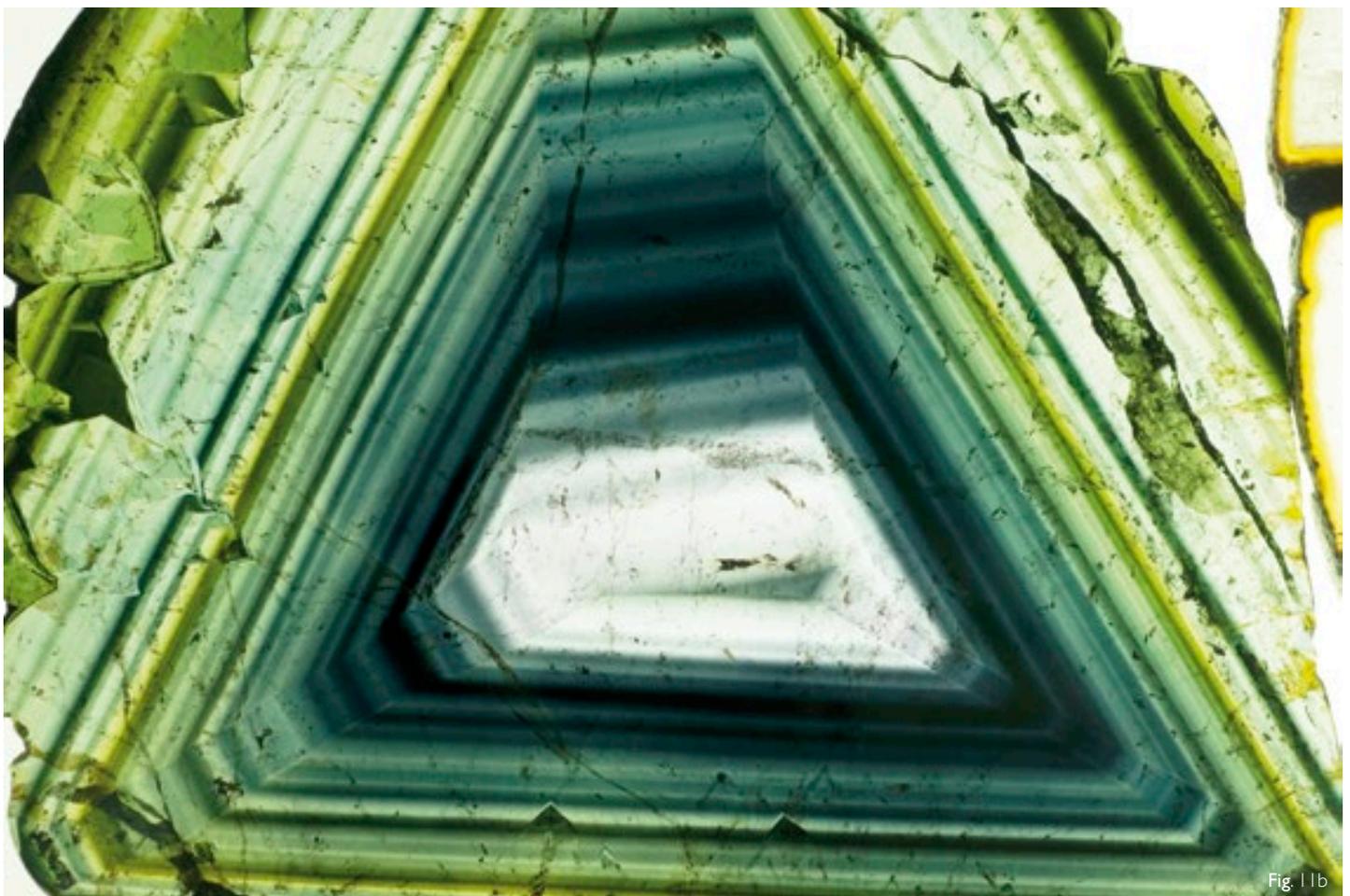
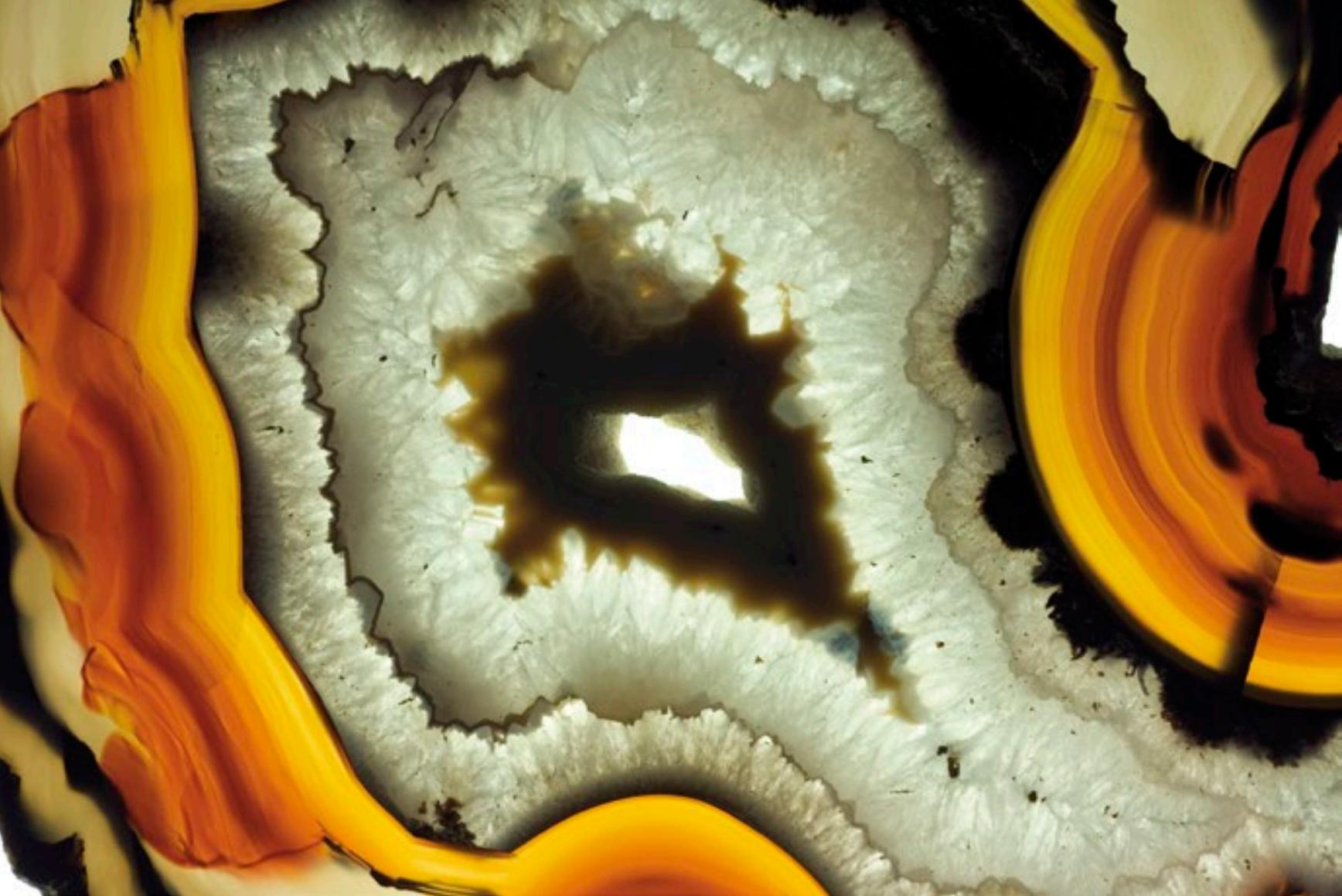


Fig. 11b

Fig. 11 Alcuni dei minerali contenuti nell'espositore «trasparenze»: a) fluorite, Shangbao, Hunan, Cina.; b) sezione di un cristallo di liddicoatite (Fianarantsoa, Madagascar), minerale appartenente al supergruppo della tormalina, nel quale si intuisce chiaramente la presenza di un asse di simmetria ternaria caratteristico del sistema trigonale.

Fig. 11 Some of the minerals in the «Transparencies» exhibit: a) fluorite, Shangbao, Hunan, China; b) section of a liddicoatite crystal (Fianarantsoa, Madagascar), a mineral belonging to the tourmaline supergroup in which can clearly be seen a ternary axis of symmetry typical of the trigonal crystal system.



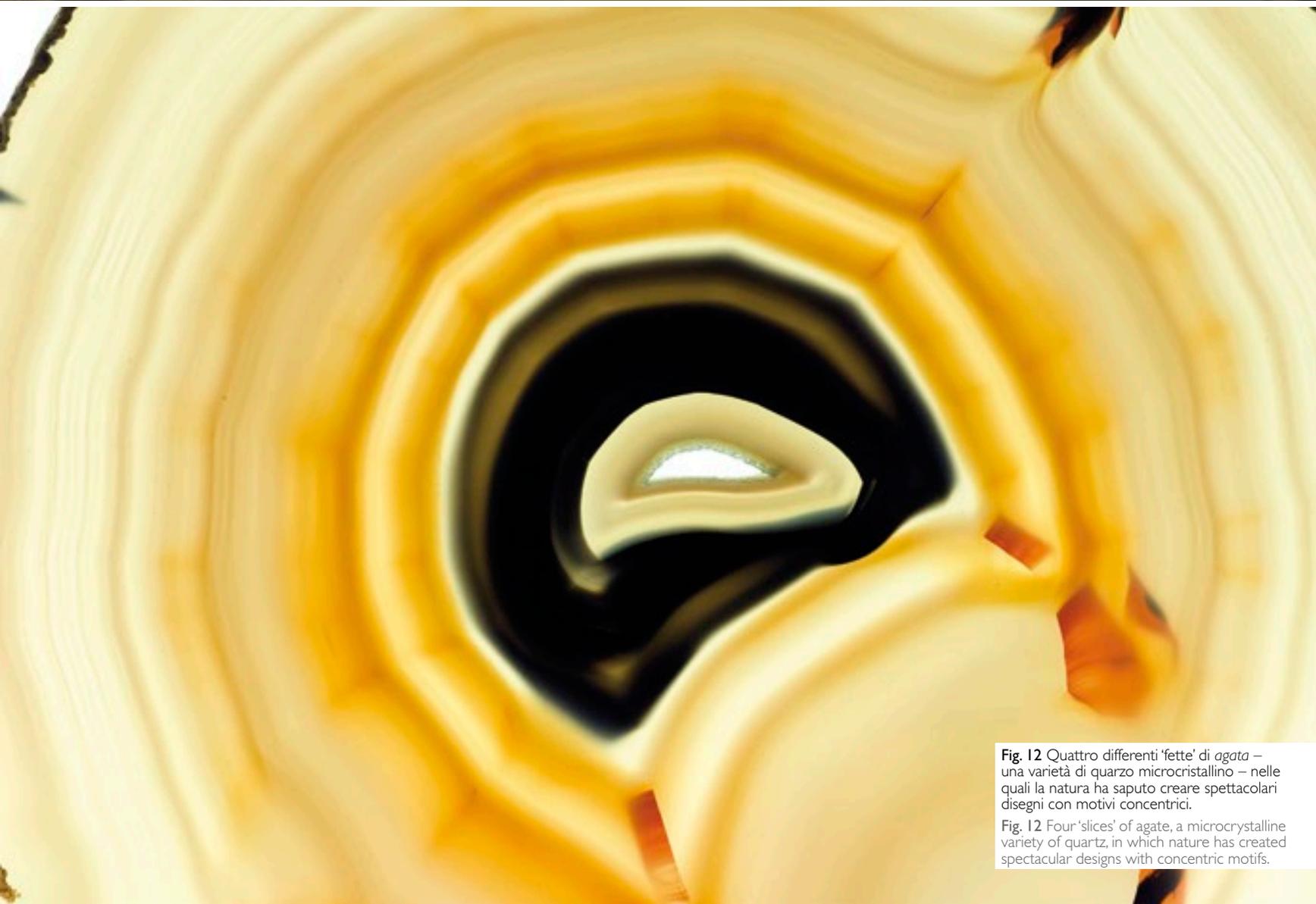


Fig. 12 Quattro differenti 'fette' di *agate* – una varietà di quarzo microcristallino – nelle quali la natura ha saputo creare spettacolari disegni con motivi concentrici.

Fig. 12 Four 'slices' of *agate*, a microcrystalline variety of quartz, in which nature has created spectacular designs with concentric motifs.



si aprono interamente e consentono la movimentazione degli oggetti esposti.

Addossate alla parete che separa l'ambiente museale dai locali del Dipartimento si trovano cinque vetrine a forma di prisma a base trapezoidale (Fig. 9). Costituite in fibra di legno e interamente rivestite in vetro extrachiaro, hanno un'altezza di circa novanta centimetri e consentono un diverso punto di vista, dall'alto, dei campioni esposti.

Per quanto riguarda l'allestimento interno non si è voluto ridurre l'esposizione a un allineamento regolare, ripetitivo e continuo di campioni; perciò solo alcune vetrine adottano uno specifico sistema espositivo interno, mentre la maggior parte sfrutta le diverse dimensioni – in altezza e larghezza – di basi da posizionarsi in modo sfalsato sul piano della vetrina per l'appoggio diretto dei campioni. Questo ha permesso di creare zone con maggiore o minore densità che consentono una sorta di diradamento e una conseguente selezione (qualitativa) del materiale esposto.

Illuminazione

La totalità delle luci interne delle vetrine è costituita da corpi illuminanti a fluorescenza, led o fibre ottiche; mentre

for access to the displayed objects. Five prism-shaped display cases with trapezoidal base are set against the wall separating the museum space from the rooms of the Department (Fig. 9). Made of fibreboard and entirely lined with extra-clear glass, they are ca. 90 cm high and allow a different point of view of the displayed specimens, i.e. from above. Concerning the internal displays, it was decided to avoid reducing the exhibition to a regular, repetitive and continuous alignment of specimens. Therefore, only some display cases were planned with a specific internal display system; most of them use bases of different heights and widths to directly support the specimens in positions staggered with respect to the surface of the display case. This allows the creation of zones with higher or lower density, allowing a kind of thinning and consequent (qualitative) selection of the displayed material.

Lighting

All the lights inside the display cases are fluorescent bulbs, LEDs or optic fibres, while the service lighting, at times directed toward the ceiling, con-

l'illuminazione di servizio, rivolta verso il soffitto a volte, è interamente risolta con faretti a led appositamente prodotti per questo intervento. Riguardo al contenimento dei consumi energetici, un rapido calcolo consente di valutare in circa 1,3 kW/h il consumo per l'accensione contemporanea di tutte le luci della sala principale, escluse quelle di servizio.

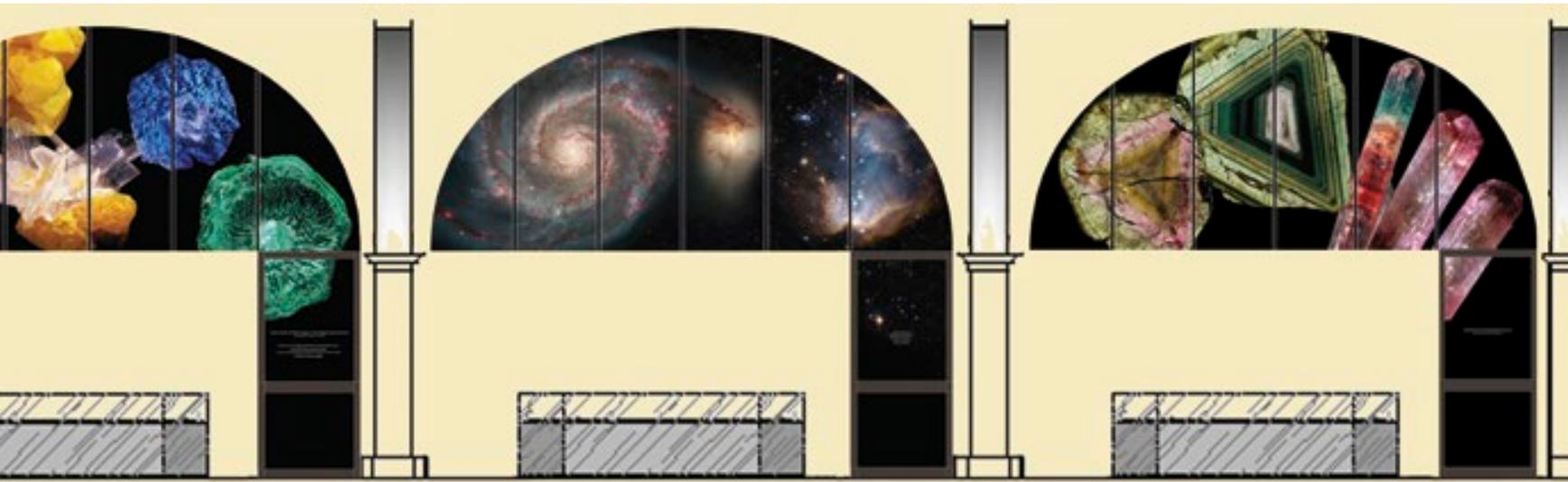
Elementi scenici: pareti, vetrate e vetrofanie

Nella sala principale si trovano, come già ricordato, gli accessi di cinque locali (laboratori e studi) del Dipartimento di Scienze della Terra. Una grande struttura in metallo e vetro separa lo spazio espositivo museale e i singoli ambienti dipartimentali. Esistevano in origine problemi di isolamento acustico e di impatto visivo; infatti, vista dagli spazi espositivi, ogni parete vetrata risultava organizzata alla meglio con mascherature di cartoni, retro di mobili, poster, calendari, fotocopie, ecc. Adesso una parte della vetrata è occupata da un tamponamento in fibra di legno con interposto polistirolo ad alta densità con funzione fonoassorbente e ai singoli vetri sono state applicate delle vetrofanie a soggetto. Ogni singola parete ha un'immagine relativa alla sua collocazione rispetto al percorso espositi-

sists entirely of LED spotlights specially produced for this renovation. With regard to energy saving, a quick calculation reveals that when all the lights of the main hall are turned on (excluding the service lighting) the consumption is ca. 1.3 kW/h.

Scenic elements: walls, windows and decals

As already mentioned, the main hall contains the entrances to five rooms (laboratories and offices) of the Department of Earth Sciences. A large metal and glass structure separates the museum exhibition space from the single departmental rooms. Originally there were problems of sound insulation and visual impact; in fact, seen from the exhibition spaces, each window was randomly organized with cardboard maskings, the backs of furniture, posters, calendars, photocopies, etc. Now a part of the glass partition is covered by fibreboard, with high-density polystyrene in between for sound absorption, and the single windows contain topical decals. Each individual wall has an image relating to its position with respect to the ex-



vo e l'effetto finale è quello di trovarsi davanti ad una vera e propria vetrata (Fig. 13).

Spazio sperimentale e multimedialità

È prerogativa di un museo – in quanto struttura educativa – stimolare e trasmettere il messaggio scientifico-culturale ricercando nuovi canali di comunicazione. Per questo motivo, nella zona terminale del percorso, è ricavato uno spazio con vocazione sperimentale per piccoli gruppi di visitatori che può ospitare installazioni particolari, *exhibit* interattivi temporanei o proiezioni multimediali. Attualmente è dedicato all'osservazione della fotoluminescenza: addossato alla parete trova posto un espositore a gradini su cui poggiano vari minerali che, grazie ad un temporizzatore, vengono illuminati alternativamente da raggi UV ad onde corte, UV ad onde lunghe e luce fluorescente.

La rapida evoluzione tecnologica ha aperto nuovi e inaspettati orizzonti anche per i

musei. Il compito del divulgatore è oggi agevolato dall'informatica che è divenuta un «medium» in grado di suscitare la curiosità – attraverso ipertesti, immagini, suoni e filmati – e di garantire l'interazione con il visitatore.

Nel Museo sono presenti sei postazioni touch screen ad altezze variabili (per facilitare l'uso da parte delle scolaresche) di cui una consultabile da sedia a rotelle.

Conservazione

Tutte le vetrine sono provviste di guarnizioni per garantire la tenuta alla polvere e predisposte al passaggio di cavi necessari per un'eventuale installazione di impianti specifici per il rilevamento ed il controllo di umidità relativa e temperatura. Per le loro caratteristiche fisiche, le fonti di illuminazione impiegate all'interno degli espositori sviluppano poco calore e garantiscono un'alta protezione e un'adeguata conservazione dei campioni esposti.

hibition course and the final effect is that of facing a true window (Fig. 13).

Experimental space and use of multimedia

As an educational structure, a museum has a prerogative to stimulate and transmit the scientific-cultural message by seeking new communication channels. For this reason, the last part of the course contains an experimental space for small groups of visitors, which can host particular installations, temporary interactive exhibits or multimedia projections. At present, it is dedicated to the observation of photoluminescence: set against the wall is a stepped display support holding various minerals which by means of a timer are alternately illuminated by short-wave UV radiation, long-wave UV radiation and fluorescent light. The rapid technological evolution has opened new and un-

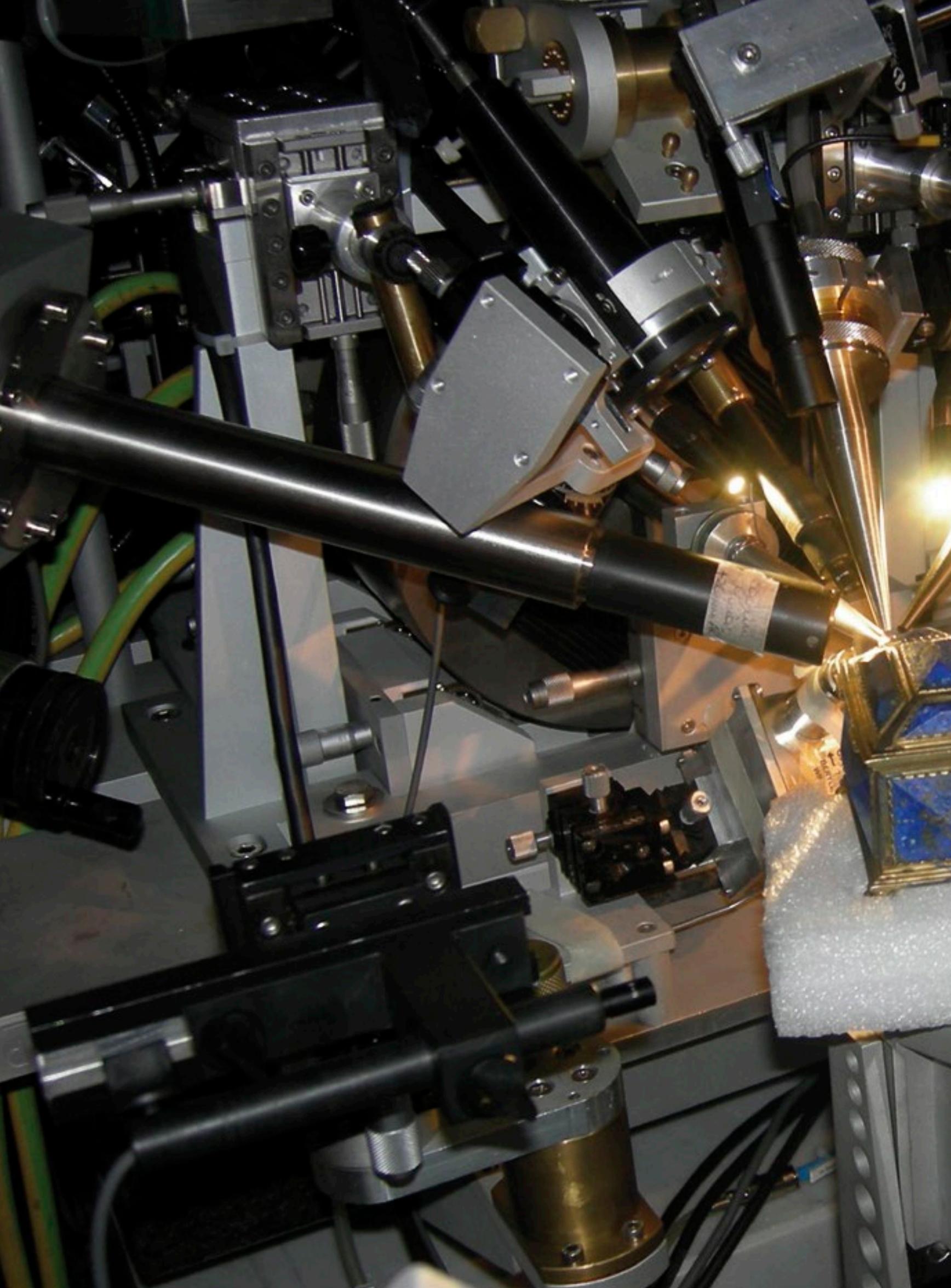
expected horizons for museums. The task of the science disseminator is now facilitated by informatics, which has become a «medium» able to arouse curiosity (via hypertexts, images, sounds and films) and to assure interaction with the visitor. The museum has six touch screen stations set at variable heights (to facilitate their use by schoolchildren), one of which can be consulted by wheelchair users.

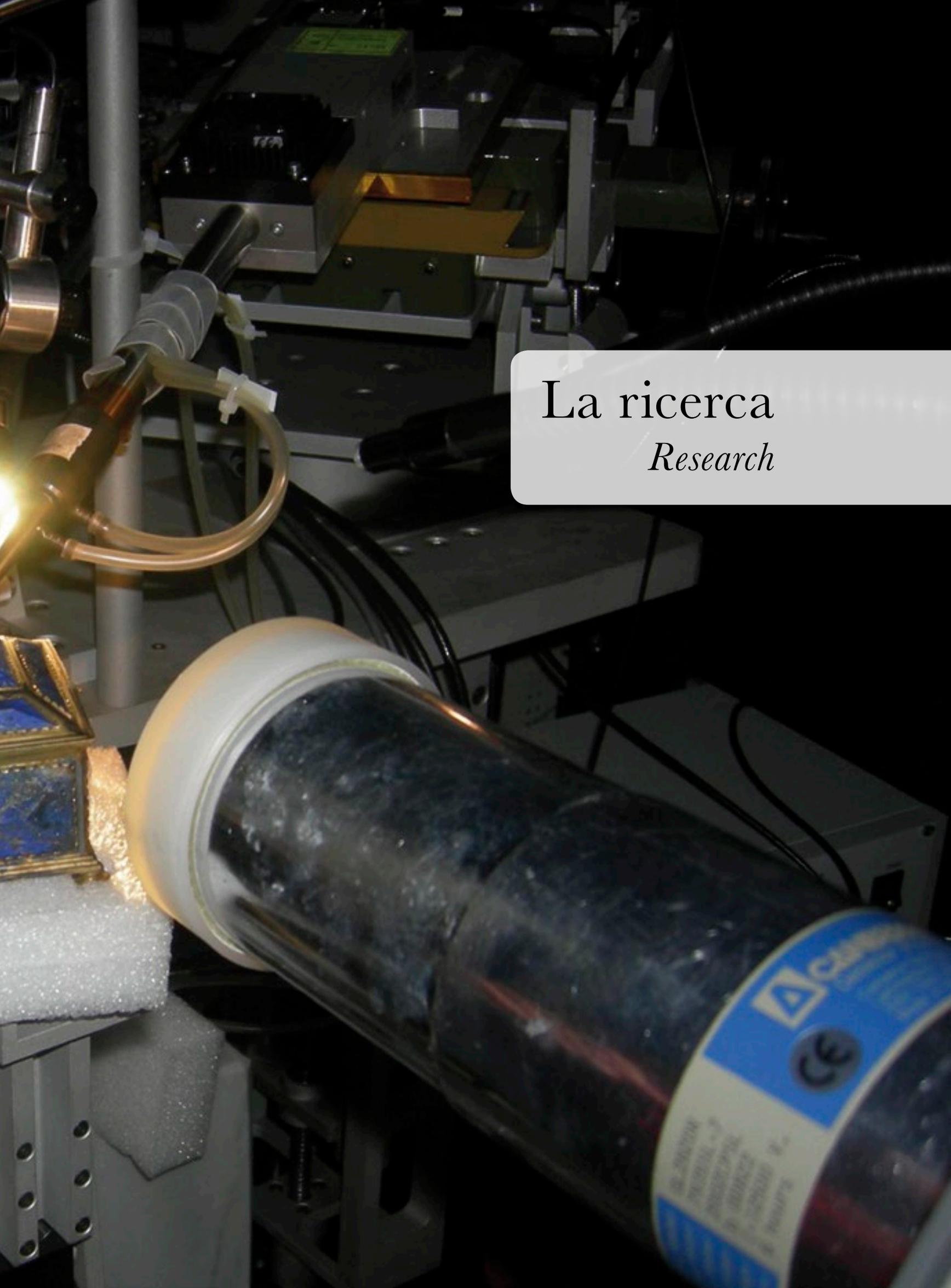
Conservation

All the display cases are provided with dustproof seals and are predisposed for the passage of wires for the eventual installation of systems to monitor relative humidity and temperature. The physical characteristics of the light sources inside the display cases ensure that little heat is produced, guaranteeing the protection and adequate conservation of the specimens on display.

Fig. 13 Un prospetto della parete lunga del salone arredata con vetrine a console e caratterizzata dalle grandi vetrofanie: sono ben visibili le immagini scelte per la realizzazione di questa originale scenografia.

Fig. 13 A view of the long wall of the exhibition hall provided with console display cases and characterized by large decals: the images chosen for the creation of this original scenography are clearly visible.





La ricerca
Research



Fig. 1

Geodiversità litologica della Toscana

Lithological geodiversity of Tuscany

Eleonora Braschi, Sandro Conticelli, Piero Manetti, Enrico Pandeli

Premessa

Francesco Rodolico (Fig. 2) è stato uno dei primi ricercatori fiorentini ad interpretare gli aspetti mineralogici, petrografici e geo-chimici delle rocce, come espressione della natura geologica del paesaggio naturalistico della Toscana, fornendo, inoltre, un importante contributo scientifico allo studio delle rocce utilizzate nella costruzione di opere architettoniche di valore storico ed artistico (Rodolico, 1953).

L'opera del Rodolico è stata costantemente caratterizzata da una grande curiosità culturale che lo ha portato, nei primi anni della sua carriera, ad effettuare studi di grande valore scientifico finalizzati alla comprensione dei processi naturali connessi con la genesi delle rocce vulcaniche, ed in particolare con la genesi delle vulcaniti Plio-Pleistoceniche della Toscana e dell'Umbria, per poi volgere l'attenzione, negli anni della sua maturità, a studi di petrografia applicata all'architettura, con

frequenti incursioni in ambiti culturali di natura umanistica.

Oggi Francesco Rodolico è ricordato principalmente per le sue ricerche di petrografia applicata piuttosto che per l'opera giovanile, ma è proprio da questa che egli prese spunto e sistematicità scientifica per realizzare la sua opera maggiore *Le Pietre delle Città d'Italia*, nella quale fornisce una sistematica descrizione delle pietre da costruzione utilizzate nei più importanti edifici delle maggiori città d'Italia. *Le Pietre delle Città d'Italia* rappresenta uno dei più importanti contributi alla storiografia architettonica ed alla conoscenza e classificazione dei materiali lapidei ornamentali. A partire dalla fine degli anni 60 del secolo scorso, molte delle sue osservazioni saranno applicate alla conservazione dei beni culturali, che vedranno soprattutto il CNR con i suoi organi di ricerca, impegnati nello studio di metodologie per la salvaguardia dei beni architettonici.

I suoi studi giovanili riguardanti le rocce vulcaniche e ipoabissali della Toscana

Foreword

Francesco Rodolico (Fig. 2) was one of the first Florentine researchers to interpret the mineralogical, petrographic and geochemical aspects of rocks, as an expression of the geological nature of the landscape of Tuscany, and to provide an important scientific contribution to the study of the stone materials used in the construction of historically and artistically important buildings of the major Italian cities (Rodolico, 1953). Rodolico's work was constantly characterized by his great cultural curiosity. In the early years of his career he carried out important studies for the understanding of the processes related to the genesis

of Plio-Pleistocene volcanic rocks of Tuscany and Umbria areas. Today Francesco Rodolico is mostly remembered for the late scientific works on building stones, although his early petrological studies gave him the natural intellectual and scientific rigour to realize his major work *Le Pietre delle Città d'Italia* (The Stones of Italian Cities), one of the most important contributions to architectural historiography and to the knowledge and classification of ornamental stone materials. This work represented a milestone for the petrographic research applied to architecture and to cultural heritage conservation, which have been developed by the Italian CNR starting in the early sixties of the last century.

Fig. 1 Argilloscisti varicolori dell'Unità di Gràssera. Cavo, Isola d'Elba, Toscana, Italia.

Fig. 1 Varicoloured slates of the Gràssera Unit. Cavo, Elba Island, Tuscany, Italy.

Fig. 2 Francesco Rodolico (1905-1988), figlio di Niccolò docente di Storia presso l'Ateneo fiorentino, si laureò in chimica nel 1927, formandosi culturalmente alla scuola di Piero Aloisi e Antonio Garbasso presso l'Istituto di Mineralogia di Firenze, e perfezionandosi in seguito presso l'Istituto di Mineralogia di Friburgo, in Germania. Ottenuta la libera docenza in Mineralogia nel 1931, proseguì i suoi studi di carattere geologico-petrografico sulle rocce magmatiche della Toscana e dell'Umbria lavorando presso l'Istituto di Mineralogia dell'Università degli Studi di Firenze, per poi essere chiamato a dirigere l'Istituto di Mineralogia dell'Università degli Studi di Messina nel 1939. Nell'immediato dopoguerra fu chiamato a ricoprire la cattedra di «Mineralogia e Geologia» presso l'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, anni nei quali inizia ad affiorare in lui l'interesse per la petrografia applicata ai beni culturali ed in particolare alla descrizione dei materiali lapidei utilizzati nell'architettura di edifici pubblici e di pregio, tematiche che divennero il centro di gravità del suo interesse scientifico negli anni successivi al suo rientro a Firenze, dove venne chiamato nel 1948 a coprire la cattedra di «Mineralogia e Petrografia» presso la Facoltà di Architettura.

Fig. 2 Francesco Rodolico (1905-1988), son of Niccolò, a Professor of History at the University of Florence, graduated in chemistry in 1927. Francesco Rodolico trained within the school of Piero Aloisi and Antonio Garbasso in the Institute of Mineralogy of Florence and later specialized in the Institute of Mineralogy of Freiburg, Germany. After qualifying as University Professor of Mineralogy in 1931, he continued his geological-petrographic studies on the magmatic rocks of Tuscany and Umbria, working in the Institute of Mineralogy of the University of Florence. In 1939, he was appointed Director of the Institute of Mineralogy of the University of Messina. After World War II, he assumed the chair of «Mineralogy and Geology» in the University of Modena and Reggio Emilia. In those years, he developed an interest in petrography applied to cultural heritage, particularly to the description of the stone materials used in the architecture of important public buildings. This subject became the focus of his scientific interest following his return to Florence, where he assumed the chair of «Mineralogy and Petrography» in the Faculty of Architecture in 1948.



centro-meridionale sono, al contrario, pressoché dimenticati sebbene fossero realizzati con grande rigore metodologico e fornissero un'innovazione interpretativa negli studi minero-petrografici dell'epoca, andando a colmare le lacune del Washington (1906) sul magmatismo italiano. In particolare, realizzò ricerche di dettaglio sulle *selagiti* della Val d'Era (Orciatice e Montecatini Val di Cecina), sulle *andesiti* dell'isola di Capraia e di Radicofani, sulle *rioliti* di Roccastrada e del Campigliese e sulle *trachiti* del Monte Amiata (Rodolico, 1934a,b; 1935a; 1938a,b), sebbene già mostrasse l'interesse per lo studio della provenienza delle pietre eruttive utilizzate nella costruzione degli edifici (Rodolico,

Nowdays, his early studies on the volcanic and subvolcanic rocks of central-southern Tuscany are largely forgotten, even though they were carried out with great methodological rigour and led to interpretative innovations in the scientific panorama of the time, filling the gaps left by Washington (1906) concerning Italian magmatism. In particular, he conducted detailed research on the «*selagites*» of the Val d'Era (Orciatice and Montecatini Val di Cecina), on the *andesites* of Capraia Island and Radicofani, on the *rhyolites* of Roccastrada and the Campiglia Marittima area, and on the *trachytes* of Monte Amiata (Rodolico, 1934a,b; 1935a; 1938a,b). At the same time, he was already showing interest in the provenance of the volcanic stones use in building construction (Rodolico, 1932). His studies on the «*eruptive*» rocks of Tuscany

1932). I suoi studi sulle rocce «*eruttive*» della Toscana si conclusero con la pubblicazione dello «sguardo d'insieme» sulle Memorie della Società Toscana di Scienze Naturali (Rodolico, 1938c).

L'opera giovanile di Francesco Rodolico riveste un'importanza notevole nell'avanzamento delle conoscenze minero-petrografiche delle rocce vulcaniche toscane soprattutto per le sue interpretazioni riguardanti la natura delle rocce ultrapotassiche, riconoscendo la notevole somiglianza con le rocce del continente nord-americano studiate da Cross (1897), all'epoca non comprese dai ricercatori italiani. Dovrà passare circa un cinquantennio prima che venga apprezzato quanto

concluded with the publication of the «overall view» in the Memoirs of the Tuscan Society of Natural Sciences (Rodolico, 1938c).

Francesco Rodolico's early work played a very important role in the advancement of minero-petrographic knowledge of Tuscan volcanic rocks. This was especially so concerning his interpretations of the nature of ultrapotassic rocks, at the time not understood by Italian researchers: he recognized their similarity with the North American ultrapotassic rocks studied by Cross (1897). About 50 years were to pass before Rodolico's innovative research could be appreciated by the scientific community, when the *kamafugitic* nature of the ultrapotassic rocks of Umbria and the *lamproitic* nature of those of Tuscany were recognized (i.e. Gallo et al., 1984; Peccerillo and Manetti, 1985).

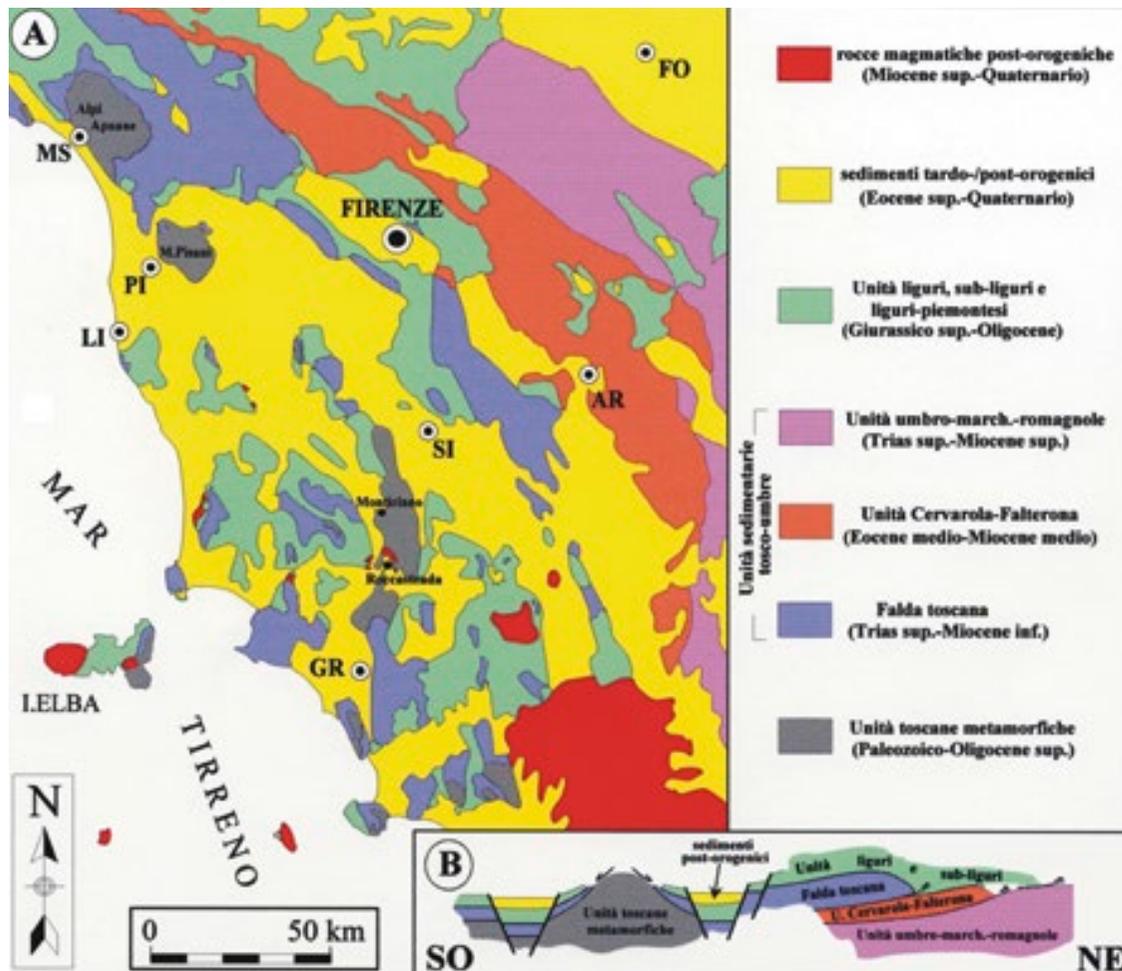


Fig. 3 Carta e sezione geologica schematica dell'Appennino settentrionale (da Pandeli *et al.*, 2004 modificato).

Fig. 3 Map and schematic geological section of the Northern Apennines (from Pandeli *et al.*, 2004 modified).

innovativa fosse stata la ricerca del Rodolico. Ciò avvenne quando fu riconosciuta la natura *kamafugitica* delle rocce ultrapotassiche dell'Umbria e quella *lamproitica* delle rocce ultrapotassiche della Toscana (i.e., Gallo *et al.*, 1984; Peccerillo *et al.*, 1985).

Le rocce sedimentarie

La maggior parte della Toscana è composta da rocce sedimentarie dell'Unità toscana non metamorfica (Falda Toscana s.l.) che ri-

posano su terreni metamorfici (Unità Tosca-
ne Metamorfiche) (Fig. 3) e rappresentano il margine continentale africano del paleo-
oceano della Tetide, assieme alle successioni
sedimentarie delle Unità umbro-marchigiane,
poste paleogeograficamente più ad oriente.
Le rocce sedimentarie della successione
della Falda Toscana (Boccaletti *et al.*, 1987;
Fazzuoli *et al.*, 1994) (Fig. 4), scollata tettonicamente rispetto al suo originario substrato paleozoico-medio triassico, si sono formate dal consolidamento (diagenesi) di sedimenti

Sedimentary Rocks

Most of Tuscany is made up of sedimentary rocks of the so-called Tuscan non-Metamorphic Unit (*Tuscan Nappe* s.l.) that rest on metamorphic terranes (*Tuscan Metamorphic Units*) (Fig. 3). Together with the sedimentary successions of the Umbria-Marche Units, palaeogeographically placed more to the East, they represent the African continental margin of the Tethys palaeo-ocean. The sedimentary rocks of the Tuscan Nappe succession (Boccaletti *et al.*, 1987; Fazzuoli *et al.*, 1994) (Fig. 4), tectonically detached with respect to their original Palaeozoic-Middle Triassic substratum, were mainly formed by marine sediments deposited starting from Late Triassic followed prevalently by carbonate and marly sediments in a ca. 200 million-year period encompassing the later part

of the Triassic, the Jurassic, up to the Cretaceous (from 230 to 65 Ma). In this long period, the palaeogeographical conditions evolved from continental to shallow marine, with environments in which evaporitic conditions prevailed; these conditions generated the *Anidriti of Burano* formation (then transformed into the *Calcare Cavernoso*), with a carbonate platform like those of the present-day Persian Gulf and the Bahamas, from which derived respectively the *Calcari e marne a Rhaeticavicula contorta* and the *Calcare Massiccio* formations. These were followed by marine sediments of deeper environments, formed either along the continental scarps or Atlantic-type ocean plain, represented by carbonate and calcareous-siliceous muds (i.e., *Calcare di Grotta Giusti*, *Rosso Ammonitico* and *Calcare selcifero di Limano*). Afterwards, the deposition of carbonate and clay sediments produced the *Marne a*

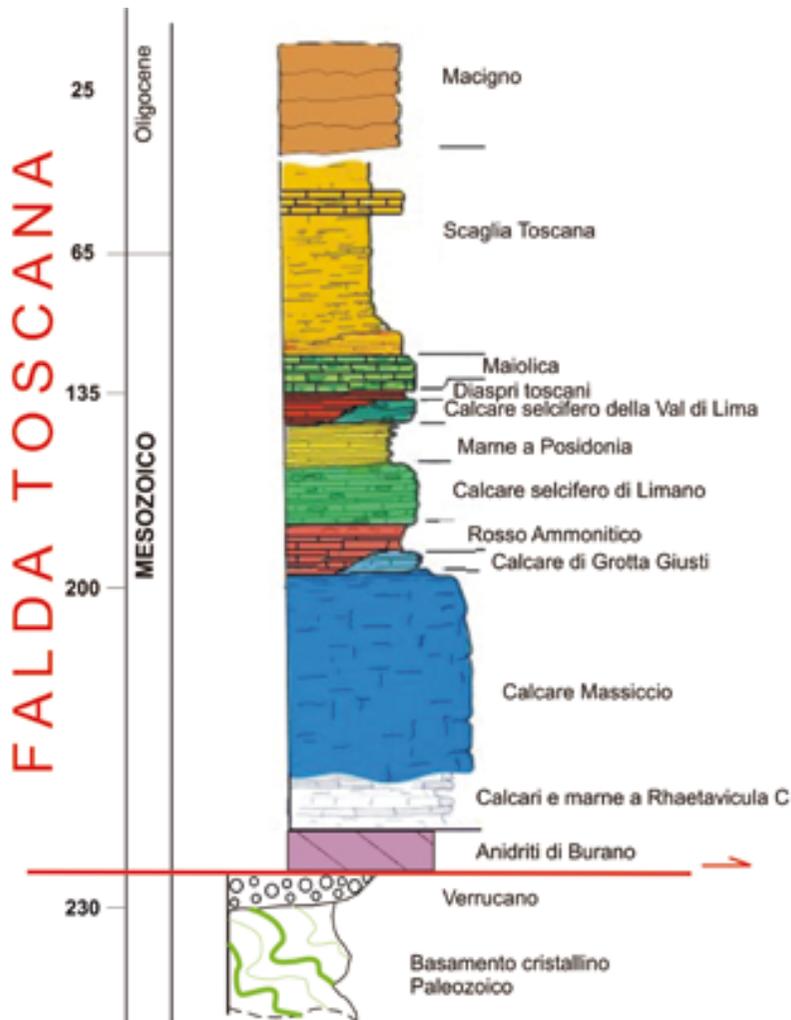


Fig. 4 Colonna stratigrafica della Falda Toscana (da Bortolotti, 1992 modificato).
Fig. 4 Stratigraphic column of the Tuscan Nappe (modified from Bortolotti, 1992).

marini che hanno iniziato a depositarsi nel Triassico superiore. Le rocce sedimentarie più antiche della Falda Toscana sono derivate da sedimenti marini legati ad un evento di trasgressione, che porta alla deposizione di sedimenti prevalentemente carbonatici e marnosi, in un lungo intervallo di tempo che comprende la parte superiore del Triassico, il Giurassico, fino al Cretaceo, per circa centotanta milioni d'anni (da 230 fino a 65 milioni di anni fa). In questo lungo intervallo temporale le condizioni paleogeografiche evolvono da continentali a marine di bassa profondità,

con ambienti in cui prevalgono condizioni evaporitiche, durante le quali si genera la formazione delle *Anidriti di Burano* (trasformate poi nel *Calcarea Cavernoso*), di piattaforma carbonatica, tipo quelle attuali del Golfo Persico e delle Bahamas, dalle quali derivano, rispettivamente la formazione dei *Calcari e marne a Rhaetavicula contorta* e del *Calcarea Massiccio*, per poi passare ad ambienti di maggiore profondità, lungo scarpate continentali o di piana oceanica tipo atlantico, con la deposizione di fanghi essenzialmente carbonatici e calcareo-silicei, che hanno dato luogo, per diagenesi, al *Calcarea di Grotta Giusti*, al *Rosso Ammonitico* e al *Calcarea selcifera di Limano*. In seguito, si sedimentano le *Marne a Posidonia* (formatesi in seguito alla deposizione di sedimenti carbonatici ed argillosi), i *Calcari selciferi della Val di Lima*, i *Diaspri toscani* (derivati dalla prevalente deposizione di microrganismi silicei, i radiolari), e la *Maiolica* (derivata dalla precipitazione biochimica di fanghi carbonatici). Alla fine del Cretaceo (65 milioni di anni fa), l'Era Mesozoica ci lascia insieme ai dinosauri e a numerose altre specie viventi, entrando così nell'Era Cenozoica. In Toscana, durante i periodi iniziali dell'Era Cenozoica, il Paleocene e l'Eocene (64-34 milioni di anni), si depositano ancora, in un ambiente di mare profondo, rocce sedimentarie di natura prevalentemente argillitica che vanno a formare la *Scaglia Toscana*, all'interno della quale si ritrovano alcune intercalazioni di livelli silicei e carbonatici. Questi ultimi sono talora riccamente fossiliferi, per la presenza di foraminiferi chiamati Nummuliti. Successivamente, nell'Oligocene (tra 34 e 23 milioni di anni), all'interno di profonde fosse oceaniche si formano le rocce prevalentemente arenacee della formazione del *Macigno*, del

Posidonia formation, which were followed by the *Calcari selciferi della Val di Lima*, the *Diaspri toscani* formations derived by deep marine sedimentation of siliceous micro-organisms (radiolarians), and the *Maiolica* formations derived from the biochemical precipitation of carbonate muds. The end of the Cretaceous (65 Ma) also marked the end of the Mesozoic Era (and the extinction of dinosaurs and many other living species) and the beginning of the Cenozoic Era. In Tuscany during the early Cenozoic Era, namely the Palaeocene and the Eocene (64-33.5 Ma), prevalently shale sediments were deposited in a deep-sea environment, then giving rise to the *Scaglia Toscana* mainly argillitic formation, which is also characterised by

intercalations of siliceous and carbonate layers. The latter are sometimes richly fossiliferous on account of the presence of foraminiferans called nummulites.

In deep ocean troughs, representing the foredeeps of the forming Apennine orogenic chain front, the prevalently sandstone rocks of the *Macigno* and *Cervarola-Falterona* formations were formed in the Oligocene (between 34 and 23 Ma), whereas those of the *Marnoso-Arenacea* formation were formed in the Early and Middle Miocene (23-12 Ma) in the Umbria-Marche area (Fig. 5). The rocks of these formations were widely used in Florentine architecture starting from the Renaissance. They are known as *Petra Serena* (see Pecchioni et al.; this volume), deriving from

Cervarola-Falterona e, nell'area umbro-marchigiana, nel Miocene inferiore e medio (23 – 12 milioni di anni), della formazione *Marnoso-Arenacea* (Fig. 5). Le rocce di quest'ultime formazioni, che compongono l'ossatura della catena appenninica settentrionale, sono state ampiamente utilizzate nell'architettura fiorentina a partire dal Rinascimento e conosciute come *Pietra Serena* (vedi Pecchioni *et al.*, questo volume), proveniente dalle cave del *Macigno* intorno a Firenze, o come *Pietra di Firenzuola*, proveniente da cave nelle formazioni del *Cervarola-Falterona* e della *Marnoso-Arenacea* e di utilizzo più recente sia nella realizzazione di interni che nel rifacimento di pavimentazioni stradali, nonostante presenti caratteristiche di durabilità nettamente inferiori a quelle del *Macigno*.

A partire dal Miocene medio superiore (Tortoniano) in Toscana inizia una fase di sollevamento ed emersione, tuttora attiva nel versante adriatico, che porterà alla formazione della catena dell'Appennino Settentrionale. Con la migrazione verso Est del fronte di accavallamento della catena appenninica, nella sua porzione interna (area tirrenica, Toscana centrale e meridionale), si vanno for-

mando aree depresse con acque basse e con deposizione, durante il Messiniano (7-5 milioni di anni), di sedimenti evaporitici. Una nuova ingressione marina inizia a partire dal Pliocene (5 milioni di anni fa) con la formazione prima di sedimenti marini costieri, sabbiosi ed argillosi e, successivamente, lacustri e alluvionali che perdura fino ad oggi (ciclo sedimentario neo-autoctono). Durante questo ciclo si formano numerosi bacini lacustri nei quali avviene la deposizione di materiale vegetale che, in seguito al suo seppellimento si trasformerà in giacimenti di lignite (Tav. Ia), i più importanti di quali sono quelli del Valdarno Superiore e di Ribolla nel grossetano.

the quarries in the *Macigno* formation around Florence, or *Pietra di Firenzuola*, from quarries in the *Cervarola-Falterona* and *Marnoso-Arenacea* formations; the latter is of more recent use, especially in the repaving of streets despite its much lower durability than *Macigno*.

A phase of uplifting and emergence began in Tuscany in the Middle-Late Miocene (Tortonian) (and is still in progress on the Adriatic side), which led to the formation of the Northern Apennines. With the eastward migration of the front of thrust faulting of the Apennine chain. Within the internal sector of the orogen (e.g., Tyrrhenian area, central and southern Tuscany) the formation of depressed areas with low waters and with deposition of evaporitic

sediments during the Messinian (7-5 Ma) occurred. A new marine ingression began in the Pliocene (5 Ma) with the formation first of sandy and clayey marine coastal sediments and subsequently of lacustrine and alluvial sediments, which has lasted until today (neo-autochthonous sedimentary cycle). Several lake basins were formed during this cycle and the deposited plant material was transformed into lignite deposits (Plate Ia), the most important being those of the upper Valdarno (Figline Valdarno) and of Ribolla in the Grosseto area. There are also many localities where thermal waters come to the surface (e.g. Rapolano Terme), forming deposits of travertine (composed of calcite), widely used as a building stone or for decorative objects.

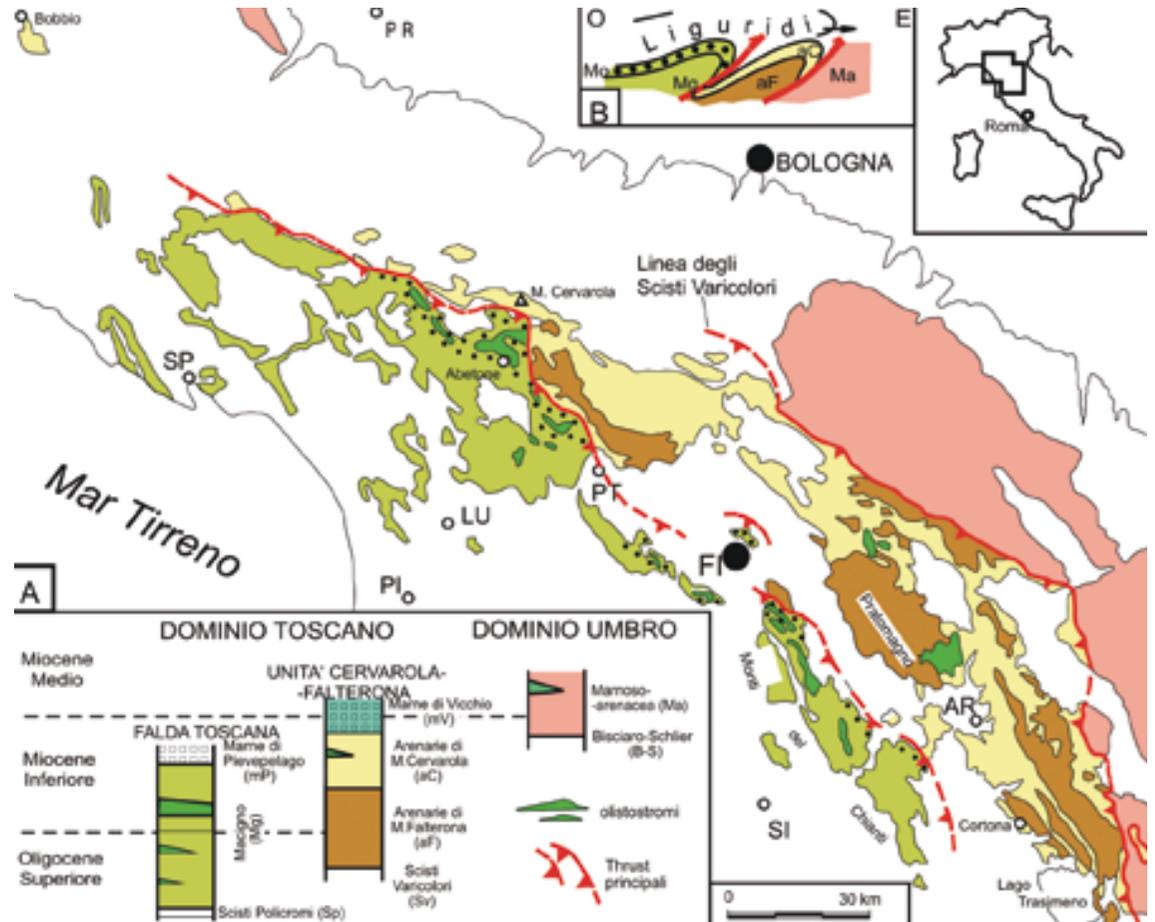


Fig. 5 Distribuzione delle Unità torbiditiche toscano-umbro terziarie (da Aruta *et al.*, 2004 modificata).
Fig. 5 Distribution of the Tertiary Tuscan-Umbrian Turbidite Units (modified from Aruta *et al.*, 2004).

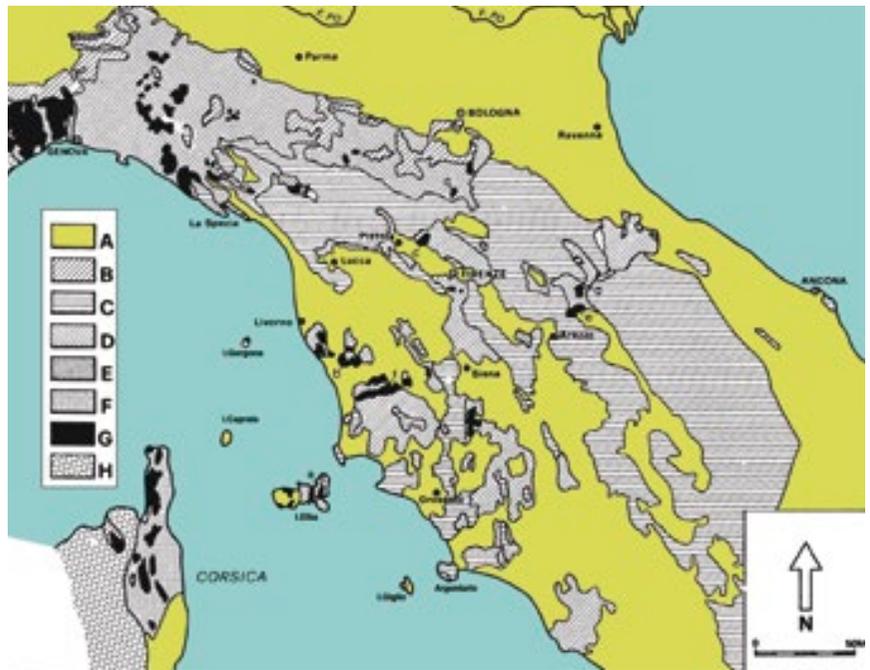


Tavola I. a: Campione di lignite proveniente dalla miniera di Santa Barbara (Cavriglia, AR) esposta presso la sezione di Mineralogia del Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze; b: cristalli di gesso su argillite rossa proveniente dalla miniera di Santa Barbara (Cavriglia, AR), in esposizione presso la sezione di Mineralogia del Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze; c: esemplare di breccia ofiolitica di colore rosso, meglio conosciuta come *oficalcite*, proveniente da Levanto (Liguria occidentale); d: lastra di *pietra paesina* facente parte della Collezione Settecentesca in esposizione presso la sezione di Mineralogia del Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze.

Plate I. a. Lignite sample from the Santa Barbara mine (Cavriglia, AR) exhibited in the Mineralogy section of the Natural History Museum of the University of Florence; b. gypsum crystals on reddish shale from the Santa Barbara mine (Cavriglia, AR) displayed in the Mineralogy section of the Natural History Museum of the University of Florence; c. ophiolite breccia specimen, called *ophicalcite*, from Levanto (western Liguria); d. specimen of *pietra paesina* plate belonging to the Eighteenth-century Collection exhibited in the Mineralogy section of the Natural History Museum of the University of Florence.

Numerose sono anche le località dove fuoriescono acque termali (es. Rapolano Terme) dalle quali si formano depositi di *travertino*, composto da calcite, ampiamente utilizzato come pietra da costruzione o per la realizzazione di oggetti di arredamento.

Presenze mineralogiche di un certo interesse all'interno dei sedimenti della Falda Toscana caratterizzano in particolare la formazione delle *Anidriti di Burano*, dove si ritrovano depositi di gesso sfruttati industrialmente nella zona del grossetano, a Roccastrada. Qualche raro cristallo appartenente alla famiglia dei solfuri (pirite e marcassite) è stato segnalato anche nelle formazioni silico-clastiche e carbonatiche del Mesozoico e del Terziario (Carobbi e Rodolico, 1976). La maggior parte dei minerali che rivestono un interesse scientifico e collezionistico si ritrovano nei sedimenti del ciclo neo-autoctono. Nei sedimenti argillosi messiniani-pliocenici si ritrovano frequentemente cristalli di gesso (Tav. Ib), spesso geminati a ferro di lancia, nelle argille del senese, del volterrano e del grossetano. Noduli di Alabastro gessoso, spesso associati a cristalli di gesso, formano giacimenti utilizzati come pietra ornamentale (Volterra, Monti di Castellina Marittima). Giacimenti di salgemma, sfruttati industrialmente, sono presenti nel sottosuolo a Saline di Volterra (Cipriani e Tanelli, 1983), mentre un giacimento di zolfo a Lornano, presso Siena, è stato oggetto di ricerche minerarie all'inizio del ventesimo secolo (Manasse, 1907). In quest'ultimo, accanto a bei cristalli di zolfo sono stati rinvenuti anche cristalli di notevole pregio di celestina, calcite e ara-



gonite. Recentemente, associati ai depositi di lignite del Valdarno Superiore, in località Castelnuovo dei Sabbioni, presso Figline Valdarno, sono stati rinvenuti minerali fosfatitici come la vivianite e la rara anapaite oltre a esemplari di baritina (Cipriani *et al.*, 1974) e, più recentemente, nuovi minerali, sempre fosfatici, quali la rodolicoite, la gratoroloite (Cipriani *et al.*, 1997) e la santabarbarite (vedi Menchetti, questo volume).

I terreni della Falda Toscana sono sormontati in varie parti della regione da rocce magmatiche e sedimentarie appartenenti alle Unità Liguri, formatesi nel bacino oceanico Ligure-Piemontese, porzione del più vasto oceano tetideo (Fig. 6). Le Unità Liguridi si sono deposte in due differenti aree paleogeografiche, una interna e una esterna rispetto alla dorsale oceanica del paleo-oceano teti-

Fig. 6 Distribuzione delle ophioliti in Toscana. A) Messiniano-Attuale, incluse rocce magmatiche; B) Parautoctono e Bacino terziario piemontese; C) Serie Tosco-Umbre; D) Liguridi; E) Unità Sestri-Voltaggio; F) Calcescisti; G) Ophioliti; H) Massicci cristallini (da Abbate *et al.*, 1980 modificato).

Fig. 6 Distribution of ophiolites in Tuscany. A) Messinian-Present, including magmatic rocks; B) Parautochthonous and Piedmontese Tertiary Basin; C) Tuscan-Umbrian Series; D) Ligurians; E) Sestri-Voltaggio Unit; F) Calc-schists; G) Ophiolites; H) Crystalline massifs (modified from Abbate *et al.*, 1980).

Important minerals in the Tuscan Nappe sediments particularly characterize the *Anidriti di Burano* formation, with industrially exploited gypsum deposits at Roccastrada in the Grosseto area. Some rare crystals belonging to the sulphides family (pyrite and marcassite) have also been reported in the silicoclastic and carbonate formations of the Mesozoic and Tertiary (Carobbi and Rodolico, 1976). Most of the minerals of interest to scientists and collectors are found in sediments of the neo-autochthonous cycle. Gypsum crystals (Plate Ib), often twinned in a spearhead shape, are frequently found in the Messinian-Pliocene clayey sediments of the Siena, Volterra and Grosseto areas. Nodules of gypsum alabaster, often associated with gypsum crystals, form deposits used for ornamental stones (Volterra, Monti di Castellina Marittima). Industrially exploited rock salt deposits are present at Saline di Volterra (Cipriani and Tanelli, 1983),

while a sulphur deposit at Lornano, near Siena, was the object of mineralogical research at the beginning of the 20th century (Manasse, 1907). The latter deposit yielded not only lovely sulphur crystals but also valuable crystals of celestine, calcite and aragonite. Phosphate minerals such as vivianite and the rare anapaite, as well as specimens of baritine, were found in association with the lignite deposits of the upper Valdarno, at Castelnuovo dei Sabbioni near Figline Valdarno (Cipriani *et al.*, 1974), as were new phosphate minerals such as rodolicoite, gratoroloite (Cipriani *et al.*, 1997) and santabarbarite (see Menchetti, this volume).

The terranes of the Tuscan Nappe are overlain in various parts of the region by magmatic and sedimentary rocks belonging to the Ligurian Units, formed in the Ligurian-Piedmontese ocean basin, a portion of the vast Tethys Ocean (Fig. 6) (Abbate *et al.*, 1970; Bortolotti *et*

Fig. 7 Ricostruzione spaziotemporale schematica del Bacino Ligure-Piemontese da cui derivano le ofioliti mesozoiche del sistema alpino-appenninico (in carta a destra), (da Beccaluva *et al.*, 1984 modificato). Unità ofiolitiche: 1: Calabria; 2-3: Corsica NE; 4-5-6: Appennino settentrionale (Unità Liguridi); 6-7-8-9: Unità Piemontesi e Alpi occidentali; 10: Antrona; 11: finestra dell'Engadina; 12-13: finestra dei Tauri; 14: finestra di Rechnitz. Ricostruzione paleogeografica (Giurassico sup.): a) margine passivo europeo; PP: pennidico interno (Pre-Piemontese); B: Brianzonese; SB: Sub-Brianzonese; VA: Vallesano; UE: Ultraelvetico; b) margine passivo adriatico (africano); AU: Australpino; SA: Alpi meridionali; c) bacino Ligure-Piemontese (LP). I numeri indicano tentativamente la zona di provenienza delle unità ofiolitiche. **Legenda:** crosta continentale normale (A) e assottigliata (B); crosta oceanica primitiva (C) e più evoluta (D) e zone di frattura (E) con esposizione di gabbri e peridotiti/serpentiniti sul fondo oceanico.

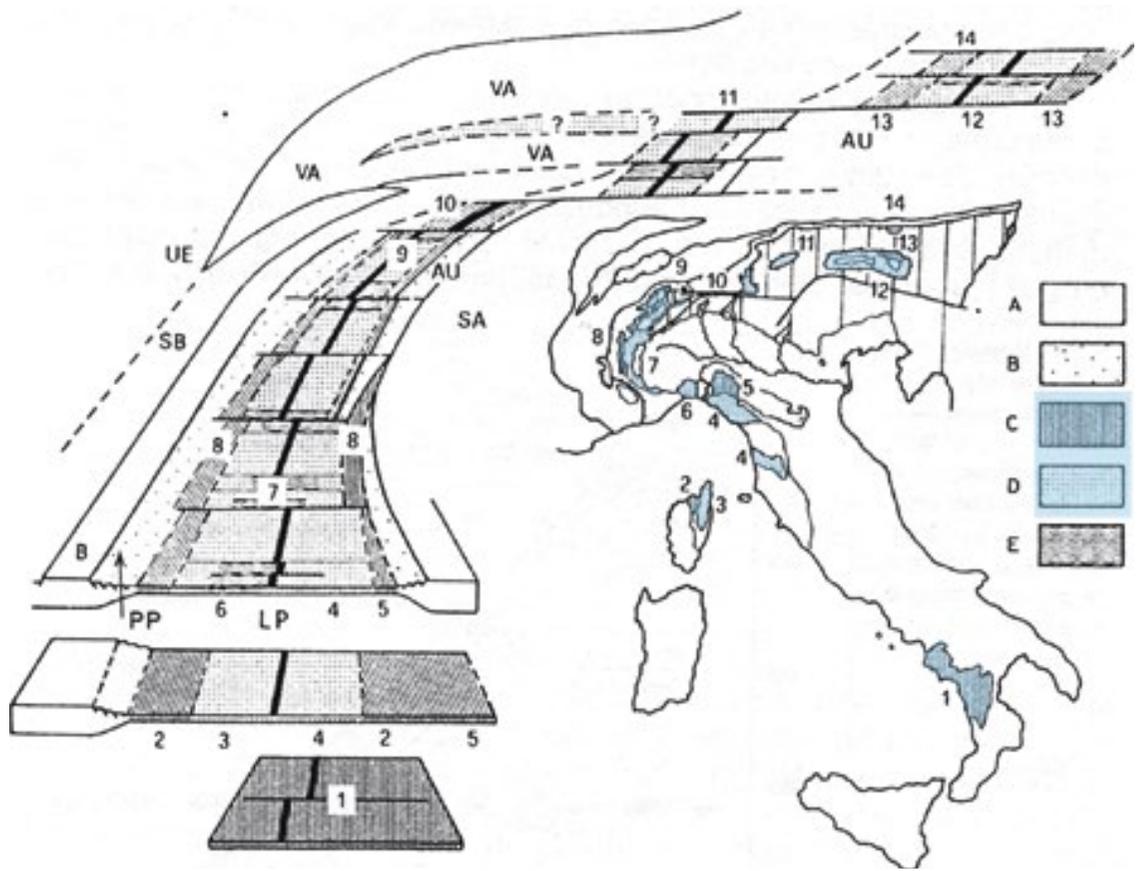


Fig. 7

Fig. 8 Distribuzione regionale delle Unità Liguridi Esterne (in evidenza il dominio della Pietraforte) (da Abbate e Saggi, 1970 modificato).

Fig. 7 Schematic spatio-temporal reconstruction of the Ligurian-Piedmontese Basin, from which are derived the Mesozoic ophiolites of the Alpine-Apennine system (on the right of the map), (modified from Beccaluva *et al.*, 1984). Ophiolite Units: 1: Calabria; 2-3: NE Corsica; 4-5-6: Northern Apennines (Ligurian Units); 6-7-8-9: Piedmont and Western Alps Units; 10: Antrona; 11: Engadina window; 12-13: Tauri window; 14: Rechnitz window. Palaeogeographical reconstruction (Late Jurassic): a) European passive margin; PP: internal Apennine (Pre-Piedmontese); B: Brianzonese; SB: Sub-Brianzonese; VA: Vallesano; UE: Ultrahelvetic; b) Adriatic (African) passive margin; AU: Australpino; SA: Southern Alps; c) Ligurian-Piedmontese basin (LP). The numbers tentatively indicate the zone of provenience of the ophiolitic units. **Legend:** normal (A) and thinned (B) continental crust; primitive (C) and evolved (D) ocean crust and fracture zones (E) with exposure of gabbros and peridotites/serpentinites on the ocean floor.



Fig. 8

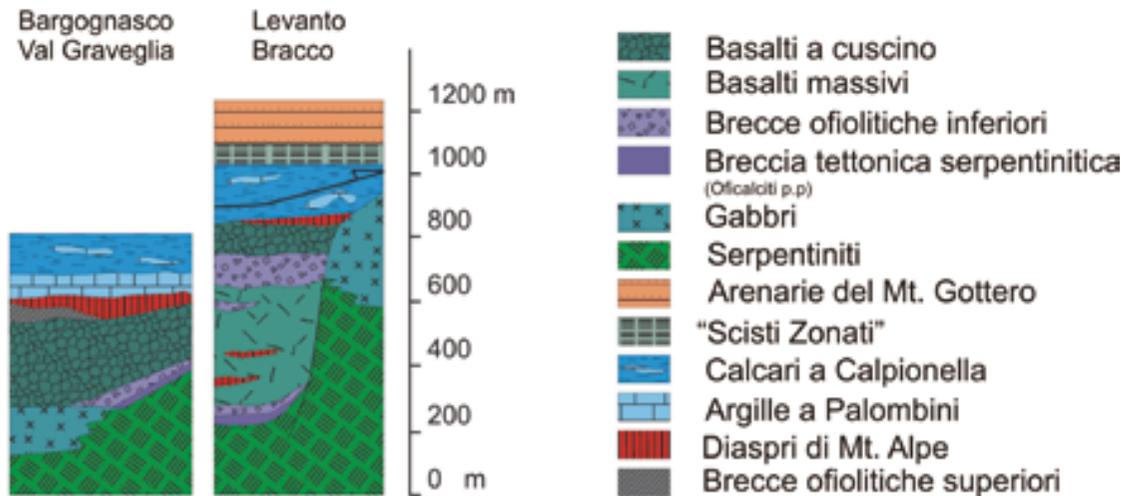


Fig. 9 Colonne stratigrafiche delle Unità Liguri: Unità Vara (Liguridi Interne) (da Abbate e Sagri, 1970 modificato).

Fig. 9 Stratigraphic columns of the Ligurian Units: Vara Unit (Internal Ligurian) (modified from Abbate and Sagri, 1970).

deo (Figg. 7, 8). Il dominio interno (Liguridi Interne) è costituito da rocce magmatiche del Giurassico superiore, sormontate da breccie ofiolitiche varicolori (*oficalciti*, Tav. Ic), radiolariti (*Diaspri di Monte Alpe*), *Calcari a Calpionella* (dal nome di un microfossile, la «*Calpionella*») e *Argille a Palombini* (che devono il loro nome al colore grigio delle intercalazioni calcaree) depositi tra il Giurassico superiore e il Cretacico superiore (Figg. 8, 9). Su questi sedimenti si impostano varie unità sedimentarie cretaceo-paleoceniche (es. *Arenarie del Gottero*) o cretaceo-eoceniche appartenenti alle Liguridi Esterne, come il Supergruppo della Calvana, che al suo interno contiene varie formazioni (Figg. 8, 10) tra cui quella della *Pietraforte* e quella di *Monte Morello*, diffuse in Toscana e nel Lazio settentrionale (Fig. 8). In particolare, la *Pietraforte* (Cretaceo superiore) è costituita da una successione di spessi strati arenacei a cemento calcitico, intercalati a sottili livelli siltiti-

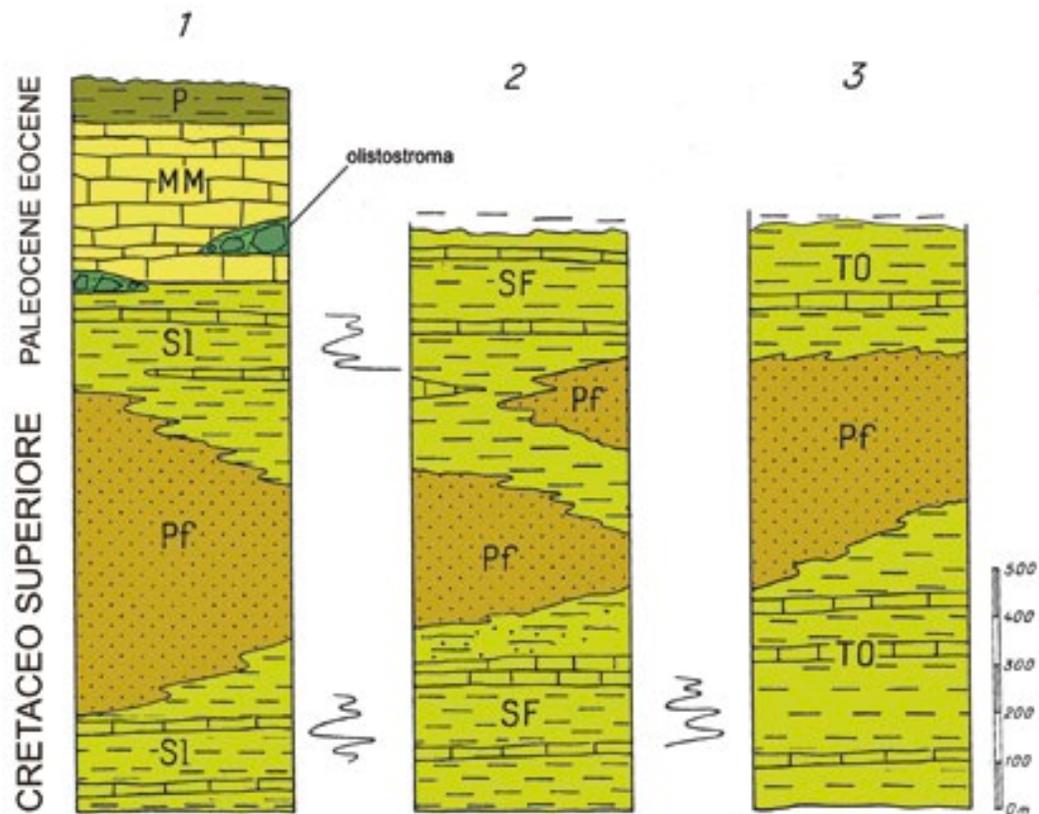
ci, e conglomeratici (chiamati «cicerchina»). Dalla formazione della *Pietraforte* proviene la roccia maggiormente impiegata come pietra da costruzione nei più importanti monumenti medioevali e rinascimentali di Firenze (vedi Pecchioni *et al.*, questo volume). La *formazione di Monte Morello* di età essenzialmente eocenica, è costituita prevalentemente da un calcare marnoso a grana finissima conosciuto come *Alberese*. L'*Alberese* è una pietra bianca utilizzata nella produzione del cemento, ma ha trovato uso nei secoli passati anche nell'architettura sacra, assieme al serpentino, per la costruzione di importanti basiliche (Pecchioni *et al.*, questo volume). L'*Alberese* è anche noto per essere la roccia originaria da cui si estrae la *pietra paesina* (Tav. Id), varietà apprezzata e utilizzata come pietra ornamentale fin dal Rinascimento, derivata dall'alterazione e trasformazione del calcare marnoso in seguito a percolazione di acque contenenti idrossidi di ferro e manganese.

al., 2001). The Ligurian Units were deposited in two different palaeogeographical areas, one internal and one external to the ocean ridge of the Tethys palaeo-ocean (Figs. 7, 8). The internal dominion (Internal Ligurians) consists of magmatic rocks of the Late Jurassic, overlain by varicoloured ophiolite breccias (*ophicalcites*, Plate Ic), radiolarites (*Diaspri di Monte Alpe*), *Calcari a Calpionella* (from the microfossil genus «*Calpionella*») and *Argille a palombini* (which take their name from the grey colour of the calcareous intercalations) deposited between the Late Jurassic and Late Cretaceous (Figs. 8, 9). Lying on these sediments are various sedimentary units formed during the Cretaceous-Palaeocene (e.g. *Arenarie del Gottero*) or the Cretaceous-Eocene belonging to the External Ligurians, such as the Calvana Supergroup. The latter contains various formations (Figs. 8, 10), including the *Pietraforte* and the *Monte Morello*, widespread in Tuscany and northern Latium (Fig. 8). In particular, the *Pietraforte*

(Late Cretaceous) consists of a succession of thick calcite-cemented sandstone layers, intercalated with thin siltite levels and conglomerate levels (called «cicerchina»). The *Pietraforte* formation has yielded the building stone most commonly used in Florence's most important medieval and Renaissance palaces (see Pecchioni *et al.*, 2012, this volume). The Eocene *Monte Morello* formation consists mainly of a very fine-grained marly limestone known as *Alberese*. It is a white stone used in the production of cement, but was also employed in the past centuries (together with serpentine) for the construction of important basilicas (Pecchioni *et al.*, this volume). *Alberese* is also well known as the original rock from which *pietra paesina* (Plate Id) was extracted; *pietra paesina* is a variety appreciated and used as an ornamental stone since the Renaissance, derived from the alteration and transformation of marly limestone due to percolation of waters containing iron and manganese hydroxides.

Fig. 10 Colonne stratigrafiche delle Unità Liguri: Unità litostratigrafiche del supergruppo della Calvana (Liguridi Esterne), nelle aree di 1) Firenze; 2) Monte Amiata; 3) Civitavecchia. Sl: Formazione di Sillano; SF: Formazione di Santa Fiora; TO: Formazione della Tolfa; Pf: Pietraforte; MM: Formazione di Monte Morello; P: Argille di Pescina (da Abbate e Sagri, 1970 modificato).

Fig. 10 Stratigraphic columns of the Ligurian Units: lithostratigraphic units of the Calvana Supergroup (External Ligurians), in the areas of 1) Florence; 2) Monte Amiata; 3) Civitavecchia. Sl: Sillano Formation; SF: Santa Fiora Formation; TO: Tolfa Formation; Pf: Pietraforte; MM: Monte Morello Formation; P: Pescina Clays (modified from Abbate and Sagri, 1970).



Le Rocce Magmatiche

In Toscana è presente una grande varietà di rocce magmatiche, sia intrusive che effusive, associate a minori quantità di rocce subvulcaniche. Tali rocce sono riconducibili ad una intensa attività magmatica sviluppatasi in un ampio intervallo temporale che va dal Mesozoico fino a tempi recenti. Associati alle rocce magmatiche toscane si ritrovano molti minerali sfruttati fin dall'antichità, ma anche numerosi minerali da collezione. Di seguito sono illustrati i principali gruppi di rocce magma-

tiche secondo un criterio cronologico e in funzione delle reciproche relazioni di giacitura.

Ofoliti

Con questo nome è indicata una successione di rocce, di origine oceanica, il cui nome deriva dalla parola greca «*Ophis*», che vuol dire serpente, per l'aspetto e il colore verdastro che caratterizza i prodotti più comuni di questa successione (le *serpentiniti*).

Le Ofoliti sono tra le rocce magmatiche più antiche della Toscana, appartengono

Magmatic Rocks

Tuscany has a great variety of magmatic rocks (both intrusive and effusive), associated with small quantities of subvolcanic rocks. These rocks are due to an intense magmatic activity that occurred in a broad time period from the Mesozoic until recent times. The Tuscan magmatic rocks are associated with several mining districts since antiquity. The following are the main groups of magmatic rocks, presented chronologically and according to mutual depositional relationships.

Ophiolites

This is a succession of rocks of oceanic origin whose name derives from the Greek word «*ophis*», meaning snake, because of the greenish colour characterizing the most common products of this succession (*serpentinites*). Ophiolites are among the oldest magmatic rocks of Tus-

cany. They belong to the Ligurian Units and constitute the rocks of the oceanic substratum of the Ligurian-Piedmontese basin. They are widely distributed in all of Tuscany (Fig. 6) and are composed of a sequence of ultramafic rocks, peridotites (often transformed into serpentinites by processes of oceanic metamorphism), gabbros, and basaltic dykes and lavas, the latter arranged in the form of lava-pillow flows. Because of their petrological and geochemical affinity with the present-day ocean floor rocks, ophiolites have been interpreted as the remains of the Tethys Ocean floor, formed during the Jurassic (199-145 Ma), emplaced onto the continental crust of the African margin (the present-day Italian Peninsula) during construction of the Apennine chain. Today, ophiolites are found in outcrops with their sedimentary covers or in a primary position at the base of the Ligurian successions (e.g. in the *Vara Unit*). They are also found as megablocks, called *olistoliths*, or as *olistostromes* inside large submarine landslides, intercalated in sedimentary formations of the

alle Unità Liguridi e costituiscono le rocce del substrato oceanico del bacino Ligure-Piemontese. Le Ofioliti sono ampiamente distribuite in tutta la Toscana (Fig. 6) e sono composte da una sequenza di rocce ultrabasiche, peridotitiche (spesso trasformate in *serpentiniti* da fenomeni di metamorfismo oceanico), gabbri e complessi filoniani e lavici di composizione basaltica. Per la loro affinità petrologica e geochemica con le attuali rocce dei fondi oceanici, le Ofioliti sono state interpretate come resti del fondo oceanico della Tetide, formatosi durante il Giurassico (199-145 milioni di anni), traslate sulla crosta continentale del margine africano (l'attuale Penisola Italiana) durante la costruzione dell'orogene appenninico. Attualmente, le Ofioliti si ritrovano in affioramento con le loro coperture sedimentarie, o in posizione primaria alla base delle successioni liguri (es. nell'*Unità Vara*). Si ritrovano anche in forma di megablocchi, chiamati *olistoliti*, o di *olistotromi* all'interno di grandi frane sottomarine, intercalati a formazioni sedimentarie delle Liguridi Esterne di età cretacea ed eocenica (Abbate et al., 1970).

Le rocce più profonde della sequenza ofiolitica sono le *peridotiti a spinello* che hanno subito estesi processi di trasformazione da parte di soluzioni fluide idrotermali con temperature dell'ordine dei 400°C. I minerali che compongono le *peridotiti* sono principalmente olivina (peridoto), clinopirosseno, ortopirosseno e spinello, trasformati in minerali del gruppo del serpentino (principalmente crisotilo ed antigorite), con una

quantità minore e variabile di clorite, brucite, talco e magnesite in funzione del differente grado di termalità metamorfica. La magnesite, in particolare, è stata oggetto di attività estrattiva prima della seconda guerra mondiale in varie località della Toscana, tra cui Casole d'Elsa (SI) e Rosignano Marittimo (LI), mentre i noduli di opale e calcedonio associati alla magnesite sono stati utilizzati, una volta lucidati, come pietre ornamentali. Numerosi minerali secondari si ritrovano all'interno di vene che attraversano le masse serpentinite, tra cui il quarzo, la calcite, la datolite e la dawsonite. Un'ampia descrizione di questi minerali si ritrova in Carobbi e Rodolico (1976). Inoltre, la *peridotite* trasformata in *serpentinite*, generalmente di colore verde scuro passante al nero, è stata utilizzata come pietra ornamentale in molte facciate delle chiese fiorentine e dintorni (e.g., Santa Maria del Fiore, Santa Maria Novella, Santa Croce e San Miniato al Monte a Firenze e Duomo di Prato) e come materia prima per la realizzazione di manufatti di pregio (e.g. alcuni pezzi della Collezione Medicea esposti presso la sezione di Mineralogia del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze, Tav. IIa). Le *serpentiniti* provenivano in larga parte dal Monte Ferrato, vicino a Prato, e sono conosciute nella letteratura architettonica come «verde di Prato» o come «ranocchiaia», per il disegno che ricorda la pelle delle rane, nei casi in cui prevale il crisotilo (Sartori, 2002).

Le rocce immediatamente sovrastanti alle *peridotiti* serpentinite sono i *gabbri*, rocce intrusive mafiche, generalmente presenti in

External Ligurians of Cretaceous and Eocene age (Abbate et al., 1970).

The deepest rocks of the ophiolitic sequence are the *spinel peridotites*, which have undergone extensive processes of transformation by hydrothermal fluid solutions with temperatures on the order of 400°C. The minerals that make up *peridotites* are mainly olivine (peridotite), clinopyroxene, orthopyroxene and spinel, transformed into minerals of the serpentine group (mainly chrysotile and antigorite), with a lesser and variable amount of chlorite, brucite, talc and magnesite according to the different degree of metamorphic thermality. Magnesite was mined before World War II in various places in Tuscany between Casole d'Elsa (SI) and Rosignano Marittimo (LI), while the nodules of opal and chalcedony associated with the magnesite were polished and used as ornamental stones. Many secondary minerals are found in veins traversing the serpentinitized masses, including quartz, calcite, datolite and dawsonite. An ample description of these

minerals is in Carobbi and Rodolico (1976). Moreover, *peridotite* transformed into *serpentinite*, generally from dark green to black, was used as an ornamental stone in many church façades in Florence and the surrounding area (e.g. Santa Maria del Fiore, Santa Maria Novella, Santa Croce and San Miniato al Monte in Firenze and the Cathedral in Prato) as well as raw material for fine handworks (e.g. some pieces of the Medici Collection exposed in the Mineralogy section of the Museum of Natural History of the University of Florence, plate IIa). The *serpentinities* largely came from Monte Ferrato near Prato and are known in the architectural literature as «Prato green» or «ranocchiaia» on account of the pattern resembling frog skin (Italian *ranocchio* = frog) in the cases in which chrysotile prevails (Sartori, 2002).

The rocks immediately overlying the serpentinitized *peridotites* are *gabbros*, mafic intrusive rocks generally present in small intrusive masses, made up prevalently of calcic plagioclase and pyroxene, both monocline and (rarely) or-



Tavola II. a: manufatto realizzato in *serpentine* di colore verde scuro tendente al nero, facente parte della Collezione Medicea in esposizione presso la sezione di Mineralogia del Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze; b: campione di rame nativo dell'Impruneta, conservato nella sezione di Mineralogia del Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze.

Plate II. a: *serpentine* handmade cup with dark-green to black colouring, belonging to the Medicean Collection displayed in the Mineralogy section of the Museum of Natural History of the University of Florence ; b: native copper of Impruneta, specimen displayed in the Mineralogy Section of the Museum of Natural History of the University of Florence.

piccole masse intrusive, costituite prevalentemente da plagioclasio calcico e pirosseno, sia monoclini che raramente ortorombici. Il loro nome deriva da Gabbro, una frazione del comune di Rosignano Marittimo, nella provincia di Livorno, ubicato su uno sperone di queste rocce. I *gabbri* hanno una composizione chimica molto simile a quella dei sovrastanti basalti. Questa somiglianza chimica conferma l'ipotesi che i *gabbri* rappresentino rocce raffreddatesi in camere magmatiche oceaniche dalle quali provenivano i magmi basaltici che formavano gli espandimenti del fondale oceanico in corrispondenza delle dorsali. In alcune località della Toscana, come la Valle d'Ortano all'Isola d'Elba, il clinopirosseno, varietà diallagio, si ritrova in cristalli che raggiungono una elongazione centimetrica. Al contatto tra *serpentiniti* e *gabbri* sono talvolta presenti giacimenti di rame. A Montecatini Val di Cecina, in provincia di Pisa, fu attiva nel 1700 la più importante miniera di rame d'Europa che coltivava un giacimento arricchito in calcopirite in un ammasso alterato al contatto tra *gabbri* e *serpentiniti*. Inoltre, rame nativo è stato rinvenuto in varie località, tra le quali sono da segnalare i grossi blocchi ritrovati all'Impruneta, nei pressi di Firenze, e conservati presso la sezione di Mineralogia del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze (Tav. IIb).

I *basalti* sono gli ultimi prodotti della sequenza magmatica delle ofioliti e si ri-

trovano sia sotto forma di filoni, che di lave con struttura a cuscino («*pillow*»), tipica del raffreddamento di lave fluide in ambiente sottomarino. La composizione mineralogica, quando conservata, è composta da rari fenocristalli di plagioclasio calcico, pirosseno e talvolta olivina, immersi in una massa di fondo microcristallina, formata da abbondante plagioclasio, pirosseno e ossidi di ferro e titanio.

Graniti s.l.

I graniti sono rocce magmatiche intrusive, cristallizzate cioè all'interno della crosta terrestre, presenti in Toscana meridionale e nell'antistante arcipelago (Fig. 11). Queste rocce sono il prodotto dell'intrusione in profondità di magmi formati durante il sollevamento e il corrugamento della catena appenninica settentrionale. Si tratta di estesi corpi *acidi* a composizione variabile da *granitica* a *granodioritica* e *monzogranitica* cristallizzati in un periodo di tempo compreso tra il Miocene superiore ed il Pliocene (Poli, 2004). L'età di cristallizzazione di questi corpi ignei intrusivi varia con una progressione regolare da ovest verso est. Il corpo igneo intrusivo più antico è rappresentato dal *plutone monzogranitico* dell'isola di Montecristo (7.3-7.1 Ma-milioni di anni) mentre quello di maggiori dimensioni si ritrova al Monte Capanne, all'isola d'Elba di composizione *granodioritica* e con una età assoluta, deter-

thorhombic. Their name derives from Gabbro, a village in the municipality of Rosignano Marittimo in the province of Livorno, situated on a spur of these rocks. *Gabbros* have a chemical composition very similar to that of the overlying basalts. This chemical similarity confirms the hypothesis that *gabbros* represent rocks related to cooling of the oceanic magma chambers from which the basaltic magmas that formed the sea-floor spreading near the ridges are from. In some places in Tuscany, such as Valle d'Ortano on Elba Island, clinopyroxene (variety diallagio) is found in crystals that reach several centimetres in length. Copper deposits are sometimes present at the contact between *serpentinites* and *gabbros*. The most important copper mine in Europe in the 18th century was active at Montecatini Val di Cecina in the province of Pisa; it exploited a deposit enriched in chalcopyrite in an altered mass at the contact between *gabbros* and *serpentinites*. Moreover, native copper has been found in various localities, e.g. the metres-long blocks discovered at Impruneta near Florence and conserved in the Mineralogy Section of the Museum of Natural History of the University of Florence (Plate IIb).

Basalts are the last products of the magmatic sequence of ophiolites. They are found both as dykes and as pillow

lavas, typical of the cooling of fluid lavas in a deep-sea environment. The mineralogical composition, when preserved, consists of rare phenocrysts of calcic plagioclase, pyroxene and sometimes olivine, embedded in a microcrystalline groundmass formed by abundant plagioclase, pyroxene, and iron and titanium oxides.

Granites s.l.

Granites are intrusive magmatic rocks, i.e. crystallized inside the Earth's crust, present in southern Tuscany and in the Tuscan archipelago (Fig. 11). These rocks are the product of deep intrusion of magmas formed during the uplifting and folding of the Northern Apennines. They are extensive «felsic» bodies with variable composition from «granitic» to «granodioritic» and «monzogranitic» that crystallized between the Late Miocene and Pliocene (Poli, 2004, and references therein). The age of crystallization of these intrusive igneous bodies varies with a regular progression from west to east. The oldest intrusive igneous body is the *monzogranitic pluton* of Montecristo Island (7.3-7.1 Ma) whereas the largest is the *granodioritic* one at Monte Capanne on Elba Island with a radiometric

Fig. 11 Distribuzione delle rocce vulcaniche ed intrusive nell'Italia centro meridionale. Le età sono dettagliatamente riportate per i prodotti della Toscana e del suo arcipelago indicando una evidente migrazione del magmatismo nel tempo da Ovest verso Est. In rosso: rocce derivate per fusione parziale della crosta continentale e cristallizzate sia in profondità, sottoforma di intrusioni da granodioritiche a monzogranitiche (graniti s.l.) che in superficie sottoforma di colate laviche di natura riolitica; in verde: prodotti della Provincia Magmatica Toscana generati per fusione parziale del mantello superiore con una affinità seriale variabile da calc-alkalina a shoshonitica fino ad alcalina ultrapotassica. L'Isola di Capraia rappresenta l'episodio più antico dell'attività magmatica in Toscana, riferito ad un magmatismo mantellico legato all'apertura precoce del mar Tirreno, ed attribuito petrograficamente alla Provincia Magmatica Corsa. Il Magmatismo alcalino ultrapotassico sottosaturato in silice della Provincia Magmatica Romana è suddivisibile in distretti Laziali (L) e distretti Napoletani (N) sulla base della loro età, Pleistocenici i primi, Olocenici i secondi. Per i riferimenti bibliografici delle età riportate si rimanda a Conticelli *et al.* (2010), dal quale la Figura è stata ripresa e modificata.

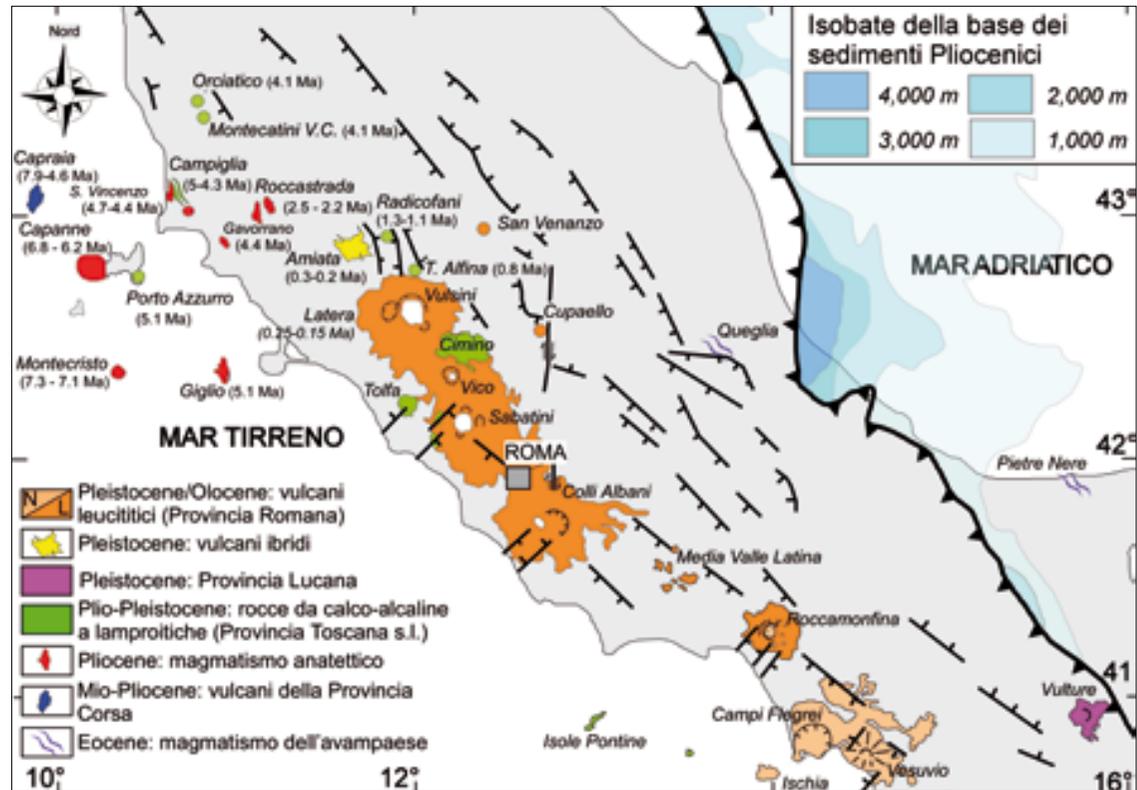


Fig. 11 Distribution of volcanic rocks in central-southern Italy, with the ages of the volcanic and intrusive rocks of Tuscany and its archipelago. Note the marked difference in amount of products emitted in time, and especially the evident migration of the magmatism from west to east. Tuscany presents the greatest compositional variability with products of similar age but generated by partial melting in different sources. In red, rocks derived by partial melting of the continental crust and crystallized both at depth in the form of granodioritic to monzogranitic (granites s.l.) intrusions and superficially in the form of rhyolitic lava flows. In green, products of the Tuscan Magmatic Province generated by partial melting of the upper mantle with a serial affinity varying from calc-alkaline to shoshonitic up to ultrapotassic alkaline. Monte Amiata is a hybrid volcano characterized by products of different nature, prevalently mantle-derived, related to the mixing of melts saturated with silica and melts strongly subsaturated with silica. Capraia Island represents the earliest event of magmatic activity in Tuscany, referred to mantle-derived magmatism related to the early opening of the Tyrrhenian Sea, and attributed petrographically to the Roman Magmatic Province. The ultrapotassic alkaline magmatism subsaturated with silica of the Roman Magmatic Province is divided into Latium districts (L) and Neapolitan districts (N) on the basis of their age, Pleistocene the former, Holocene the latter. For the bibliographical references of the reported ages, see Conticelli *et al.* (2010), modified from which the Fig. was taken.

minata attraverso metodi radiometrici, compresa tra 6.8-6.2 Ma. L'intrusione del Monte Capanne è seguita da quelle di Porto Azzurro, sempre nell'Isola d'Elba (6.1-5.1 Ma), dell'Isola del Giglio (5.0 Ma), e successivamente da quelle di Gavorrano (4.9 Ma) e di San Vincenzo (Botro ai Marmi, 4.7-4.4 Ma). In seguito a ricerche geotermiche e minerarie, in Toscana meridionale sono stati perforati corpi intrusivi granitici (s.l.) a Castel di Pietra (4.3 Ma), 7 km a NE di Gavorrano, e Larderello (ca.3 Ma).

Corpi subvulcanici di età leggermente più antica delle rocce *granitoidi*, ma probabil-

mente ad esse correlati, si ritrovano sottoforma di filoni e laccoliti intrusi nelle rocce sedimentarie mesozoiche delle Unità Liguri dell'Isola d'Elba. Essi sono rappresentati da *porfidi quarziferi*, con un'età compresa tra 8.9 e 7.0 Ma, e da un corteggio filoniano di rocce *aplitiche, microgranitiche e pegmatitiche* strettamente correlate alle due masse intrusive del Monte Capanne e di Porto Azzurro (Poli, 1992; Dini *et al.*, 2002).

Le rocce intrusive sono caratterizzate da una struttura olocristallina, granulare con abbondanti cristalli di ortoclasio (K-feldspato), quarzo, plagioclasio e biotite (Tav. IIIa).

age of 6.8-6.2 Ma. The Monte Capanne intrusion was followed by those of Porto Azzurro on Elba Island (6.1-5.1 Ma), Giglio Island (5.0 Ma), Gavorrano (4.9 Ma) and San Vincenzo (Botro ai Marmi, 4.7-4.4 Ma). *Granitic* (s.l.) intrusive bodies at Castel di Pietra (4.3 Ma), 7 km NE of Gavorrano, and Larderello (ca.3 Ma) were drilled during geothermal and mining exploitation in southern Tuscany.

Subvolcanic bodies slightly older than the *granitoid* rocks but probably related to them are found as dykes and laccoliths intruded in the Mesozoic sedimentary rocks of the Ligurian Units of Elba Island. They are represented by *quartz porphyries*, with an age between 8.9 and 7.0 Ma, and by a dyke swarm of «aplitic», «microgranitic» and «pegmatitic» rocks closely related to the two intrusive masses of Monte Capanne and Porto Azzurro (Poli, 1992; Dini *et al.*, 2002).

Intrusive rocks are characterized by a granular holocrystalline structure with abundant crystals of ortho-

class (K-feldspar), quartz, plagioclase and biotite (Plate IIIa). On Elba Island, the orthoclase crystals reach large sizes (with some specimens over 10 cm long) in the peripheral portion of the Monte Capanne granite mass at Sant'Andrea (Plate IIIb) (Coli *et al.*, 2001; Gagnevin *et al.*, 2005).

The *porphyritic aplites* of Elba Island, also known as «*eurite*», have long been used in the ceramic industry because of their high aluminium content and very low iron content. Some of the most important mineral specimens in the Elban collection of the Museum of Natural History of the University of Florence were found in pegmatite dykes associated with granite intrusions. Prominent among them are the tourmalines, particularly the magnificent polychrome varieties (see Tanelli and Poggi, this volume).

The several ore deposits of the Tuscan Colline Metallifere (provinces of Siena, Grosseto and Livorno) and of

All'Isola d'Elba, nella porzione marginale della massa granitica del Monte Capanne, in località Sant'Andrea, i cristalli di ortoclasio raggiungono dimensioni notevoli con esemplari decimetrici, (Tav. IIIb), (Coli *et al.*, 2001; Gagnevin *et al.*, 2005).

Le *aplitì porfiriche* dell'isola d'Elba, conosciute anche con il nome di «*eurite*» vengono utilizzate da lungo tempo nell'industria ceramica per il loro elevato contenuto in alluminio e i bassissimi contenuti in ferro. Alcuni dei più importanti esemplari di minerali che arricchiscono la collezione elbana del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze, sono stati ritrovati in filoni pegmatitici associati ad intrusioni granitiche. Tra questi, degne di particolare menzione, sono le tormaline, ed in particolare le loro bellissime varietà policrome (vedi Tanelli e Poggi, questo volume).

Le numerose mineralizzazioni di minerali metallici delle Colline Metallifere Toscane (province di Siena, Grosseto e Livorno) e dell'isola d'Elba sono probabilmente legate alle intrusioni magmatiche che hanno generato un aumento del gradiente geotermico regionale assieme alla mobilitazione di molte specie chimiche, favorendo l'instaurarsi di processi metasomatici. Le mineralizzazioni, generalmente a solfuri misti, sono dovute alla deposizione di soluzioni ricche in metalli legate ai fluidi provenienti dalle masse magmatiche in raffreddamento. Infatti, durante il raffreddamento, in seguito alla cristallizzazione dei minerali principali quali ortoclasio, plagioclasio, biotite e quarzo, i liquidi magmatici residuali tendono ad

arricchirsi, nella fase volatile acquosa, in elementi non compatibili con il chimismo delle fasi mineralogiche principali. Questi elementi sono rappresentati principalmente da ferro in eccesso, zolfo, rame, stagno, arsenico, antimonio, ecc. Tali soluzioni residuali tendono a disperdersi nell'ambiente circostante, più freddo, dove si depositano a formare giacimenti di minerali utili. Le più importanti miniere di ferro (ematite e magnetite) si ritrovano all'isola d'Elba, in prossimità delle intrusioni *granitiche*. Quelle a solfuri dominanti, principalmente pirite e calcopirite, si ritrovano a Campiglia Marittima, Gavorrano, Niccioleta, Boccheggiano-Campiano ed in altre località dell'entroterra della Toscana meridionale (Tanelli e Lattanzi, 1986). L'attività estrattiva in Toscana è ormai completamente cessata per problemi economici e ambientali. La miniera di pirite di Campiano, che forniva il materiale per la produzione di acido solforico per gli stabilimenti di Follonica, è stata abbandonata anche se considerata una delle più moderne in Europa.

L'unica attività di sfruttamento delle risorse geologiche e minerarie del territorio toscano rimane quella legata alla presenza della massa magmatica in raffreddamento nella zona di Lardarello-Travale-Radicondoli (Fanelli *et al.*, 2008) che genera un campo geotermico a vapore dominante (uno dei cinque presenti nel mondo) che produce, assieme al più piccolo campo geotermico del Monte Amiata, circa 700 MW annui di energia elettrica, pari al 25% di energia rinnovabile della Toscana.

Elba Island are probably related to the magmatic intrusions, which gave rise to an increase of the regional geothermal gradient together with the mobilization of many chemical species, favouring the establishment of metasomatic processes.

The mineralizations, generally with mixed sulphides, are related to the deposition of metals-rich solutions linked to fluids deriving from the cooling magmatic masses. In fact, following crystallization of the principal minerals during the cooling (such as orthoclase, plagioclase, biotite and quartz), the residual magmatic liquids tend to become, in the aqueous volatile phase, rich in incompatible trace elements. These elements are mainly represented by an excess of iron, sulphur, copper, tin, arsenic, antimony, etc. These residual solutions tend to disperse in the cooler surrounding environment where they form deposits of useful minerals. The most important iron mines (hematite and magnetite) are on Elba Island near

the granite intrusions. Those with dominant sulphides, mainly pyrite and chalcopyrite, are at Campiglia Marittima, Gavorrano, Niccioleta, Boccheggiano-Campiano and in other inland localities of southern Tuscany (Tanelli and Lattanzi, 1986). Mining in Tuscany has now completely ceased for economic and environmental reasons. The Campiano pyrite mine, which provided material for sulphuric acid production in the Follonica plants, was abandoned even though considered one of the most modern in Europe.

The sole exploitation of the geological and mineral resources of Tuscany is related to the presence of the cooling magmatic mass in the area of Lardarello-Travale-Radicondoli (Fanelli *et al.*, 2008), which generates a geothermal steam field. Together with the smaller Monte Amiata geothermal field, it produces ca. 700 MW of electricity per year, equal to 25% of the renewable energy production in Tuscany.

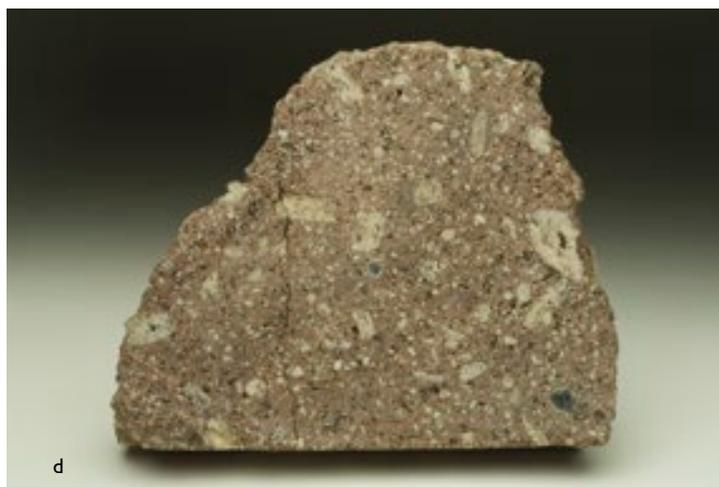
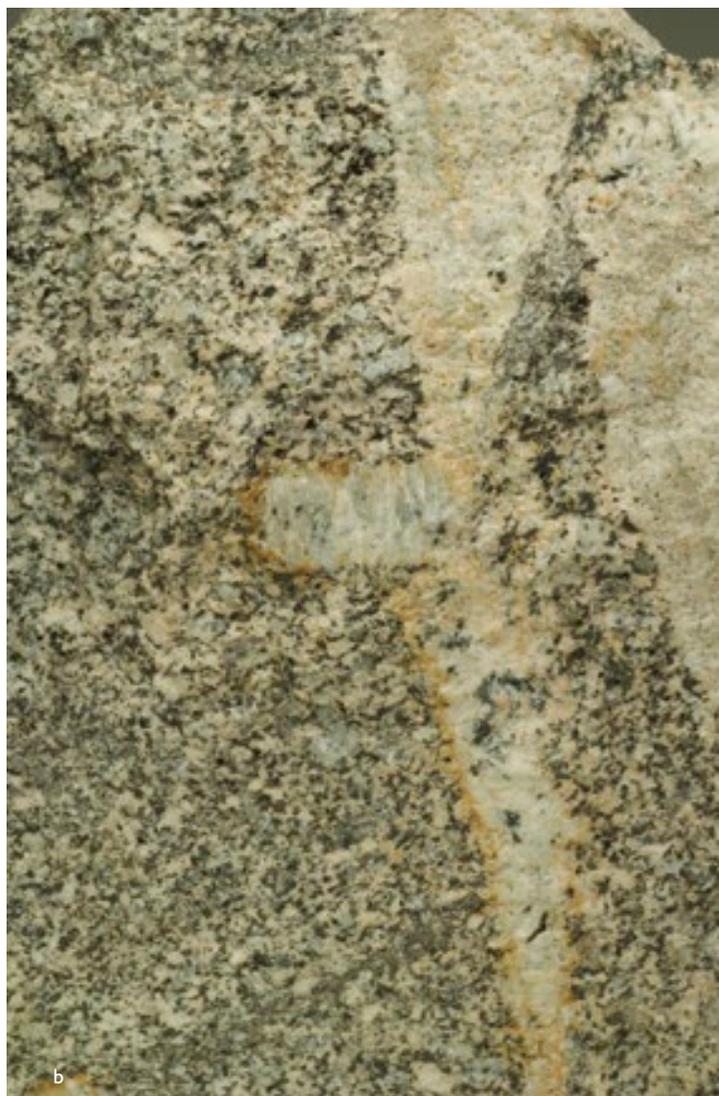


Tavola III. a: campione di *granito* proveniente da Gavorrano (GR, Toscana meridionale), roccia intrusiva caratterizzata da struttura olocristallina, granulare con abbondanti cristalli di ortoclasio (K-feldspato), quarzo, plagioclasio e biotite; b: cristallo di K-feldspato di dimensioni pluricentriche in granito proveniente dall' complesso intrusivo del Monte Capanne (Isola d'Elba, LI); c: campione di lave lamproitiche provenienti dal piccolo apparato vulcanico di Torre Alfina con evidente presenza di xenoliti cristallini; d: campione di lava trachitica proveniente dal Monte Amiata facente parte di una delle colate più recenti (colata delle Macinaie) caratterizzata da una paragenesi composta da abbondanti fenocristalli di plagioclasio e sanidino e subordinatamente di clinopirosseno, immersi in una massa di fondo composta da plagioclasio, clinopirosseno, ossidi di ferro e titanio, e raramente da sanidino.

Plate III. a: *granite* sample from Gavorrano intrusive complex (GR, Southern Tuscany) characterized by granular holocrystalline structure with abundant crystals of orthoclase (K-feldspar), quartz, plagioclase and biotite; b: mega-phenocryst of K-feldspar in a granite sample from the Monte Capanne intrusion (Isola d'Elba, LI); c: lamproitic lava sample from Torre Alfina volcano containing evident crust-derived xenoliths; d: trachitic lava sample from the Monte Amiata volcanic complex (Colata delle Macinaie lava-flow) characterized by a paragenesis of abundant phenocrysts of plagioclase and subordinately clinopyroxene, embedded in a groundmass of plagioclase, clinopyroxene, iron and titanium oxides, and rarely sanidine.

Le rocce vulcaniche

Accanto ai comuni prodotti lavici, diffusi in varie zone dell'Italia, in Toscana si ritrovano rocce che rappresentano una peculiarità unica e che sono rappresentate dalle *lamproiti* di Montecatini val di Cecina, Orciatico, in provincia di Pisa e dalle rocce di Capraia, Radicofani e del Monte Amiata. Le *lamproiti* sono rocce vulcaniche o subvulcaniche, ultrapotassiche, di origine mantellica, caratterizzate da bassi contenuti di CaO, Al₂O₃, Na₂O, alto K₂O/Al₂O₃ e relativamente alto MgO. Di seguito saranno descritte le rocce vulcaniche toscane evidenziandone le peculiarità composizionali.

I due maggiori vulcani della Toscana sono quello composito di Capraia e quello lineare del Monte Amiata, il primo di età Miocenica e il secondo di età Pleistocenica. Essi rappresentano rispettivamente l'evento più antico e più recente di tutta l'attività vulcanica della Toscana. Tra questi due eventi maggiori si verifica una serie di eventi eruttivi, di piccola entità volumetrica, sparsi tra l'Arcipelago toscano e l'entroterra della Toscana centrale e meridionale (Fig. 11) con un'età sempre più recente da ovest verso est (Conticelli *et al.*, 2010, e riferimenti bibliografici ivi inclusi).

Al di là di questa variazione spaziale e temporale, l'attività vulcanica toscana è caratterizzata dall'emissione di magmi originatisi da sorgenti diverse. In dettaglio, i prodotti *felsici* (*rioliti*) hanno origine da un magma

che si genera in seguito a fusione di crosta continentale (anatesi), mentre i prodotti *mafici* (*andesiti basaltiche*, *shoshoniti*) derivano da magma di origine profonda formatosi per fusione parziale delle rocce costituenti il mantello terrestre (Conticelli *et al.*, 2007).

Le rocce vulcaniche di derivazione crostale anatettica sono rappresentate dalle *rioliti* di San Vincenzo (4.7-4.4 a) e di Roccastrada e Roccatederighi (2.5-2.2 Ma), definite con il nome ormai in disuso di «*lipariti*» da Rodolico (1938c), il quale, peraltro, riconosceva le forti somiglianze chimiche con le rocce *granitiche* s.l., della Toscana. Questa osservazione è stata successivamente confermata da vari autori che hanno riconosciuto la natura anatettica crostale sia dei magmi che avevano originato le masse intrusive *granitiche* s.l. che i corpi vulcanici *riolitici* (e.g., Peccerillo *et al.*, 1987; Poli, 1992, 2004). Forti somiglianze si osservano tra questi due gruppi di rocce acide anche da un punto di vista mineralogico, con dominanza di K-feldspato e quarzo su plagioclasio e biotite. Di particolare interesse è la presenza di cordierite magmatica, spesso trasformata in pinite in seguito a processi di alterazione, a testimonianza di un eccesso di alluminio nei magmi *riolitici* (Rodolico, 1938b). La cordierite si ritrova, talvolta, in bei cristalli come a Roccatederighi (GR).

L'attività vulcanica legata a magmi originati in profondità, all'interno del mantello terrestre è presente all'isola di Capraia, con

Volcanic rocks

Alongside common lava products widely found in various Italian zones, Tuscany also contains unique peculiarities, namely the *minette* and *lamproites* of Montecatini Val di Cecina and Orciatico, respectively, in the province of Pisa, and the *shoshonitic to andesitic* rocks of Capraia, Radicofani and Monte Amiata. *Lamproites* are ultrapotassic mantle-derived volcanic or subvolcanic rocks with low CaO, Al₂O₃ and Na₂O contents, a high K₂O/Al₂O₃ ratio, and relatively high MgO content. The following is a description of the Tuscan volcanic rocks, with their compositional peculiarities.

The two major volcanoes of Tuscany are the composite one of Capraia (Miocene age) and the linear one of Monte Amiata (Pleistocene age). Respectively they represent the earliest and latest volcanic activity in Tuscany. Between these two major events, there occurred a series of small-volume eruptive events scattered between the Tuscan Archipelago and central and southern Tuscany (Fig. 11), with an ever more recent age from west to east.

In addition to this spatial and temporal variation, Tuscan volcanic activity was characterized by the emission of magmas deriving from different sources. The *felsic* products

(*rhyolites*) originated from a magma generated by melting of continental crust (anatexis), while the *mafic* products (*basaltic andesites*, *shoshonites*) derived from deep magma formed by partial melting of mantle rocks (Conticelli *et al.*, 2007).

The anatectic crust-derived volcanic rocks are represented by the *rhyolites* of San Vincenzo (4.7-4.4 Ma) and of Roccastrada and Roccatederighi (2.5-2.2 Ma). They were given the now abandoned name of «*liparites*» by Rodolico (1938c), who recognized the strong chemical similarities with the *granites* s.l. of Tuscany. This observation was subsequently confirmed by various authors who identified the anatectic crustal nature of the magmas that generated both the *granitic* s.l. intrusive masses and the *rhyolitic* volcanic bodies (e.g. Peccerillo *et al.*, 1987; Poli, 1992, 2004). There are also strong mineralogical similarities between these two groups of acidic rocks, with dominance of K-feldspar and quartz over plagioclase and biotite. Of particular interest is the presence of magmatic cordierite, often transformed into pinite due to alteration processes, a sign of an excess of aluminium in the *rhyolitic* magmas (Rodolico, 1938b). Cordierite is sometimes found as beautiful crystals, e.g. at Roccatederighi.

due vulcani sovrapposti, sebbene distinti per alimentazione magmatica, il complesso di Capraia (7-7,2 Ma) ed il piccolo vulcanico monogenetico dello Zenobito (4.8 Ma) (Gasparon *et al.*, 2009). Il primo è caratterizzato essenzialmente da rocce con composizione da intermedia ad acida, di natura calc-alkalina, con termini variabili da *andesiti basaltiche*, *andesiti*, *daciti*, fino a *rioliti*. Il plagioclasio è sicuramente il minerale più abbondante delle rocce di Capraia, seguito in ordine di importanza da clinopirosseno, ortopirosseno, biotite, olivina, sanidino e anfibolo, diversamente distribuiti a seconda della composizione chimica della roccia (Rodolico, 1938a; Franzini, 1961). Il secondo, si trova nella porzione meridionale dell'isola, presso la punta dello Zenobito, ed è caratterizzata da rocce di composizione *trachandesitica* di età Pliocenica. Queste lave presentano una struttura debolmente porfirica con abbondante olivina euedrale come unico fenocristallo, immerso in una massa di fondo di plagioclasio e clinopirosseno (Franzini, 1961; Avanzinelli *et al.*, 2009).

Inoltre, nell'Arcipelago toscano e lungo la fascia costiera della Toscana si ritrovano rocce filoniane mafiche, di età variabile da 6 a 5 Ma circa (Conticelli *et al.*, 2010), e più precisamente a Monte Castello nell'Elba e nella Valle del Temperino (Campiglia Marittima) (Fig. 11). In entrambi i casi, le rocce di natura *andesitico basaltica* presen-

tano un elevato livello di alterazione, ma accanto a cristalli relitti di clinopirosseno ed olivina, totalmente trasformati in i minerali secondari, sono riconoscibili cristalli di K-feldspato (sanidino) di dimensioni centimetriche (Conticelli *et al.*, 2001).

Più a nord nella Val d'Era, nelle vicinanze di Volterra, ad Orciatico e a Montecatini Val di Cecina, si ritrovano due piccoli corpi subvulcanici laccolitici, aventi una età di circa 4.1 Ma, che rappresentano una unicità tra i prodotti del magmatismo italiano (Conticelli *et al.*, 1992). Le rocce che costituiscono questi due corpi subvulcanici sono state definite dallo Stefanini (1934) «*selagiti*» e cioè «*rocce che brillano*» in virtù della notevole quantità di mica bruna che le compongono. Rodolico (1934a) segnalò correttamente la loro natura *lamprofirica* rimarcando le notevoli somiglianze con le rocce affioranti nel Wyoming, nel continente nordamericano, piuttosto che con le rocce alcalino potassiche a leucite della Provincia Magmatica Romana descritte da Washington (1906). Affinché tale intuizione venga confermata, si dovrà aspettare il lavoro di Wagner e Velde (1986) che riconobbero il carattere lamproitico dei magmi della Val d'Era, associandolo a quello di altre lamproiti mediterranee (e.g., Corsica, Murcia) (e.g., Conticelli *et al.*, 2009). La mineralogia di queste rocce è dominata dalla mica bruna ricca in magnesio (flogopite) associata

Volcanic activity linked to magmas originating deep in the mantle was present on the island of Capraia with two superimposed volcanoes, albeit with separate magma feeds, the Capraia complex (7-7.2 Ma) and the small monogenetic Zenobito volcano (4.8 Ma) (Gasparon *et al.*, 2009). The former is characterized essentially by rocks with intermediate to felsic composition, of calc-alkaline nature, with terms varying from basaltic andesites, andesites, dacites, up to rhyolites. Plagioclase is certainly the most abundant mineral in the Capraia rocks, followed in order of importance by clinopyroxene, orthopyroxene, biotite, olivine, sanidine and amphibole, differently distributed according to the chemical composition of the rock (Rodolico, 1938a; Franzini, 1961). The latter volcano is found in the southern part of the island, at Zenobito Point, and is characterized by rocks of *trachyandesite* composition. These lavas present a weakly porphyric structure with abundant euhedral olivine as the only phenocryst, embedded in a plagioclase and clinopyroxene groundmass (Franzini, 1961; Avanzinelli *et al.*, 2009).

Mafic dykes of variable age (6-5 Ma) are found in the Tuscan Archipelago and along the coast of Tuscany (Conticelli *et al.*, 2010, and references therein), more precisely

at Monte Castello on Elba and in the Valle del Temperino (Campiglia Marittima), (Fig. 11). In both cases, the *basaltic andesitic* rocks present a high level of alteration, but K-feldspar (sanidine) crystals several centimetres long can be found along with relict crystals of clinopyroxene and olivine, totally transformed into secondary minerals (Conticelli *et al.*, 2001).

More to the north, at Orciatico and Montecatini Val di Cecina in the Val d'Era near Volterra, we find two small laccolithic subvolcanic bodies (ca. 4.1 Ma), which represent a unique product of Italian magmatism (Conticelli *et al.*, 1992). The rocks forming these two subvolcanic bodies were called «*selagites*» by Stefanini (1934). i.e. «*shining rocks*» on account of the large quantity of brown mica in them. Rodolico (1934a) correctly reported their *lamprophyric* nature, noting the strong similarities with the rocks cropping out in Wyoming in North America rather than with the leucite-containing potassic alkaline rocks of the Roman Magmatic Province described by Washington (1906). Confirmation of this intuition only came in 1986 with the paper by Wagner and Velde who recognized the lamproitic nature of the Val d'Era magmas, associating them with the other Mediterranean lamproites (e.g. Corsica, Murcia) (Conticelli *et al.*, 2009). The mineralogy of these

a sanidino, clinopirosseno diopsidico, estremamente impoverito in alluminio, olivina, anfibolo ricco in K (K-richterite), Mg-ilmenite e Ti-magnetite con quantità accessorie di torite e perrierite (Cellai *et al.*, 1993).

Un ulteriore affioramento di rocce lamproitiche è quello presente a Torre Alfina, (VT) (Fig. 11), dove un piccolo apparato vulcanico ha emesso un numero limitatissimo di colate di lava, nel Pleistocene superiore (0.88 Ma, Nicoletti *et al.*, 1981). I prodotti vulcanici presentano una mineralogia dominata da fenocristalli di olivina immersi in una pasta di fondo composta da clinopirosseno diopsidico povero in alluminio, sanidino, flogopite e Mg-ilmenite, che, in alcuni termini differenziati, presenta plagioclasio e xenocristalli di quarzo e cordierite a testimonianza di un processo di contaminazione con rocce metamorfiche di origine crostale (Conticelli, 1998). Torre Alfina rappresenta uno dei pochi affioramenti italiani in cui si ritrovano noduli mantellici peridotitici (Conticelli e Peccerillo, 1990) insieme a una serie di xenoliti crostali, sia metamorfici che sedimentari (Orlando *et al.*, 1994), strappati dal substrato durante la risalita del magma (Tav. IIIc). Noduli mantellici e xenoliti crostali sono facilmente osservabili nel materiale lavico con cui è stato costruito il castello di Torre Alfina.

Di poco più antico (ca. 1.3 Ma) e poco più a nord di Torre Alfina si trova il vulcano mo-

nogenico di Radicofani, del quale oggi è rimasto solo la porzione del camino vulcanico e alcune colate laviche, oramai smembrate a causa dell'acclività e della natura argillitica del substrato (Innocenti, 1967). Le rocce hanno una composizione prevalentemente *andesitico basaltica* con termini ricchi in potassio (*shoshonitici*) passando verso la porzione sommitale (Conticelli *et al.*, 2011). Rodolico (1935b) l'aveva definita *andesite olivinica* a causa dell'abbondanza dei fenocristalli di olivina che talvolta, nei termini meno ricchi in potassio, sono affiancati da fenocristalli di plagioclasio, immersi in una massa di fondo composta da clinopirosseno, plagioclasio, Ti-magnetite e raro ortopirosseno.

A pochi chilometri ad ovest di Radicofani si ritrovano le rocce del Monte Amiata (Fig. 11), vulcano lineare di modeste dimensioni che ha sviluppato la sua attività nel Pleistocene superiore, tra 0.3 e 0.2 Ma (Barberi *et al.*, 1994). I prodotti emessi variano in composizione da *trachidaciti* a due pirosseni a *latiti ad olivina*, passando per *latiti* e *trachiti* (Ferrari *et al.*, 1996). Anche nel caso delle rocce del Monte Amiata, il primo a riconoscerne la loro natura trachitica fu Rodolico (1935a). Le lave del Monte Amiata sono caratterizzate da una elevata viscosità che non ha permesso lo sviluppo di colate laviche estese, favorendo così il loro accumulo attorno al punto di emissione, formando duomi esogeni allineati lungo una direttrice antiappenninica ad an-

rocks is dominated by magnesium-rich brown mica (phlogopite) associated with sanidine, diopside clinopyroxene (extremely poor in aluminium), olivine, K-rich amphibole (K-richterite), Mg-ilmenite and Ti-magnetite with accessory amounts of thorite and perrierite (Cellai *et al.*, 1993).

There is another outcrop of lamproitic rocks at Torre Alfina (VT) (Fig. 11), where a small volcanic apparatus emitted a very small number of lava flows in the Late Pleistocene (0.88 Ma, Nicoletti *et al.*, 1981). The volcanic products present a mineralogy dominated by olivine phenocrysts embedded in a groundmass of aluminium-poor diopside clinopyroxene, sanidine, phlogopite and Mg-ilmenite, which, in some differentiated terms, presents plagioclase and xenocrysts of quartz and cordierite, indicating a process of contamination with crust-derived metamorphic rocks (Conticelli, 1998). Torre Alfina is one of the few Italian outcrops containing mantle-derived peridotite nodules (Conticelli and Peccerillo, 1990) together with a series of metamorphic and sedimentary crust-derived xenoliths (Orlando *et al.*, 1994) torn from the substratum during the magma eruption (Plate IIIc). Mantle-derived nodules and crust-derived xenoliths are easily observable in the lava material used to build the castle of Torre Alfina.

Somewhat older (ca. 1.3 Ma) and a little to the north of Torre Alfina is the monogenetic Radicofani volcano. All that remains of it today are the portion of the volcanic neck and some lava flows, now dismembered because of the steepness and argillitic nature of the substratum (Innocenti, 1967). The rocks have a prevalently *basaltic andesitic* composition with terms rich in potassium (*shoshonitic*) toward the top portion (Conticelli *et al.*, 2011). Rodolico (1935b) called it olivine andesite because of the abundance of olivine phenocrysts; in the terms less rich in potassium, these phenocrysts are sometimes flanked by plagioclase phenocrysts embedded in a groundmass of clinopyroxene, plagioclase, Ti-magnetite and rare orthopyroxene.

A few kilometres west of Radicofani outcrops the volcanic rocks of Monte Amiata (Fig. 11), a small linear volcano active in the Late Pleistocene between 0.3 and 0.2 Ma (Barberi *et al.*, 1994). The extruded products vary in composition from two pyroxenes *trachydacites* to *olivine latites*, passing through *latites* and *trachytes* (Ferrari *et al.*, 1996). Once again, Rodolico (1935a) was the first to recognize the trachytic nature of the Monte Amiata rocks. The high viscosity of the Monte Amiata lavas did not permit the development of extensive lava flows, favouring their

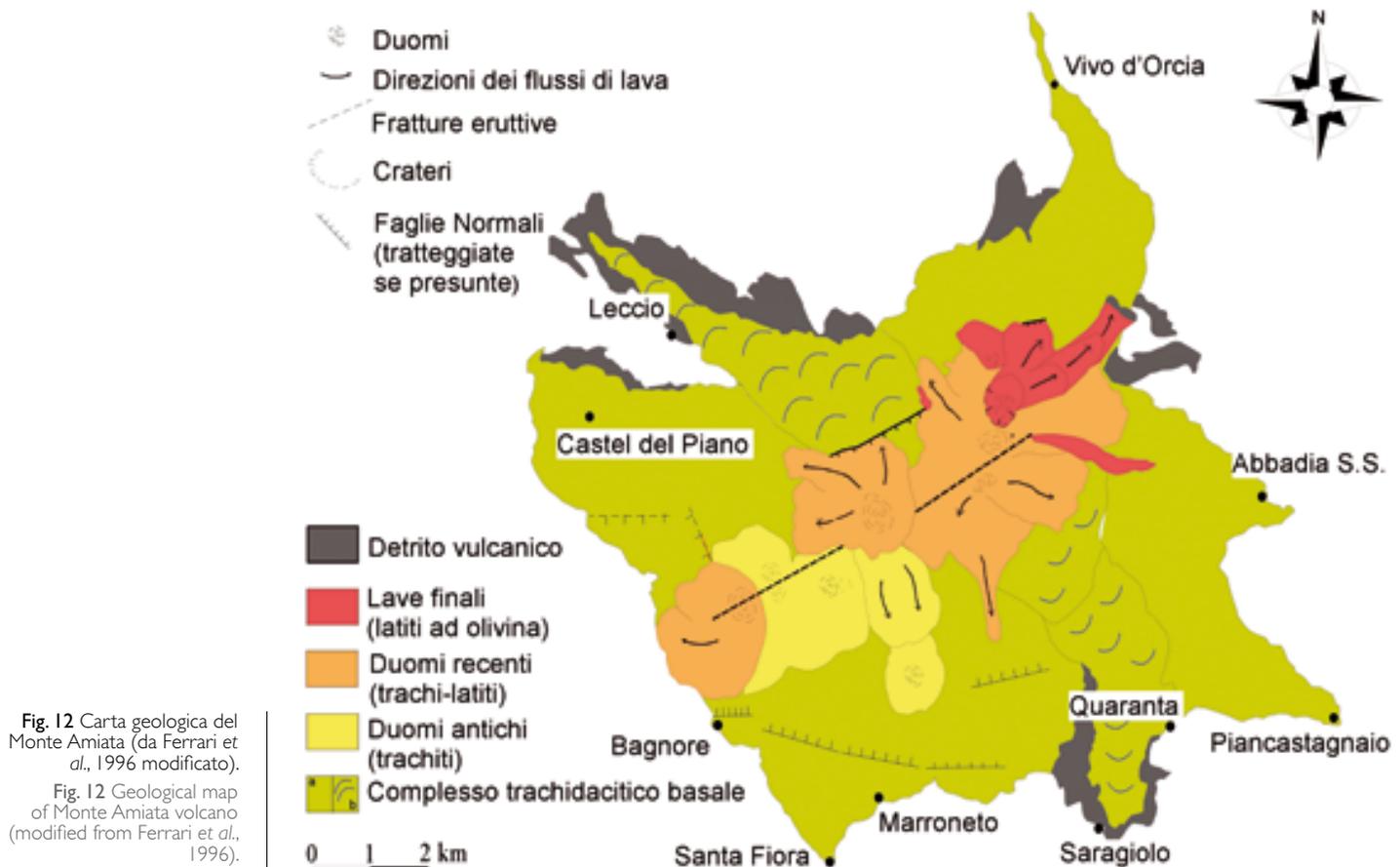


Fig. 12 Carta geologica del Monte Amiata (da Ferrari et al., 1996 modificato).

Fig. 12 Geological map of Monte Amiata volcano (modified from Ferrari et al., 1996).

damento NE-SO (Fig. 12). I duomi si formano in due distinti periodi: durante il primo periodo si genera il complesso trachidacitico basale, in seguito al collasso di un megaduomo esogeno, durante il secondo periodo si forma invece un allineamento di duomi nella parte sommitale del Monte Amiata, messi in posto con una progressione temporale da sud-ovest verso nord-est. L'attività finale è rappresentata da due colate laviche, una fuoriuscita dalla sommità (*lave dell'Ermeta*) e l'altra da una frattura nel fianco nord-est del complesso dei duomi, (*colata delle Macinaie*). Le età radiometriche di queste due colate laviche non si discostano, all'interno

dell'errore analitico, dalle età trovate per le rocce del complesso dei duomi.

Le rocce del complesso trachidacitico basale e dei primi duomi del complesso superiore, che sono le più ricche in silice (SiO_2), presentano cristalli di plagioclasio, sanidino, quest'ultimo talvolta di dimensioni centimetriche, clinopirosseno, ortopirosseno, anfibolo, biotite, Ti-magnetite e sporadicamente da quarzo interstiziale. Nelle lave dei duomi più recenti, che occupano l'estremità nord-orientale dell'allineamento, si osserva la comparsa dell'olivina in equilibrio con il magma. Le *lave dell'Ermeta* mostrano una paragenesi costituita da fenocristalli di olivina, clinopi-

accumulation around the point of extrusion and forming exogenous domes aligned along an anti-Appennine NE-SW direction (Fig. 12). The domes formed in two distinct periods: in the first one, the basal trachydacite complex was generated by the collapse of an exogenous megadome; in the second period, an alignment of domes formed in the top part of Monte Amiata, emplaced in a temporal progression from SW to NE. The final activity is represented by two lava flows, one extruded from the summit (Ermeta flow) and the other from a fracture in the north-eastern side of the dome complex (Macinaie flow). The radiometric age of these two lava flows does not differ (within analytical error) from the ages found for the rocks of the dome complex (Barberi et al., 1994).

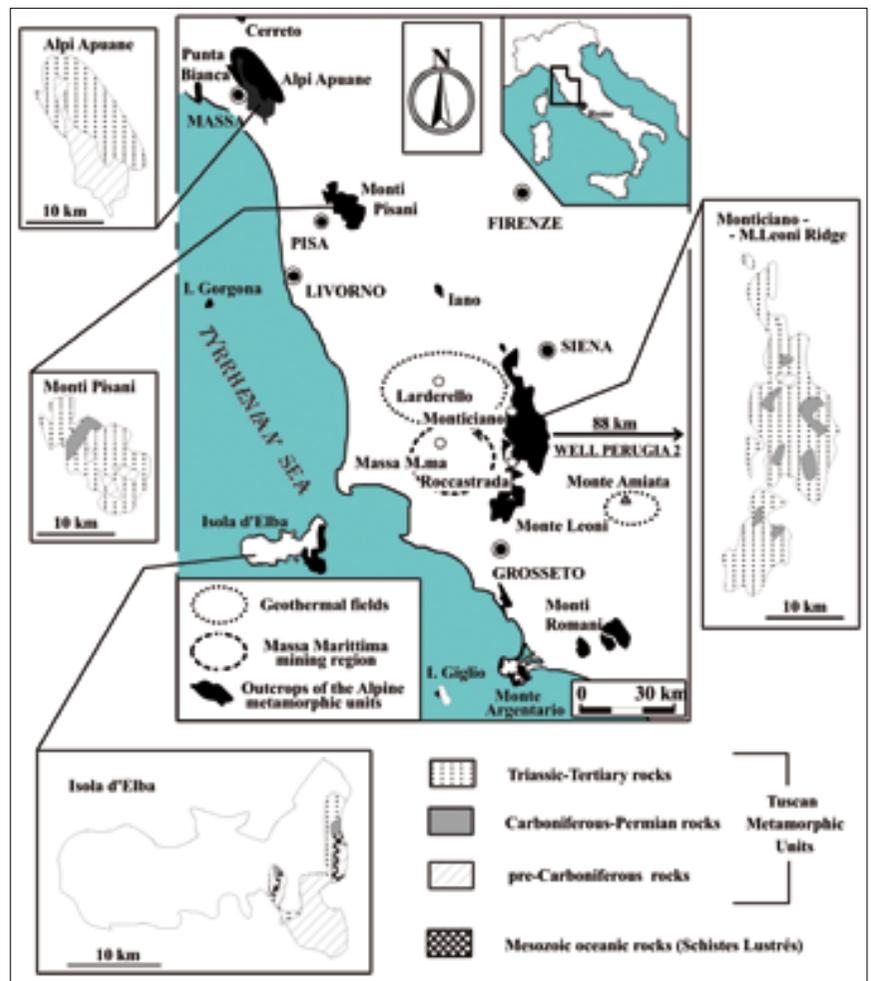
The rocks of the basal trachydacite complex and of the first domes of the upper complex, which are richer in silica (SiO_2), present crystals of plagioclase, sanidine (sometimes centimetres long), clinopyroxene, orthopyroxene, amphibole, biotite, Ti-magnetite and sporadically interstitial quartz. The lavas of the most recent domes, occupying the north-eastern end of the alignment, show the appearance of olivine in equilibrium with the magma. The Ermeta lava flows exhibit a paragenesis consisting of phenocrysts of olivine, clinopyroxene and phlogopite, with subordinate amounts of plagioclase, embedded in a groundmass composed of the same mineralogical phases, while the Macinaie lava flow presents a paragenesis consisting of abundant phenocrysts of plagioclase and subordinately clinopyrox-

rosseno e flogopite, con quantità subordinate di plagioclasio, immersi in una pasta di fondo costituita dalle stesse fasi mineralogiche, mentre la *colata delle Macinaie* presenta una paragenesi composta da abbondanti fenocristalli di plagioclasio e sanidino e subordinatamente di clinopirosseno, immersi in una massa di fondo composta da plagioclasio, clinopirosseno, ossidi di ferro e titanio, e raramente da sanidino (Tav. IIIId) (Ferrari *et al.*, 1996). Nelle zone marginali del Monte Amiata, dove le vulcaniti poggiano sul substrato sedimentario, si ritrovano importanti mineralizzazioni cinabrifere considerate come giacimenti di natura idrotermale legati all'attività magmatica Plio-Pleistocenica della Toscana meridionale (Carobbi e Rodolico, 1976).

Le rocce metamorfiche

Le rocce metamorfiche sono il prodotto della trasformazione allo stato solido, mantenendo per lo più la composizione chimica, di rocce preesistenti, trasformazione che si realizza in una riorganizzazione strutturale e microstrutturale associata ad un cristallizzazione di nuove paragenesi in equilibrio con le nuove condizioni di pressione e temperatura. In Toscana le rocce metamorfiche sono poco comuni e poco diffuse arealmente (Fig. 13; Franceschelli *et al.*, 2004 e riferimenti ivi riportati).

Le rocce metamorfiche si ritrovano, per la maggior parte, in corrispondenza di particolari strutture tettoniche dette «finestre» che ci permettono di avere in superficie le rocce delle unità geologiche più profonde dell'edificio orogenico (ovvero le Unità Toscane Metamorfiche), come avviene lungo la co-



siddetta dorsale metamorfica medio-toscana (Alpi Apuane, Monti Pisani, Iano, Montagnola Senese, Monti Leoni) e in altri «nuclei» dispersi in Toscana meridionale (es., Boccheggiano, Monti dell'Uccellina, Promontorio del Monte Argentario) e nell'Arcipelago Toscano (Isola d'Elba, Isola del Giglio). Altri affioramenti ancor più limitati sono quelli dei *Calcesisti* con ofioliti o *Schistes Lustrés*, derivanti, come le Unità Liguri, dalla litosfera dell'oceano Ligure-Piemontese. Gli *Schistes Lustrés* sono presenti sul Promontorio del Monte Argentario, all'Isola del Gi-

Fig. 13 Distribuzione delle rocce metamorfiche in Toscana (da Franceschelli *et al.*, 2004 modificato).
Fig. 13 Distribution of metamorphic rocks in Tuscany (modified from Franceschelli *et al.*, 2004).

ene, embedded in a groundmass of plagioclase, clinopyroxene, iron and titanium oxides, and rarely sanidine (Plate IIIId) (Ferrari *et al.*, 1996). In the marginal zones of Monte Amiata where the volcanic rocks rest on the sedimentary substratum, there are important cinnabar mineralizations considered to be hydrothermal deposits related to the Plio-Pleistocene magmatic activity of southern Tuscany (Carobbi and Rodolico, 1976).

Metamorphic Rocks

Metamorphic rocks are formed by transformation of pre-existing rocks in the solid state (maintaining the chemical composition). This transformation causes a structural

and microstructural reorganization associated with crystallization of new parageneses in equilibrium with the new pressure and temperature conditions. In Tuscany, metamorphic rocks are relatively uncommon and not widely distributed (Fig. 13; Franceschelli *et al.*, 2004, and references therein).

The metamorphic rocks are largely found in correspondence to particular tectonic structures called «windows» where deep-seated rocks outcrop. This occurs along the so-called mid-Tuscan metamorphic ridge (Apuan Alps, Monti Pisani, Iano, Montagnola Senese, Monti Leoni) and in other «cores» scattered in southern Tuscany (e.g. Boccheggiano, Monti dell'Uccellina, Monte Argentario promontory) and in the Tuscan Archipelago (Elba Island, Giglio Island).

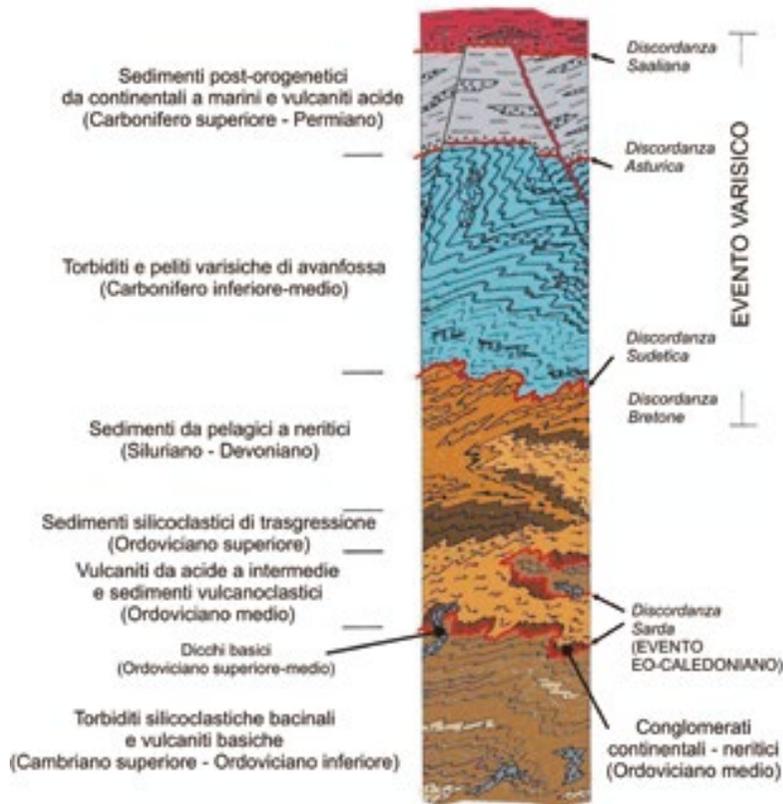


Fig. 14 Colonna stratigrafica della successione paleozoica toscana (da Elter e Pandeli, 1996 modificato).

Fig. 14 Stratigraphic column of the Palaeozoic Tuscan succession (modified from Elter and Pandeli, 1996).

glio, all'Isola d'Elba, e all'Isola di Gorgona, quest'ultima interamente costituita da queste rocce, e sono correlabili con quelli affioranti estesamente nella parte nord-orientale della Corsica (*Schistes Lustrés* della Corsica «Alpina»). Infine, altre rocce metamorfiche (*cornubianiti*) sono presenti attorno ai corpi magmatici plutonici «granitici» nell'Arcipelago Toscano e in Toscana meridionale (Fig. 13).

Other even smaller outcrops are those of the ophiolitic *calc-schists* or *Schistes Lustrés* deriving, like the Ligurian Units, from the lithosphere of the Ligurian-Piedmontese Ocean interposed between the Adria plate and the European plate during the Mesozoic. The *Schistes Lustrés* are present on the Monte Argentario promontory, Giglio Island, Elba Island and Gorgona Island, the last consisting entirely of these rocks. They can be correlated with the rocks widely cropping out in the north-eastern part of Corsica (*Schistes Lustrés* of «Alpine» Corsica). Finally, other metamorphic rocks (*cornubianites*) are present around the «granitic» plutonic magmatic bodies in the Tuscan Archipelago and in southern Tuscany (Fig. 13).

The Tuscan Metamorphic Units and *cornubianites* are also present in southern Tuscany, as demonstrated by mineralogical studies in the Massa Marittima area and in the geothermal fields of Larderello-Travale and Monte Amiata (Elter and Pandeli, 1991; Pandeli *et al.*, 1994; Bertini *et al.*, 2006).

Le Unità Toscane Metamorfiche e le *cornubianiti* sono presenti anche nel sottosuolo della Toscana meridionale, come testimoniato da studi mineralogici nella zona di Massa Marittima e nelle aree geotermiche dei campi di Larderello-Travale e del Monte Amiata (Elter e Pandeli, 1991; Pandeli *et al.*, 1994; Bertini *et al.*, 2006).

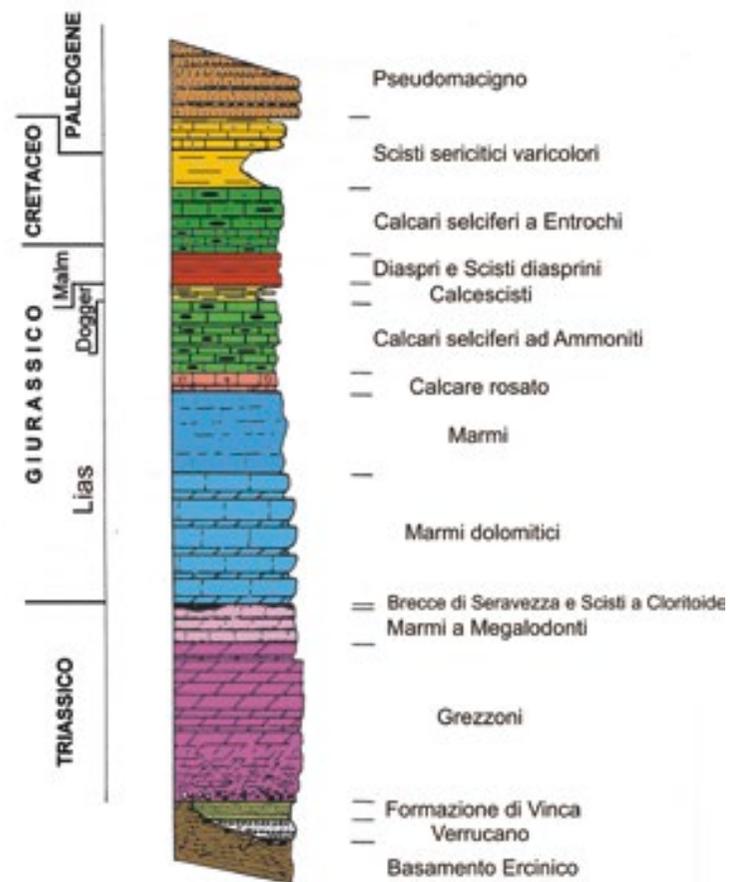
Unità Toscane Metamorfiche

Il metamorfismo polifasico tradizionalmente di tipo regionale in facies di Scisti Verdi (basso grado metamorfico) che impronta queste rocce scistose, è legato al sottoscorrimento del settore toscano del margine continentale adriatico durante l'Oligocene-Miocene medio, in concomitanza con la creazione dell'edificio orogenico appenninico. I dati termici e barometrici ottenuti dai minerali metamorfici (sericite-muscovite, clorite, albite, epidoto, tremolite-actinolite) testimoniano il loro seppellimento a profondità generalmente di 10-12 km, ma talora anche fino a oltre 20 km (per la locale presenza di cianite e di carpholite) e con temperature di picco fino a circa 480°C (Franceschelli *et al.*, 2004). Le successioni delle Unità Toscane Metamorfiche rappresentano un frammento di crosta continentale costituito da un «basamento» cristallino antico (paleozoico-prepaleozoico) e dalle soprastanti formazioni di copertura di età permo-carbonifera e triassico-oligocenica (Pandeli *et al.*, 1994; Pandeli, 2002) (Fig. 14), queste ultime in larga parte corrispondenti a quelle già descritte della Falda Toscana. Il «basamento»

Tuscan Metamorphic Units

The traditionally regional type of multiphase metamorphism in greenschist facies (low metamorphic degree) that marks these schistose rocks is related to the subduction of the Tuscan sector of the Adriatic continental margin during the Middle Oligocene-Miocene, in concomitance with the creation of the Apennine chain. The thermal and barometric data obtained from the metamorphic minerals that make up these rocks (sericite-muscovite, chlorite, albite, epidote, tremolite-actinolite) indicate their burial at generally 10-12 km depths, but sometimes also more than 20 km deep (for the local presence of kyanite and carpholite) and with peak temperatures up to ca. 480°C (Franceschelli *et al.*, 2004). The successions of the Tuscan Metamorphic Units represent a fragment of continental crust consisting of an ancient crystalline «basement» (Palaeozoic-pre-Palaeozoic) and the overlying cover formations of Permo-

toscano (Fig. 14), in larga parte correlabile con le unità cambriano superiori-devoniane della Sardegna centrale (Conti *et al.*, 1991; Pandeli *et al.*, 1994), include formazioni filladico-quarzitiche-metarenacee (es. *Quarziti e filladi inferiori*, *Quarziti e filladi listate di Buti*) (Tav. IVa), filladico-carbonatiche-diasprine (es. *Filladi grafitose con calcari ad Orthoceras*, *Calcari nodulari di Retignano*) e metavulcaniti acide-intermedie (*Porfiroidi*). All'Isola d'Elba e al Passo del Cerreto (a nord-est delle Alpi Apuane) affiorano anche micascisti a granato con livelli di orto-anfiboliti ad orneblenda. Queste rocce conservano spesso relitti mineralogici e tessiturali (scistosità) precedenti agli eventi di ricristallizzazione di età alpina, che sono stati attribuiti al metamorfismo regionale di medio e basso grado occorso durante l'orogenesi varisca ed in particolare all'evento tettono-metamorfico sudetico del Carbonifero inferiore (Conti *et al.*, 1991; Pandeli *et al.*, 1994). Ad eccezione del nucleo apuano, nelle altre successioni sono spesso conservate anche le unità filladico-metarenacee continentali e marine grafitose riccamente fossilifere del Carbonifero-Permiano inferiore (es. *Scisti di S. Lorenzo*, *Scisti di Rio Marina*, *Arenarie e Scisti di Iano*) e talora anche quelle continentali in clima sub-arido del Permiano medio-Superiore (es. *Brecce e conglomerati di Asciano e di Torri*, *Arenarie Rosse di Castelnuovo*). Su queste ultime unità o direttamente sul «basamento» paleozoico poggiano stratigraficamente le formazioni del ciclo sedimentario alpino triassico-oligocenico (Fig. 15) con, alla base, i depositi silicoclastici continen-



tali e costieri del *Verrucano* triassico, che prendono il nome dal toponimo del castello della Verruca (nei pressi di Oliveto Terme sui Monti Pisani) e che sono caratterizzati dalle tipiche *anageniti*, ovvero metaconglomerati quarzosi con clasti di quarzo bianco e rosa, e da locali orizzonti di *prasiniti* derivanti da metavulcaniti basiche. Successivamente si passa alle formazioni metacarbonatiche di mare sottile, triassico superiori-giurassiche

Fig. 15 Colonna stratigrafica della successione mesozoico-terziaria del Nucleo Apuano (da Coli e Pandeli, 1992 modificato).

Fig. 15 Stratigraphic column of the Mesozoic-Tertiary succession of the Apuan cores (modified from Coli and Pandeli, 1992).

Carboniferous and Triassic-Oligocene age (Pandeli *et al.*, 1994; Pandeli, 2002) (Fig. 14); these cover formations largely correspond to those of the Tuscan Nappe described above. The Tuscan «basement» (Fig. 14), largely correlated with the Late Cambrian-Devonian units of central Sardinia (Conti *et al.*, 1991; Pandeli *et al.*, 1994), includes phyllite-quartzite-metasandstone (e.g. *Quarziti e filladi inferiori*, *Quarziti e filladi listate di Buti*) (Plate IVa), phyllite-carbonate cherts (e.g. *Filladi grafitose con calcari ad Orthoceras*, *Calcari nodulari di Retignano*) and acidic-intermediate metavulcanite (*Porfiroidi*) formations. Garnet mica schists with levels of hornblende ortho-amphibolites also crop out on Elba Island and at Cerreto pass (north-east of the Apuan Alps). These rocks often conserve mineralogical and textural relics (schistosity) preceding the crystallization events of Alpine age, which have been attributed to the medium and low degree regional metamorphism that occurred during the Variscan orogeny, and particularly the Sudetic tectono-

metamorphic event of the Early Carboniferous (Conti *et al.*, 1991; Pandeli *et al.*, 1994). With the exception of the Apuan core, the other successions also often contain the richly fossiliferous graphite-bearing continental and marine phyllite-metasandstone units of the Early Carboniferous-Permian (e.g. *Scisti di S. Lorenzo*, *Scisti di Rio Marina*, *Arenarie e Scisti di Iano*) and sometimes also the sub-arid climate continental units of the Middle-Late Permian (e.g. *Brecce e conglomerati di Asciano e di Torri*, *Arenarie Rosse di Castelnuovo*). The formations of the Triassic-Oligocene Alpine sedimentary cycle rest stratigraphically on the last unit or directly on the Palaeozoic «basement» (Fig. 15). At the base are the continental and coastal silicoclastic deposits of the Triassic *Verrucano*, which take their name from the castle of Verruca (near Oliveto Terme in the Monti Pisani); they are characterized by the typical *anagenites*, i.e. quartz metaconglomerates with white and pink quartz clasts, and by local horizons of *prasinites* deriving from basic metavul-



a



b

Tavola IV. a: campione di fillade, roccia caratteristica del «basamento» toscano di età presumibilmente cambriana superiore-devoniana; b: cristalli di wurtzite su marmo proveniente dalla Cava Canalini, Val Pulita, Torano (Alpi Apuane, MS) visibile in esposizione presso la sezione di Mineralogia del Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze.

Plate IV. a: late Cambrian-Devonian age phyllite rock sample from the tuscan metamorphic «basements»; b: wurtzite crystals on marble from the Cava Canalini, Val Pulita (Torano, Alpi Apuane, MS) displayed in the Mineralogy section of the Museum of Natural History of the University of Florence.

inferiori (*Grezzoni, Marmi*) e a quelle pelagiche filladico-marmoree-calcescistose e silicee del Giurassico medio-Oligocene Inferiore e infine alla formazione metarenacea dello *Pseudomacigno* oligocenico che chiude la successione. Gli affioramenti di Verrucano triassico del versante occidentale delle Alpi Apuane (Unità di Massa) possono contenere cristalli di cianite (Bonatti, 1938; Franceschelli *et al.*, 2004). Le formazioni marmoree mesozoiche sono senz'altro quelle più note ed utilizzate da tempo immemorabile anche per le loro variabilità cromatiche (Bonatti, 1938). Nel nucleo apuano vengono cavate le varietà «nero di Colonnata», bianco «statuario», grigio «bardiglio», «venati», «nuvolato», «cipollini variegati e arabescati», «calacata» e «broccatello» (metabrecce calcaree), mentre sulla Montagnola Senese è famoso il «marmo giallo di Siena». Tra i *Grezzoni* e *Marmi* dolomitici è localmente presente il tipico orizzonte degli *Scisti a cloritoide* (o ottrelite) e la pregiata «*Breccia Medicea o di Seravezza*». All'interno di vene e cavità nei marmi, ma anche nelle rocce paleozoiche, possono localmente essere presenti vari tipi di mineralizzazioni, ben note ai collezionisti, quali quarzo, dolomite, solfuri metallici (es. tetraedrite, stibina, calcopirite, sfalerite, pirite, galena), ossidi di ferro (magnetite, ematite), barite, fluorite, wurtzite, (Tav. IVb) (Orlandi e Franzini, 1994; Orlandi e

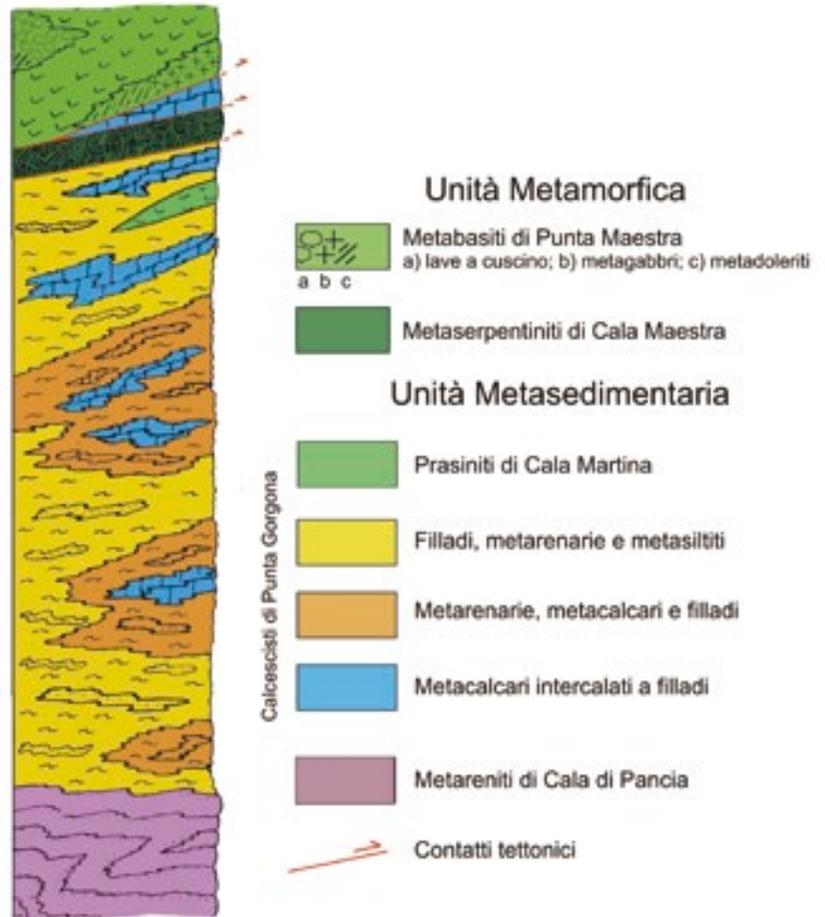
canites. Above them are the Late Triassic-Early Jurassic shallow-sea metacarbonate formations (*Grezzoni, Marmi*), the pelagic phyllite-marble-calc-schist and silica formations of the Middle Jurassic-Early Oligocene, and finally the Oligocene *Pseudomacigno* metasandstone formation, which closes the succession. The Triassic Verrucano outcrops on the western side of the Apuan Alps (Massa Unit) can contain kyanite crystals (Bonatti, 1938; Franceschelli *et al.*, 2004). The Mesozoic marble formations are undoubtedly the best known ones and have been used from time immemorial because of their chromatic variability (Bonatti, 1938). The Apuan core yields the varieties «nero di Colonnata», «statuario» white, «bardiglio» grey, «venati», «nuvolato», «cipollini variegati» and «arabescati», «calacata» and «broccatello» (calcareous metabrecias), whereas the Montagnola Senese is famous for the «marmo giallo di Siena». The typical *Scisti a cloritoide* horizon (or «ottrelite») and the precious *Breccia Medicea o di Seravezza* are locally present between the dolomitic *Grezzoni* and *Marmi* forma-

Bellè, 2002). Anche lo Pseudomacigno viene localmente cavato ed è noto come «*Pietra di Cardoso*» utilizzata nell'edilizia e per scopi ornamentali.

Infine, nel sottosuolo dell'area geotermica di Larderello-Travale, i sondaggi hanno raggiunto, al di sotto dei *Micascisti a granato*, il *Complesso degli Gneiss* costituito da gneiss con livelli di ortogneiss ed orto-anfiboliti, caratterizzati dalla sola strutturazione tettono-metamorfica di medio-alto grado e termica varisica (Elter e Pandeli, 1993).

Calcescisti con ofioliti o Schistes Lustrés

Queste successioni rappresentano porzioni di litosfera oceanica che sono state subdotte al di sotto del margine attivo europeo durante la chiusura cretaceo-eocenica dell'oceano ligure-piemontese. Durante questi eventi hanno acquisito un tipico metamorfismo di alta pressione e bassa temperatura in facies di Scisti Blu che testimonia il loro seppellimento fino a profondità di circa 50 km, con temperature di picco fino a circa 370°C (Franceschelli *et al.*, 2004). Le rocce che costituiscono queste successioni (Fig. 16) includono un «basamento» ofiolitico con serpentiniti ad antigorite e corpi di metagabbri intrusi da filoni di metabasalti. Questi ultimi, assieme ai soprastanti metabasalti sottomarini, presentano spesso le tipiche blastesi di alta pressione ad anfibolo blu (glaucofane, riebeckite, crossite) e, talora, anche a lawsonite e/o carpholite, come all'Isola di Gorgona



(Orti *et al.*, 2002), che di regola presentano ricristallizzazioni tardive in minerali della facies a Scisti Verdi. Le coperture sedimentarie, spesso scollate tettonicamente rispetto al proprio «basamento» ofiolitico che talora le sovrascorre (e.g., nell'Isola di Gorgona e nell'Isola d'Elba), sono state trasformate dal metamorfismo in complessi filladici varicolori con orizzonti di marmi, calcescisti e di mi-

Fig. 16 Schema stratigrafico-structurale dei Calcescisti con ofioliti o Schistes Lustrés dell'Isola di Gorgona (Orti *et al.*, 2002 modificato).

Fig. 16 Stratigraphic-structural scheme of the «ophiolitic calc-schists or Schistes Lustrés» of Gorgona Island (modified from Orti *et al.*, 2002).

tions. Various types of mineralizations well known to collectors can be locally present inside veins and cavities in the marbles but also in the Palaeozoic rocks, including quartz, dolomite, metallic sulphides (e.g. tetrahedrite, stibnite, chalcocopyrite, sphalerite, pyrite, galena), iron oxides (magnetite, hematite), barite, fluorite, wurtzite (Plate IVb) (Orlandi and Franzini, 1994; Orlandi and Bellè, 2002). Pseudomacigno is also quarried locally and is known as «*Pietra di Cardoso*», used in construction and for ornamental purposes.

Finally, drillings in the Larderello-Travale geothermal area reached the *Gneiss Complex* below the *Garnet-bearing micaschists*. It consists of gneiss with levels of orthogneiss and ortho-amphibolites, characterized only by Variscan medium-high degree metamorphic imprint (Elter and Pandeli, 1993).

Ophiolites with calc-schists or Schistes Lustrés

These successions represent portions of oceanic lithosphere (upper mantle and ocean crust) that were subducted below the European active margin (Corsican margin)

during the Cretaceous-Eocene closure of the Ligurian-Piedmontese Ocean. During these events, they acquired a typical high-pressure, low-temperature metamorphism into blueschist facies, testimony of their burial up ca. 50 km deep, with peak temperatures of ca. 370°C (Franceschelli *et al.*, 2004). The rocks making up these successions (Fig. 16) include an ophiolitic «basement» with antigorite serpentinites and metagabbro bodies intruded by metabasalt dykes. The latter, together with the overlying submarine metabasalts, often present typical high-pressure blasteses with blue amphibole (glaucofane, riebeckite, crossite) and sometimes also with lawsonite and/or carpholite, as on Gorgona Island (Orti *et al.*, 2002), which usually present late recrystallizations into greenschist facies minerals. The sedimentary covers, often tectonically detached with respect to their ophiolitic «basement» that sometimes overthrusts them (e.g. on the islands of Gorgona and Elba), were transformed by metamorphism into varicoloured phyllite complexes with horizons of marbles, calc-schists and microquartzites (metaradiolarites), as in the *Cala Grande Unit* on the Monte Argentario promontory (Elter

croquarziti (metaradiolariti), come nell'*Unità di Cala Grande* sul promontorio del Monte Argentario (Elter e Pandeli, 2002), mentre all'Isola d'Elba (*Unità dell'Acquadolce*) e all'Isola di Gorgona (Orti *et al.*, 2002) sono presenti in larga parte filladi e metasiltiti grigio-verdastre fino a nerastre, con orizzonti da decimetrici a pluridecametrici di marmi e calcescisti e di metarenarie feldspatiche (es. le *Arenarie di Cala di Pancia* dell'Isola di Gorgona in Fig. 16).

Cornubianiti

Si tratta di rocce che caratterizzano le aureole termometamorfiche, con spessori fino ad oltre 500 metri, legate alle intrusioni di corpi plutonici del Miocene superiore-Pliocene nella parte più occidentale della catena appenninica, per effetto del forte assottigliamento crostale legato alla tettonica distensiva post-orogena. La risalita e messa in posto di questi corpi magmatici fino a relative basse profondità (3-4 km) ha prodotto nelle rocce incassanti, generalmente di tipo toscano, ma anche ligure (es. l'aureola del Monte Capanne all'Isola d'Elba), svariate associazioni mineralogiche in funzione della composizione delle rocce originarie e della distanza di queste dalla massa plutonica (Barberi e Innocenti, 1965). Per esempio, nel caso di rocce argillose-silicoclastiche, si passa da «*scisti macchiettati*» a biotite e andalusite,

nella parte più esterna dell'aureola, a *cornubianiti a pirosseno* in quella più interna (associato a cordierite, feldspato potassico, sillimanite e, in prossimità del contatto, anche corindone). I litotipi carbonatici ricristallizzano formando i *marmi*, ma, per effetto dei fluidi silicatici di derivazione magmatica, possono essere anche trasformati, per intero o in parte, nei cosiddetti *skarn*, caratterizzati dalla blastesi di granato, wollastonite, pirosseno, vesuviana, scapolite calcica e/o dar luogo a concentrazioni di minerali metallici (es. i giacimenti a magnetite di Capo Calamita all'Isola d'Elba). Le rocce serpentinitiche, gabbriiche e basaltiche liguri sono state invece trasformate in anfiboliti ad orneblenda e tremolite talora con talco. Nelle *serpentiniti* prossime al contatto con il plutone è invece tipica la cristallizzazione di olivina.

Considerazioni conclusive

In Toscana sono presenti numerosi tipi di rocce che per le loro caratteristiche rappresentano delle geodiversità litologiche che meritano di essere ricordate per la loro utilizzazione, per l'importanza nello sviluppo degli insediamenti urbani e per la loro rarità. Tra queste ultime sono certamente da ricordare le rocce ultrapotassiche (*minette e lamproiti*) di Montecatini val di Cecina e Orciatice (PI) che rappresentano una unicità nel quadro delle rocce magmatiche italiane. Inoltre Tor-

and Pandeli, 2002). On Elba Island (*Acquadolce Unit*) and on Gorgona Island (Orti *et al.*, 2002), there are largely phylites and greenish-grey to blackish metasiltites, with decimetre to multi-decametre thick horizons of marbles and calc-schists and of feldspar metasandstones (e.g. *Arenarie di Cala di Pancia* of Gorgona Island in Fig. 16).

Cornubianites

These rocks characterize thermometamorphic aureoles, with thicknesses up to more than 500 metres, related to pluton body intrusions of the Late Miocene-Pliocene in the westernmost part of the Apennine chain, caused by strong crustal thinning linked to post-orogeny distensive tectonics. The rise and emplacement of these magma bodies to relatively shallow depths (3-4 km) produced various mineralogical associations in the country rocks, generally of Tuscan type but also Ligurian (e.g. the Monte Capanne aureole on Elba Island), according to the composition of the original rocks and their distance from the plutonic mass (Barberi and Innocenti, 1965). For example, in the case of clayey-silicoclastic rocks, we pass from biotite and andalusite «*spotted schists*» in the most external part of the aureole to *pyroxene cornubianites* (associated with cordier-

ite, potassic feldspar, sillimanite and, near the contact, also corundum). The carbonate lithotypes recrystallized to form *marbles*; however, by the effect of magma-derived silicate fluids, they could also be fully or partly transformed into so-called *skarns* (characterized by blasteses of garnet, wollastonite, pyroxene, vesuvianite, calcic scapolite) and/or give rise to concentrations of metallic minerals (e.g. the magnetite deposits of Calamita mine on Elba Island). The Ligurian serpentinitic, gabbriic and basaltic rocks were transformed into hornblende amphibolites and tremolite, sometimes with talc. Instead, olivine crystallization is typical in the serpentinites near the contact with the pluton.

Concluding remarks

There are numerous types of rocks in Tuscany. On account of their characteristics, they represent lithological geodiversities that deserve consideration because of their important uses in the development of urban settlements or because of their rarity. The rare types include the ultrapotassic rocks (*minettes* and *lamproites*) of Montecatini Val di Cecina and Orciatice (Pisa), which are unique among Italian magmatic rocks. Moreover, Torre Alfina, on the border between Tuscany and Latium, is one of the few Italian

re Alfina, che si trova al confine tra Toscana e Lazio, è una delle poche località italiane dove le lave lamproitiche del piccolo apparato vulcanico contengono noduli mantellici peridotitici, insieme a una serie di xenoliti crostali strappati dal substrato durante la risalita del magma. Le lave di Capraia, Radicofani e del Monte Amiata, per le loro caratteristiche chimiche e mineralogiche uniche, hanno suscitato l'interesse di numerosi ricercatori per loro caratteristiche «ibride» che hanno fatto ipotizzare alternativamente ad una genesi i) per interazione tra magmi di origine profonda, generatisi nel mantello, e contaminazioni con la crosta o magmi crostali, oppure ii) attraverso fusione crostale di un mantello terrestre fortemente eterogeneo in seguito a riciclaggio di sedimenti attraverso la subduzione (Avanzinelli *et al.*, 2009).

I «graniti» s.l. rappresentano una presenza importante formando l'ossatura delle principali isole dell'arcipelago toscano (Montecristo, Elba e Giglio). All'Isola d'Elba, legati al raffreddamento del corpo intrusivo, si ritrovano giacimenti di minerali utili e pegmatiti ricche in magnifici esemplari di minerali. Il bordo dell'intrusione è caratterizzato da grandi cristalli di ortoclasio, come in località S.Andrea, e da rocce metamorfiche di contatto (*cornubianiti*) che hanno prodotto tipi litologici molto caratteristici e rari nel contesto italiano come quelle che hanno interessato le *serpentiniti*.

Le rocce metamorfiche, pur non essendo molto diffuse, hanno nelle Alpi Apuane il loro massimo sviluppo. Esse rappresentano fin dall'antichità una zona di sfruttamento dei marmi, tra i quali, unico per bellezza e purezza è lo «statuario» che deriva dal metamorfismo del *Calcare Massiccio*.

Le rocce sedimentarie, costituiscono i tipi litologici più diffusi in Toscana rappresentati dalle rocce della Falda Toscana, dalle Unità Liguri (sovrascorse durante l'orogenesi Appenninica sui terreni della Falda Toscana), e infine i sedimenti del ciclo neoautoctono nella Toscana occidentale. Rodolico (1953) nella opera maggiore «*Le Pietre delle Città d'Italia*» riporta che nell'Appennino settentrionale «predomina la formazione Eo-Miocenica del macigno [...]», ma forse questa affermazione appare non veritiera data la presenza d'altri estesi complessi di rocce. Tra questi cita l'*Alberese* e la *Pietraforte* «calcare arenaceo che col macigno viene troppo avvicinato e confuso». In due capitoli del suo libro (capitolo IV e V) Rodolico (1953) ripercorre la storia dell'uso di queste rocce sedimentarie oltre ad altre, quale il *Calcare Cavernoso*, il *Rosso Ammonitico*, i travertini ed i marmi Apuani e della Montagnola Senese nelle città storiche della Toscana. Un saggio, quello di Rodolico (1953), che valorizza attraverso la ricerca storiografica l'importanza delle rocce nello sviluppo della civiltà ed in particolare del Medioevo e del Rinascimento.

localities where the lamproite lavas of the small volcanic apparatus contain mantle-derived peridotite nodules together with a series of crust-derived xenoliths torn from the substratum during the rise of the magma. Because of their unique chemical and mineralogical characteristics, the lavas of Capraia, Radicofani and Monte Amiata have aroused the interest of several researchers. Indeed, their «hybrid» characteristics have suggested a genesis i) by the interaction between magmas of deep origin, generated in the mantle, and contaminations with the crust or crust-derived magmas, or ii) by crustal melting of a strongly heterogeneous mantle due to recycling of sediments through subduction (Avanzinelli *et al.*, 2009).

Granites s.l. are important since they form the skeleton of the principal islands of the Tuscan archipelago (Montecristo, Elba and Giglio). Elba Island contains deposits of economically useful minerals and pegmatites rich in magnificent mineral specimens, linked to cooling of the intrusive body. The edge of the intrusion is characterized by large orthoclase crystals, as at S. Andrea, and by contact rocks (cornubianites) that have produced very characteristic lithological types that are rare in Italy, such as those involving the serpentinites.

Metamorphic rocks, albeit not very diffuse, show maximum development in the Apuan Alps. The marbles of this

area have been extracted since antiquity, including the uniquely beautiful and pure «statuario» type derived from metamorphism of *Calcare Massiccio*.

Sedimentary rocks constitute the most widespread lithotypes in Tuscany, represented by the rocks of the Tuscan Nappe, by the Ligurian Units (thrust on the Tuscan Nappe terranes during the Apennine orogeny), and finally the sediments of the neo-autochthonous cycle in western Tuscany. In his major work *Le Pietre delle Città d'Italia*, Rodolico (1953) reported that «the Eo-Miocene Macigno formation predominates [...]» in the northern Apennines, although perhaps this statement appears untrue given the presence of other extensive rock complexes. Among them, he cited Alberese and Pietraforte, «arenaceous limestone which is too easily mistaken and confused with macigno». In two chapters of his book (IV and V), Rodolico (1953) outlined the history of the use of these sedimentary rocks and others such as *Calcare Cavernoso*, *Red Ammonitic Limestone*, travertines and marbles of the Apuan Alps and Montagnola Senese in the historical cities of Tuscany. Through historiographic research, this book by Rodolico (1953) documents the importance of these rocks in the development of civilization, particularly during the Middle Ages and the Renaissance.



Fig. 1

I minerali di ferro elbani: un viaggio tra mito, storia, industria, cultura e scienza

Elban iron minerals: a journey through myth, history, industry, culture and science

Marco Benvenuti, Pilario Costagliola, Alessandro Corretti, Andrea Dini

Questo lavoro è dedicato alla memoria della dr.ssa Antonella Romualdi, prematuramente scomparsa

Introduzione

Nelle vetrine della sezione di Mineralogia del Museo di Storia Naturale di Firenze, tra le tante meraviglie della Natura che si offrono all'ammirazione dei visitatori, fanno bella mostra di sé alcuni splendidi campioni provenienti dalla collezione dei «5000 Elbani», così come ebbe a chiamarla il Prof. Millosevich, direttore del Museo di Mineralogia fiorentino, in un suo celebre saggio (Millosevich, 1914: cf. Cipriani e Poggi, 1994). Di questa collezione, unica nel suo genere e nota a livello internazionale, si occupa una nota specifica di questo stesso volume (ad opera di Tanelli e Poggi), per cui ad essa rimandiamo per tutti i dettagli. Tra i «5000 elbani» (o

i «6000 elbani», come gli autori hanno «ribattezzato» la collezione), oltre ai bellissimi campioni di tormaline del Monte Capanne, spiccano numerosi esemplari di non minore bellezza provenienti dalle mineralizzazioni ferrifere dell'Elba orientale: dall'ematite, sia nella varietà «micacea» (Fig. 2) che nella «specularite», costituita da cristalli ad habitus romboedrico più o meno appiattiti (Fig. 3), ai rari cristalli automorfi di magnetite (Fig. 4) per giungere alle mineralizzazioni ad idrossidi di ferro («limoniti»), talora in masse iridescenti con habitus mammellonare o stalattitico (Fig. 5). Senza dimenticare, ovviamente, i bellissimi campioni di cristalli di pirite ad habitus pentagono-dodecaedrico, cubico od ottaedrico, la cui alterabilità ne ha reso assai complicata la conservazione (il campione di Fig. 6 proviene dalla collezione sistematica del Museo di Storia Naturale, mentre i campioni originariamente presenti

This work is dedicated to the memory of Dr. Antonella Romualdi, who died before her time

Introduction

The many wonders of nature that visitors can admire in the display cases of the Mineralogy section of Florence's Museum of Natural History include some splendid specimens from the «5000 Elbans» collection, as it was called by Prof. Millosevich, director of the Florentine Mineralogy Museum, in one of his famous books (Millosevich, 1914: cf. Cipriani and Poggi, 1994). The details of this unique and internationally famous collection are dealt with in another article in this volume (by Tanelli and Poggi). In addition to the very beautiful tourmaline specimens from Monte Capanne,

the «5000 Elbans» (or the «6000 Elbans», as the authors have «rechristened» the collection) contains many no less lovely specimens from the ferriferous mineralizations of eastern Elba Island: hematite, both the «micaceous» variety (Fig. 2) and «specularite», consisting of crystals with more or less flattened rhombohedral habitus (Fig. 3); the rare automorphic magnetite crystals (Fig. 4); iron hydroxide mineralizations («limonites»), sometimes in iridescent masses with mammillary or stalactitic habitus (Fig. 5). And obviously we cannot forget the very beautiful pyrite crystals with pentagono-dodecahedral, cubic or octahedral habitus, whose alterability has made their conservation very complicated (the specimen in Fig. 6 comes from the «Systematic» collection of the Museum of Natural History, while the specimens originally present in the «Elban» collection have

Fig. 1 Cantiere a cielo aperto di Valle Giove (Rio Marina).
Fig. 1 Open pit Valle Giove stope (Rio Marina).



Fig. 2

Fig. 2 Campione di ematite micacea con la caratteristica struttura «a rosetta» proveniente dalle miniere di Rio Marina («Collezione Elbana» del MSN di Firenze; camp. n. 1536 E).

Fig. 3 Campione di ematite in cristalli con habitus romboedrico (varietà «specularite») proveniente dalle miniere di Rio Marina (camp. n. G51999).

Fig. 2 Micaceous hematite with characteristic «rosette» structure from the Rio Marina mines («Elban collection») of the MSN of Firenze; spec. n. 1536 E).

Fig. 3 Hematite crystals with rhombohedral habitus («specularite») variety from the Rio Marina mines (spec. n. G51999).

nell'«elbana» si sono ormai alterati e frammentati, nonostante tentativi di protezione: cf. Costagliola *et al.*, 1997).

Non è esagerato sostenere che, dallo studio dei minerali elbani, inclusi quelli dei giacimenti a Fe, ha avuto impulso decisivo lo sviluppo delle conoscenze mineralogiche, minerogenetiche e giacimentologiche in campo internazionale (Tanelli, 1995). I minerali ferriferi dell'Elba hanno suscitato infatti l'interesse di decine e decine di studiosi di tutto il mondo e di tutte le epoche, a partire dai classici (Strabone, Diodoro Siculo, Plinio) per arrivare, attraverso i «padri» delle scienze mineralogiche nel '500-'600 (Agricola, Biringuccio, Stenone), ai più noti mi-

neralisti dell'Ottocento e del Novecento (de L'Isle, Haüy, Dolomieu, Foresi, Cocchi, Roster, D'Achiardi, Marinelli, Gottardi, Carobbi, Cipriani e molti altri). È molto probabile che, proprio attraverso lo studio di cristalli di ematite, in particolare quelli del cantiere Bacino a Rio Marina, Niels Stensen (Niccolò Stenone) abbia ricavato già nel Cinquecento i prodromi di quella che oggi conosciamo come Prima Legge della Cristallografia, o «Legge della costanza dell'angolo diedro», enunciata solo verso la fine del sec. XVIII da parte di J. B. Romé de l'Isle e di R. J. Haüy.

Ma questi stupendi campioni di minerali ferriferi dell'isola d'Elba non ci narrano soltanto degli sforzi degli scienziati per

now become altered and fragmented despite attempts at protection: cf. Costagliola *et al.*, 1997).

It is no exaggeration to state that the international development of scientific knowledge about mineralogy and ore-forming processes has had a decisive boost from the study of Elban minerals, including those of the iron deposits (Tanelli, 1995). Indeed, the iron minerals of Elba have aroused the interest of hundreds of scholars from all over the world and from all ages, including the classics (Strabo, Diodorus Siculus, Pliny), the «fathers» of mineralogical sciences in the 16th and 17th centuries (Agricola, Biringuccio, Steno) and the most famous mineralogists of

the 19th and 20th centuries (de L'Isle, Haüy, Dolomieu, Foresi, Cocchi, Roster, D'Achiardi, Marinelli, Gottardi, Carobbi, Cipriani and many others). The study of hematite crystals in the 16th century, particularly those from the Bacino stope at Rio Marina, probably provided Niels Stensen (Nicolas Steno) with the principles of what we now know as the First Law of Crystallography, or «Law of constancy of the dihedral angle», enunciated only toward the end of the 18th century by J. B. Romé de l'Isle and R. J. Haüy.

Yet these stupendous iron mineral specimens from Elba tell us more than just the efforts of scientists to



Fig. 3

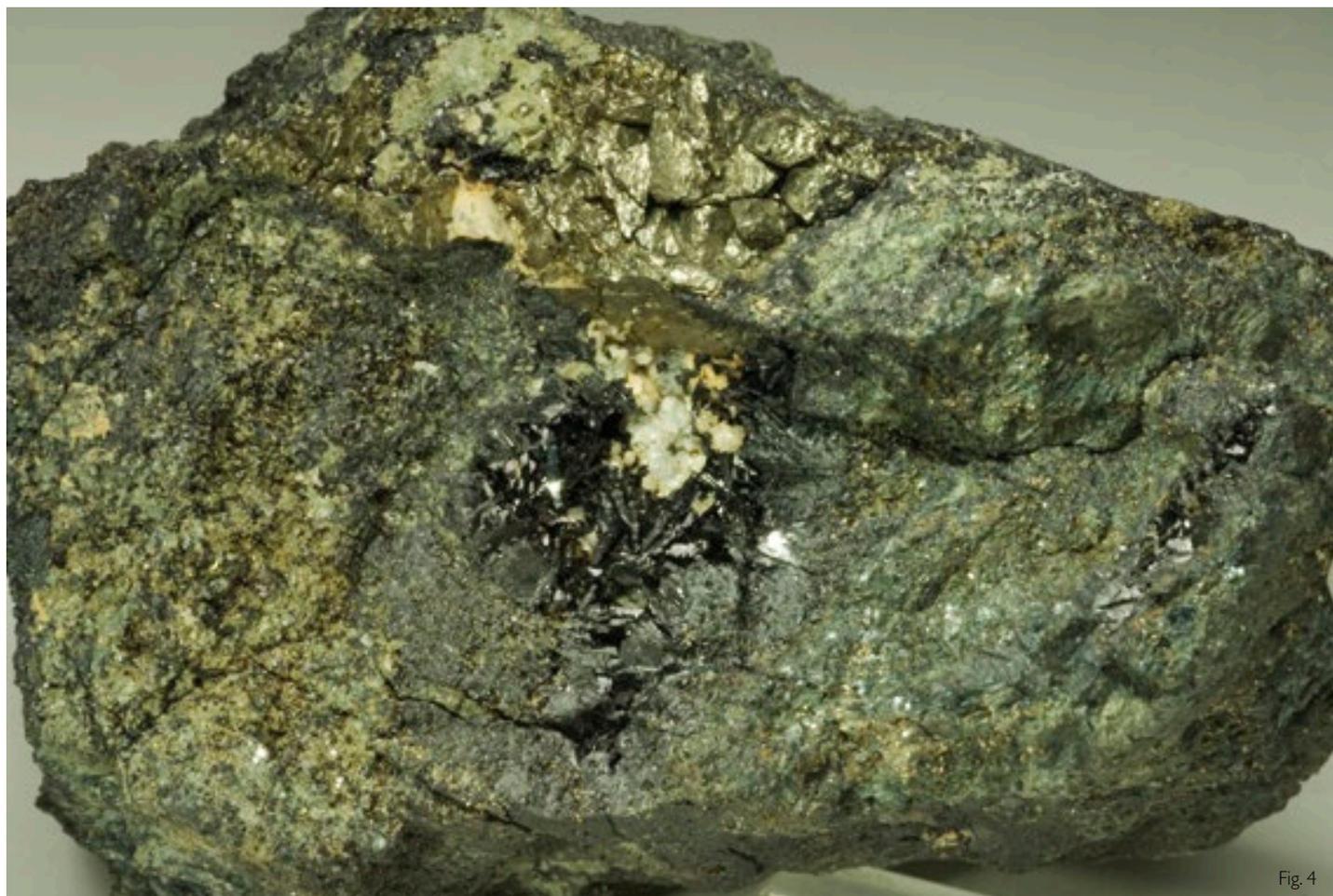


Fig. 4

Fig. 4 Campione di magnetite associata a ematite e pirite, proveniente dalle miniere di Capo Calamita, cantiere Vallone (camp. n. G64817).

Fig. 5 Campione di limonite con le caratteristiche iridescenze («Collezione Elbana» del MSN di Firenze; camp. n. 1929 E).

Fig. 4 Magnetite associated with hematite and pyrite from the Capo Calamita mines, Vallone stope (spec. n. G64817).

Fig. 5 Limonite with characteristic iridescences («Elban collection» of the MSN of Florence; spec. n. 1929 E).

carpirne i nascosti segreti della loro origine, struttura e composizione. Le ingenti risorse ferrifere elbane, soprattutto se considerate alla scala delle economie dell'antichità, fecero di questa piccola isola del Tirreno uno dei centri minerari più importanti del Mediterraneo, condizionandone fortemente l'evoluzione storica, culturale ed economica attraverso i secoli. Addirittura, le enormi ricchezze minerarie del sottosuolo elbano fecero entrare l'isola nel mondo della leggenda e del mito, che ne celebrò le prodigiose virtù di rigenerazione spontanea dei minerali di ferro come ci testimonia il grande poeta latino Virgilio in un passo dell'Eneide («Ilva [...] insula inexhaustis Chalybum generosa metallis»:

Virgilio, Eneide, X, 174). Dopo oltre duemila anni di pressoché ininterrotta estrazione di minerali ferriferi, la chiusura dell'ultima miniera attiva (Ginevro) nel 1981 ha segnato la tappa finale di una lenta ed irreversibile dismissione del comprensorio ferrifero elbano. Tuttavia, anche se sono venute meno le ragioni prime di un interesse strettamente economico-industriale, i giacimenti a Fe dell'Elba mantengono immutato il loro interesse sia da un punto di vista scientifico (minerogenesi, giacimentologia, mineralogia sistematica, ecc.) che da quello culturale-didattico, in quanto patrimonio geomineralogico e storico-culturale da valorizzare e proteggere (Tanelli e Benvenuti, 1998, 1999).

disclose the hidden secrets of their origin, structure and composition. The vast Elban iron ore resources, especially if considered on the scale of the economies in antiquity, made this small Tyrrhenian island one of the most important mining centres of the Mediterranean, strongly influencing its historical, cultural and economic evolution through the centuries. Indeed, the Elba's enormous mineral wealth brought the island into the world of legends and myths that celebrated its prodigious virtues of spontaneous regeneration of iron minerals, as recounted by the great Latin poet Virgil in a passage from his Aeneid («Ilva [...] insula inexhaustis Chalybum generosa metallis»: Virgil, Aeneid, X,

174). After more than two thousand years of almost uninterrupted exploitation of iron ores, the closure of the last active mine (Ginevro) in 1981 marked the final step of a slow and irreversible decline of the Elban ferrous district. Nevertheless, although the primary reasons for a strictly economic-industrial interest in Elba's iron deposits no longer exist, they still retain their scientific importance (ore geology and ore-forming processes, systematic mineralogy, etc.) and cultural-educational significance. Indeed, they are a geomineralogical and historical-cultural heritage to be protected and exploited (Tanelli and Benvenuti, 1998, 1999).

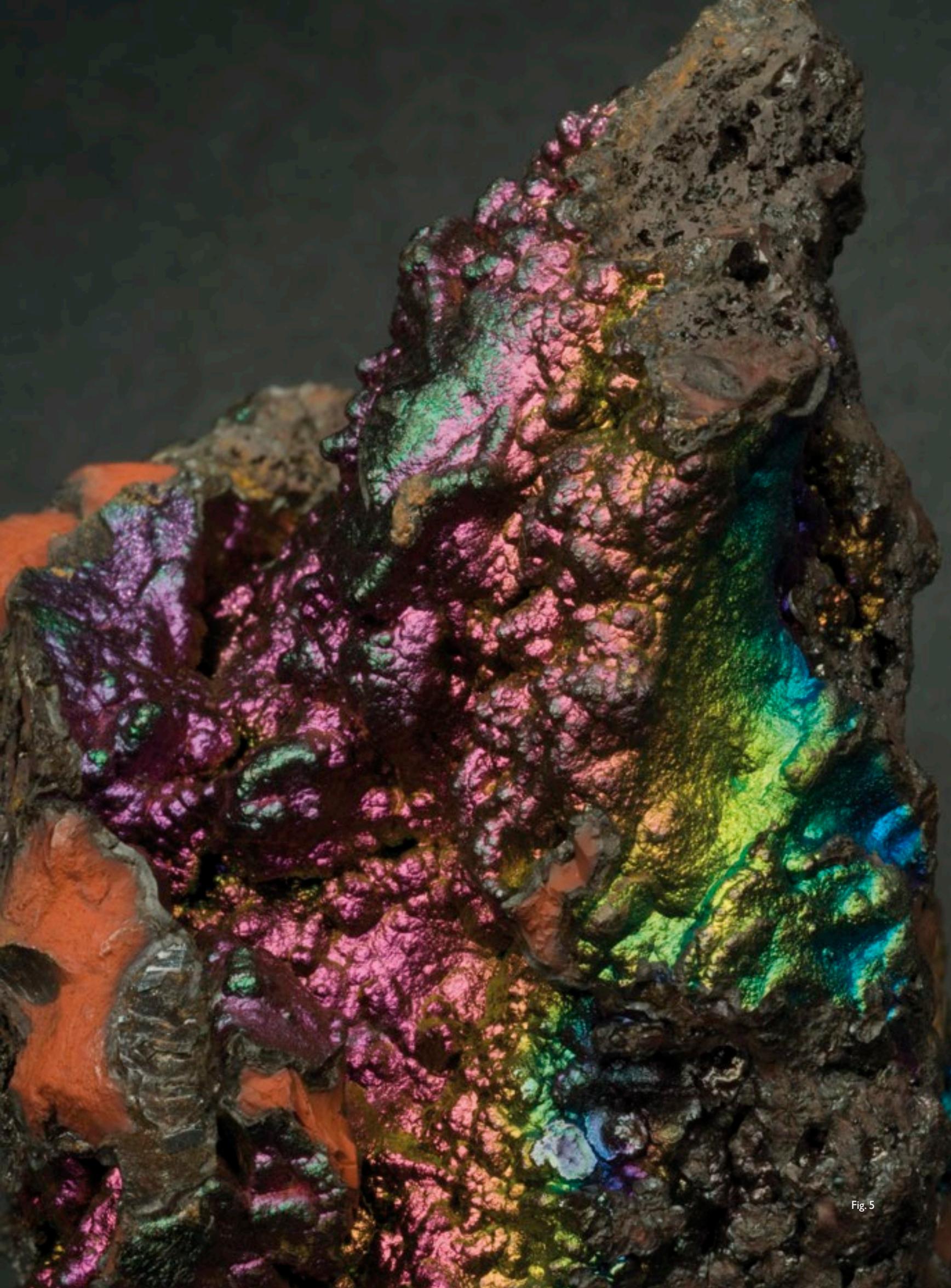


Fig. 5



Fig. 6 Campione di pirite con tipico habitus pentagonododecaedrico associata ad ematite micacea. Miniere di Rio Marina (camp. n. G47787).

Fig. 6 Pyrite with typical pentagono-dodecahedral habitus associated with micaceous hematite from the Rio Marina mines (spec. n. G47787).

Le mineralizzazioni a ferro dell'Elba orientale

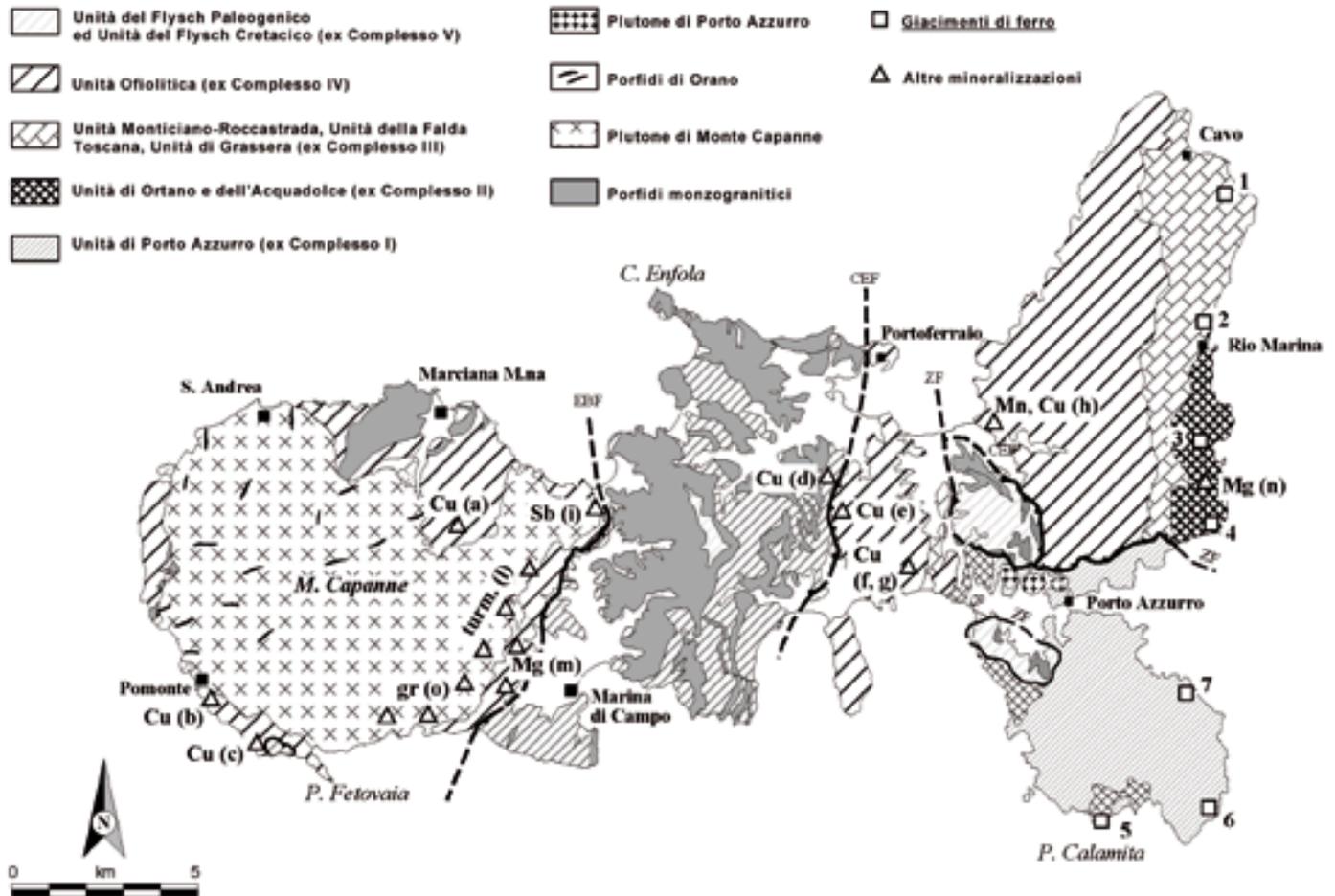
Senza entrare nei dettagli, assai complessi, della geologia elbana, a partire dagli anni '50 del secolo scorso è stata riconosciuta la presenza all'Elba di una serie di unità tettoniche (i famosi «cinque Complessi di Trevisan»: cf. Trevisan, 1950) impilate l'una sull'altra in conseguenza dei complessi fenomeni deformativi che hanno contrassegnato la tetto-genesi appenninica dell'Elba. Le ricerche condotte successivamente, in particolare da geologi delle Università di Firenze e Pisa, hanno portato all'individuazione di

rapporti tettono-stratigrafici più articolati e, conseguentemente, a nuove ipotesi riguardo alla provenienza di alcuni Complessi e/o di loro porzioni (Bortolotti *et al.*, 2001). Secondo questi autori, la struttura tettonica dell'Isola d'Elba centrale e orientale sarebbe composta da nove unità tettoniche principali separate da superfici tettoniche a basso angolo (sovrascorrimenti) con direzione circa NS. Le varie unità, originariamente depositatesi in domini paleogeografici molto diversi, sono state deformate ed impilate nella loro attuale posizione durante la fase compressiva dell'orogenesi appenninica (Eocene sup. – Miocene inferiore) e poi interessate da un'importante fase di-

Iron ores of eastern Elba

Without going into the complex details of Elban geology, we can say that a series of tectonic units (the famous «five Complexes of Trevisan»: cf. Trevisan, 1950) were recognized on Elba Island in the 1950s, one stacked on the other due to the complex deformation events that marked the Apennine tectogenesis of Elba. Later studies, particularly by geologists of the Universities of Florence and Pisa, led to the identification of more complex tectonic-stratigraphic relationships and consequently to new hypotheses

about the origin of some Complexes and/or their parts (Bortolotti *et al.*, 2001). According to these authors, the tectonic structure of central and eastern Elba consists of nine main tectonic units separated by low-angle tectonic surfaces (thrust faults) with an approximately NS direction. The various units, originally deposited in very different palaeogeographic domains, were deformed and stacked in their present-day position during the compressive phase of Apennine orogeny (Late Eocene-Early Miocene) and then affected by a strong distensive phase, accompanied by the emplacement of numerous magmatic intrusions at



stensiva, accompagnata dalla messa in posto di numerose intrusioni magmatiche a livelli superficiali: il Plutone di Monte Capanne, lo stock monzogranitico di Porto Azzurro, i porfidi monzogranitici ed infine gli sciami di dicchi aplitici e pegmatitici, da cui provengono le bellissime tormaline elbane famose in tutto il mondo (v. Bonazzi e Pratesi, questo volume). Alla messa in posto dei corpi magmatici intrusivi è correlata la formazione di aureole termo-metamorfiche nelle rocce incassanti (ad esempio lungo il perimetro del plutone di Monte Capanne) e la peculiare formazione di masse di «skarn» (che in svedese significa «rifiuto»), ovvero rocce costituite in prevalenza da silicati a Ca-Fe (Al,

Mg, Mn) accompagnate da concentrazioni economiche di minerali utili (magnetite, cassiterite, solfuri di metalli di base, ecc.), la cui genesi è legata a fenomeni di alterazione magmatico-idrotermale a spese per lo più di rocce di composizione carbonatica. In Toscana sono stati sfruttati i giacimenti di skarn di Cu-Pb-Ag-Zn-Sn-Fe del Campigliese, in Toscana meridionale, e quelli di Fe di Capo Calamita, all'isola d'Elba (v. *infra*: cf. Benvenuti *et al.* 2004, con rif. bibliografici).

Le mineralizzazioni a ferro dell'isola d'Elba si trovano essenzialmente localizzate lungo la costa orientale dell'isola, a partire dall'area a Sud di Cavo fino ad arrivare nella penisola di Calamita (Fig. 7). Sulla base delle loro

Fig. 7 Carta geologica semplificata dell'Isola d'Elba, con localizzazione dei giacimenti a Fe e delle altre mineralizzazioni (da Tanelli *et al.*, 2001, modificata).
 Fig. 7 Simplified geological map of Elba Island with locations of the iron deposits and other mineralizations (from Tanelli *et al.*, 2001, modified).

superficial levels: the Monte Capanne pluton, the Porto Azzurro monzogranite stocks, the monzogranite porphyries and finally the aplite and pegmatite dike swarms, from which come the very beautiful Elban tourmalines famous throughout the world (see Bonazzi and Pratesi, this volume). The emplacement of the intrusive magmatic bodies is related to the formation of thermo-metamorphic aureoles in the country rocks (for instance along the perimeter of the Monte Capanne pluton) and the peculiar formation of «skarn» masses («skarn» is Swedish for «gangue»), in other words rocks consisting prevalently of Ca-Fe silicates

(Al, Mg, Mn) accompanied by economically important concentrations of useful minerals (magnetite, cassiterite, sulphides of base metals, etc.), whose genesis is related to processes of magmatic-hydrothermal alteration of carbonate rocks. The Cu-Pb-Ag-Zn-Sn-Fe skarn deposits of the Campiglia Marittima area in southern Tuscany and the Fe deposits of Capo Calamita on Elba Island have been exploited (cf. Benvenuti *et al.*, 2004, with references).

The Elban iron ore deposits are essentially located along the eastern coast of the island, from south of Cavo to the Calamita Peninsula (Fig. 7). Two main types can be

Tabella I. Schema descrittivo dei principali giacimenti ferriferi dell'isola d'Elba.

Table I. Descriptive scheme of the main iron ore deposits of Elba Island.

Giacimenti di Fe	Principali epoche di sfruttamento	Caratteristiche geologiche	Mineralogia				
			Minerali utili di Ferro				altri minerali
			hem	mt	lim	py	
1. Rio Albano	Mineralizzazioni sfruttate fin dalla Prima Età del Ferro (VIII sec. a.C.). Età moderna: lavori a cielo aperto ed in sotterraneo.	Ammassi di ematite e limonite (a pirite) incassate in formazioni mesozoiche del Complesso III (Verrucano, "Calcare cavernoso")	XXX	X	XXX	XXX	cc, qt, ep, ccp
2. Rio Marina	Cattivezze documentate nel periodo etrusco (cantiere di Vigneria ¹), romano, XI-XIV sec. (dominazione della Rep. di Pisa), Apiani ("Codici di Rio"), Mediceo (attuazione della "Magna del Ferro"), Granducato di Toscana. In età moderna: miniere a cielo aperto (cantiere di Vigneria, Bacino, Pù d'Ammonè, Valle Giove, Falicci, Antenna, Rossetto, Zucchetto) tra Rio Marina e Monte Giove, prevalentemente a cielo aperto ma anche in sottosuolo ("Rio Marina profondo": anni	a) lenti, ammassi e filoni all'interno del Verrucano (Complesso III)	XXX	X	XXX	XXX	cc, qt, clor, es, gyp, ad, sph, ccp, ga, bism, ang, cer, S
		b) "Rio Marina profondo": mineralizzazioni ad ematite a pirite associate a silicati di skarn nel basamento paleozoico del Compl. III (7)	XXX			X	[hd, ilv, ep]
3. Ortano	Miniera attiva negli anni '50-'60 del secolo scorso	Ammassi di solfuri di ferro associati a silicati di skarn in livelli di marmi e di "Calcare cavernoso" (Complesso II)	X	X	XXX	XXX	[hd, ilv, ep], po, ccp
4. Terranera	Lo sfruttamento è iniziato nel XVIII sec. ed è cessato nei primi anni '70 del secolo scorso	Lenti ad ossidi di Fe a pirite ospitate presso il contatto tra il basamento Paleozoico e il Verrucano (Complesso III)	XXX	X	XXX	XXX	arag, cc, om, tml, sid, qt, sp
5. Calamita	Miniera coltivata a partire dal XIX sec. in vari cantieri (Valloni, Macei, Polverio, Punta Rossa, ecc) fino agli anni '70 del secolo scorso	Copi lentiformi ed ammassi di ossidi di ferro associati a skarn sviluppati in sequenze carbonatiche all'interno degli gneiss del Calamita (Complesso I)	X	XXX	XXX	X	[hd, ilv, andr, ep], qt, arag, clor, gyp, asp, bn, cup, po, ccp, sph
6. Ginevra	Miniera coltivata a cielo aperto (1925-1969) e in sotterraneo (1969-1981)	Lenti di skarn a magnetite negli Gneiss del Calamita (Complesso I)	X	XXX		X	[Feact, Feprg, es, grs, hd, ilv], gyp, pl, qt, sid, spe, tr, ccp, po
7. Sassi Neri	Miniera attiva tra il 1935 ed il 1958	Copi lentiformi associati a skarn tipo Ginevra negli Gneiss del Calamita (Complesso I)		XXX	XXX	X	[Feprg, ilv, ep], ad, di, horn, qt, tr, po

Minerali utili di ferro: XXX = abbondante; X = presente. *Abbreviazioni:* ad = adularia; ang = anglesite; andr = andradite; arag = aragonite; asp = arsenopyrite; bism = bismuthinite; bn = bornite; cc = calcite; ccp = calcopirite; cer = cerussite; clor = clorite; cup = cuprite; di = diopside; em = ematite; ep = epidote; Feact = Fe-actinolite; Feprg = Fe-pargasite; ga = galena; grs = grossularia; gyp = gesso; hd = hedenbergite; ilv = ilvaite; lim = limonite (goethite); mt = magnetite; horn = orneblenda; pl = plagioclasio; po = pirrotina; py = pirite; qz = quarzo; S = zolfo nativo; sid = siderite; spe = spessartina; sph = sfalerite; tml = tormalina; tr = tremolite. I silicati di skarn sono riportati in corsivo e tra parentesi quadra. Dati ricavati da: Calanchi *et al.* (1976), Benvenuti (1997), Tanelli *et al.* (2001)

Iron minerals: XXX = abundant; X = present. *Abbreviations:* ad = adularia; ang = anglesite; andr = andradite; arag = aragonite; asp = arsenopyrite; bism = bismuthinite; bn = bornite; cc = calcite; ccp = chalcopyrite; cer = cerussite; clor = chlorite; cup = cuprite; di = diopside; em = hematite; ep = epidote; Feact = Fe-actinolite; Feprg = Fe-pargasite; ga = galena; grs = grossular; gyp = gypsum; hd = hedenbergite; ilv = ilvaite; lim = limonite (goethite); mt = magnetite; horn = hornblende; pl = plagioclase; po = pyrrhotite; py = pyrite; qz = quartz; S = native sulphur; sid = siderite; spe = spessartine; sph = sphalerite; tml = tourmaline; tr = tremolite. Skarn silicates are reported in italics and in square brackets. Data from: Calanchi *et al.* (1976), Benvenuti (1997), Tanelli *et al.* (2001).

caratteristiche giaciturali e mineralogiche, si possono distinguere due principali tipologie (Tab. I e Fig. 7):

- (a) [*Giacimenti di Rio Marina, Rio Albano, Terranera*]: mineralizzazioni a prevalente ematite (\pm pirite) incassate in varie formazioni del Complesso III di Trevisan (1950);
- (b) [*giacimenti di Ortano, Calamita, Sassi Neri e Ginevra*]: mineralizzazioni a prevalente magnetite (o solfuri, come ad Ortano) incassate in terreni dei Complessi I, II e III di Trevisan (1950) e preferenzialmente associate a skarn.

distinguished based on the attitudinal and mineralogical characteristics (Table I and Fig. 7):

- (a) *Rio Marina, Rio Albano and Terranera deposits:* prevalently hematite mineralizations (\pm pyrite) embedded in various formations of Complex III of Trevisan (1950);
- (b) *Ortano, Calamita, Sassi Neri and Ginevra deposits:* prevalently magnetite mineralizations (or sulphides, as at Ortano) embedded in terrains belonging to Complexes I, II and III of Trevisan (1950) and preferentially associated with skarn.

Except for Terranera, the two types of mineralizations are found in two separate areas, one to the north, the other to the south of Rio Marina (Fig. 7). For more detailed information on the setting, mineralogical and textural characteristics of the mineralizations, see Benvenuti (1997) and

I due tipi di mineralizzazioni, fatta eccezione per Terranera, si trovano in due distinti areali, l'uno a Nord, l'altro a Sud di Rio Marina (Fig. 7). Per informazioni di maggior dettaglio sulle caratteristiche giaciturali, mineralogiche e tessiturali delle mineralizzazioni si rimanda ai lavori di Benvenuti (1997) e Tanelli *et al.* (2001). Quanto ai modelli genetici, l'insieme dei dati giacimentologici a scala regionale consente di proporre un modello genetico a più stadi che prevede una fase metallogenica pre-appenninica (Permiano-Trias?) di formazione di pre-adunamenti

Tanelli *et al.* (2001). The geological features of iron ores at a regional (Tuscan) scale suggest a multi-stage genetic model involving a pre-Appennine metallogenic phase (Permian-Triassic?) of formation of ferriferous pre-concentrations, followed by a strong Appennine event (Miocene-Pliocene) that produced an intense remobilization of the ferriferous pre-concentrations (cf. Tanelli, 1983; Lattanzi *et al.*, 1994; Tanelli *et al.*, 2001).

The deposits of group (a) present various attitudes (stratiform, massive and vein-type) and sizes. Hematite is the main iron mineral almost everywhere, accompanied by variable amounts of pyrite and/or limonite; limonite (mainly goethite) largely derives from the weathering of pyrite and is particularly abundant in the Rio Albano pits and in the westernmost portion of the Rio Marina Mine. Hematite is the absolutely predominant iron mineral at Rio Marina,



ferriferi, seguita da un importante evento appenninico (Miocene-Pliocene), a cui si deve un'intensa rimobilizzazione delle pre-concentrazioni ferrifere (cf. Tanelli, 1983; Latanzi *et al.*, 1994; Tanelli *et al.*, 2001).

I giacimenti del gruppo (a) presentano varie giaciture (stratiformi, in ammassi ed in vene) e dimensioni. L'ematite è quasi ovunque il principale minerale di Fe, accompagnata da variabili quantità di pirite e/o limonite; quest'ultima (perlopiù goethite) de-

riva in larga parte dall'alterazione meteorica della pirite ed è particolarmente abbondante nei cantieri di Rio Albano e nella porzione più occidentale della miniera di Rio Marina. L'ematite è il minerale di ferro assolutamente predominante a Rio Marina, da sola o in associazione con pirite, quarzo e/o adularia (Figg. 8-9). Secondo Debenedetti (1952), a Rio Marina l'ematite tende ad occupare le porzioni più superficiali delle mineralizzazioni, mentre la pirite predomina in quelle

Fig. 8 Vena ad ematite, adularia e pirite. Miniera di Rio Marina, cantiere Valle Giove (Foto M. Benvenuti). Scala: larghezza della foto = 16 centimetri.

Fig. 8 Hematite and adularia vein. Rio Marina Mine, Valle Giove stope (Photo M. Benvenuti).

alone or associated with pyrite, quartz and/or adularia (Figs. 8-9). According to Debenedetti (1952), hematite tends to occupy the most superficial portions of the Rio Marina mineralizations, while pyrite predominates in the deeper ones, which thus became uneconomic and no longer exploited. The hematite at Rio Marina presents in compact masses, in an ochreous earth form, but also in very beautiful crystals known and appreciated throughout the world, with micaceous, lamellar, lenticular or rhombohedral habitus (see Figs. 2-3). Various studies (e.g. Struever, 1871) have dealt with the morphological characteristics of the Rio Marina pyrite, which commonly presents with pentagono-dodecahedral habitus, often resulting from the combination of the pentagono-dodecahedron (210) with the octahedron (111) and/or cube (100) (Fig. 6). Instead, magnetite is a fairly rare mineral in the Rio Marina-Rio Albano mining

zones, and it is present at Terranera, albeit always subordinate to hematite. These «economically important» minerals are accompanied by numerous other phases, many of which of interest mainly to collectors (Table 1). There has been limited mining of the local concentrations of galena, sphalerite and bismuthinite in the Falcacci and Zoccoletto stopes at Rio Marina (Debenedetti, 1952).

In the group (b) deposits, magnetite is the useful iron mineral (with the exception of Ortano, where iron sulphides have been exploited). The mineralizations, spatially associated with skarn bodies, are hosted in various formations of the Palaeozoic Basement (Ortano, Ginevro, Sassi Neri and Stagnone) or in contact with the overlying carbonate-dolomite formations (Capo Calamita). At Calamita, the carbonate lithotypes were affected by intense metasomatic processes, leading to the formation of two



Fig. 9 Fitto intreccio di vene di pirite (con ematite ed adularia) che tagliano la formazione del Verrucano. Miniera di Rio Marina, cantiere Valle Giove (Foto M. Benvenuti). Scala: larghezza della foto = 50 centimetri circa.

Fig. 9 Veinlets of pyrite (with hematite and adularia) crosscut the Verrucano Formation. Rio Marina Mine, Valle Giove stope (Photo M. Benvenuti).

più profonde, che sono così divenute non economiche e quindi non più sfruttate. L'ematite a Rio Marina si presenta in masse compatte, in forma ocrea e terrosa, ma anche in bellissimi cristalli, noti ed apprezzati in tutto il mondo, con habitus da micaceo a lamellare, da lenticolare a romboedrico (v. Figg. 2-3). Vari studiosi (es. Struever, 1871) si sono interessati delle caratteristiche morfologiche della pirite di Rio Marina, che si presenta comunemente con habitus pentagonodecaedrico, risultante spesso dalla combinazione del pentagonododecaedro (210) con l'ottaedro (111) e/o il cubo (100) (Fig. 6). La magnetite è invece un minerale abbastanza raro nelle zone minerarie di Rio Marina – Rio Albano,

ed è presente a Terranera, per quanto sempre subordinata rispetto all'ematite. A questi minerali «economici» si accompagnano numerose altre fasi, molte delle quali di interesse prevalentemente collezionistico (Tab. 1). Una limitata coltivazione ha interessato delle locali concentrazioni di galena, sfalerite e bismutinite nei cantieri Falcacci e Zoccolotto a Rio Marina (Debenedetti, 1952).

Nei giacimenti del gruppo (b), invece, la magnetite è il minerale utile di Fe (con la sola eccezione di Ortano, dove sono stati coltivati i solfuri di Fe). Le mineralizzazioni, spazialmente associate a corpi di skarn, sono ospitate in varie formazioni del Basamento Paleozoico (Ortano, Ginevra, Sassi

main types of skarn, one prevalently with garnet (andradite), the other with ilvaite-hedenbergite. The latter type of skarn forms very lovely outcrops in the Punta Nera area, where stupendous flaggy and spheroidal textures can be seen. It should be remembered that ilvaite, also particularly abundant in the other Elban skarns, was discovered in the late 18th/early 19th century in the Torre di Rio area of Elba Island. Also found at Capo Calamita (localities Grotta Rame and Grotta dell'Ebreo) were many copper minerals and rare minerals like bonattite, pisanite and an «organic» mineral, minguzzite. Typical of the group (b) deposits, perhaps with the exception of Ginevra, is the prevalent recurrence of magnetite not in the typical octahedral habitus but in the lamellar one, indicating its formation by processes of substi-

tion («pseudomorphism») of probable primary hematite (Cocco and Garavelli, 1954).

Recent analyses carried out on the Elban iron mineralizations (particularly on the hematite bodies) as part of studies coordinated by the «Aithale» Research Group (cf. Benvenuti *et al.*, 2012) revealed their high tin and tungsten contents (respectively on the order of hundreds and thousands of micrograms/gram). Quite incredibly, this characteristic had never before been reported. Electron microscopy showed that the anomalous concentrations of the two elements were due mainly to the substantial presence of phases like cassiterite, scheelite and ferberite (Fig. 10). This geochemical anomaly is more or less constantly observed in all the specimens of hematite mineralizations

Neri e Stagnone) o al contatto con le sovra-stanti formazioni carbonatico-dolomitiche (Capo Calamita). A Calamita i litotipi carbonatici sono stati interessati da intensi processi metasomatici, che hanno portato alla formazione di due principali tipi di skarn, l'uno a granato (andradite) prevalente, l'altro ad ilvaite – hedenbergite. Quest'ultimo tipo di skarn forma dei bellissimi affioramenti nella zona di Punta Nera, dove sono osservabili stupende tessiture listate e sferoidali. Da ricordare che l'ilvaite, particolarmente abbondante anche negli altri skarn elbani, fu scoperta a cavallo tra il XVIII ed il XIX secolo proprio all'Elba, nella zona di Torre di Rio. A Capo Calamita (nelle località Grotta Rame e Grotta dell'Ebreo) sono stati ritrovati anche numerosi minerali cupriferi e rari minerali come la bonattite, la pisanite ed un minerale «organico», la minguzzite. Tipica dei giacimenti del gruppo (b), forse con la sola eccezione del Ginevra, è la prevalente ricorrenza della magnetite non nel tipico habitus ottaedrico, ma in quello lamellare, che denuncia quindi una sua formazione in seguito a processi di sostituzione («pseudomorfo») su probabile ematite primaria (Cocco e Garavelli, 1954).

Analisi recentissime effettuate sulle mineralizzazioni a ferro dell'Elba (ed in particolare dei corpi ad ematite) nell'ambito degli studi coordinati dal Gruppo di Ricerca «Aithale» (cfr. Benvenuti *et al.*, 2012) ne evidenziano un elevatissimo contenuto in stagno e tungsteno (rispettivamente dell'ordine delle centinaia e delle migliaia di microgrammi/grammo), caratteristica che incredibilmente non era mai stata segnalata in precedenza. L'analisi al microscopio elettronico ha permesso di attribuire queste anomale con-

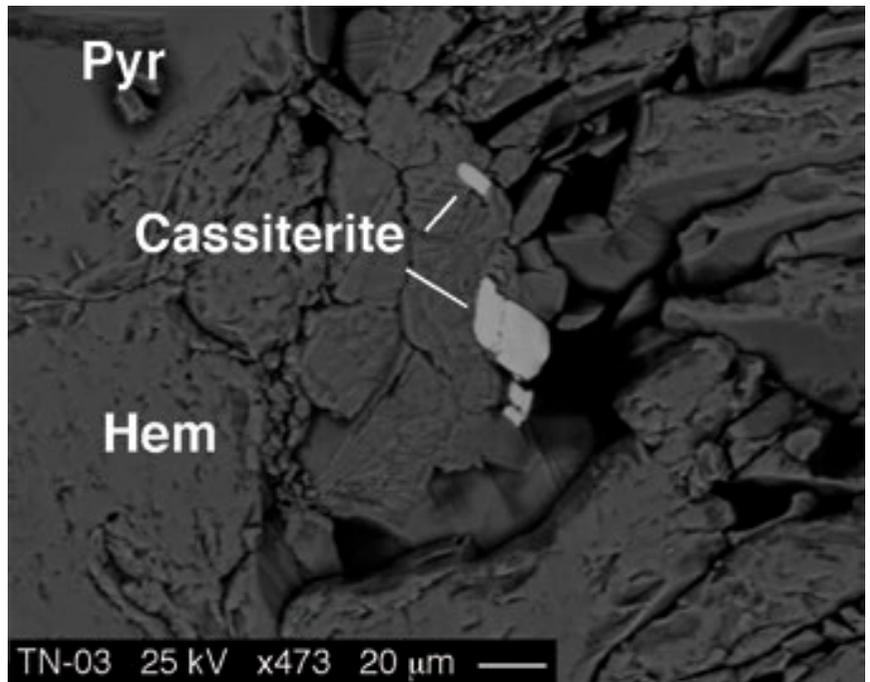


Fig. 10 Cristalli di cassiterite (SnO_2) in una matrice di ematite (hem) e pirite (pyr). Miniera di Terranera (SEM, immagine in elettroni retrodiffusi).

Fig. 10 Cassiterite (SnO_2) crystals in a hematite (hem) and pyrite (pyr) matrix. Terranera Mine (SEM, back-scattered electron image).

centrazioni dei due elementi perlopiù alla presenza discreta di fasi come cassiterite, scheelite e ferberite (Fig. 10). Tale anomalia geochimica si osserva più o meno costantemente in tutti i campioni di mineralizzazioni ad ematite prelevati del distretto di Rio Marina, indipendentemente dal cantiere di provenienza (Vigneria, Bacino, Valle Giove, Rio Albano), oltre che nella miniera di Terranera; da notare che né le masse limonitiche superficiali (miniere di Rio Albano e Rio Marina) né le mineralizzazioni a magnetite della miniera di Capo Calamita (a sud) mostrano anomali contenuti in stagno o tungsteno.

Elba: 3000 anni di storia mineraria

Ripercorriamo brevemente alcune tappe fondamentali del lungo corso storico che ha visto la coltivazione delle risorse ferrifere elbane (cf. Corretti, 1997; Corretti e Benve-

sampled in the Rio Marina area, independently of the stope (Vigneria, Bacino, Valle Giove, Rio Albano), as well as in the Terranera mine; it should be noted that neither the superficial limonite masses (Rio Albano and Rio Marina mines) nor the magnetite mineralizations of Capo Calamita mine (to the south) show anomalous tin or tungsten contents.

Elba: 3000 years of mining history

We will briefly discuss some of the fundamental steps in the long history of the mining of Elban iron resources (cf. Corretti, 1997; Corretti and Benvenuti, 2001; Corretti and Firmati, 2011; also see Table 1). It is not known when the iron mineralizations were first exploited on Elba. In the

small treatise «*De mirabilibus auscultationibus*» (a collection of unbelievable stories falsely attributed to Aristotle and dating to the early 3rd century BC), it is mentioned that Elba Island initially furnished copper and only later iron. Although copper is only present on the island in small outcrops, it is possible that it was exploited in ancient times. Various archaeological specimens (e.g. the hoards of bronze objects discovered both on Elba and on the adjacent Tuscan coast, generally dated between the 10th and 8th centuries BC) seem to indicate that Elba, and all of Etruria Mineraria, was a centre of attraction for seafarers from the Eastern Mediterranean, via both the Strait of Messina and Sardinia, at least from the end of the Bronze Age. Testimony to this «metal rush» comes from Apollonius of Rhodes' fa-

nuti, 2001; Corretti e Firmati, 2011; si veda anche la Tab. 1).

Non abbiamo gli elementi per individuare una data d'inizio dello sfruttamento delle mineralizzazioni a ferro dell'Elba. Nel trattato *De mirabilibus auscultationibus* (una raccolta di racconti incredibili falsamente attribuita ad Aristotele e risalente forse all'inizio del III sec. a. C.) si ricorda come inizialmente l'isola d'Elba abbia fornito rame, e solo più tardi il ferro. Sebbene sull'isola il rame sia presente solo in modesti affioramenti, è possibile che sia stato sfruttato in epoca remota. Varie evidenze archeologiche (ad esempio i ripostigli di oggetti in bronzo, generalmente datati tra il X e l'VIII sec. a. C., ritrovati sia all'Elba che sulle coste toscane antistanti) sembrano indicare che l'Elba, ed in genere tutta l'Etruria mineraria, costituissero – almeno dalla fine dell'Età del Bronzo – un polo di attrazione per navigatori provenienti dal Mediterraneo orientale, sia attraverso lo Stretto di Messina che la Sardegna. Una testimonianza di tale «corsa ai metalli» è in qualche modo rappresentata dal famoso mito degli Argonauti riportatoci da Apollonio Rodio: un gruppo di giovani che, tra mille avventure, cerca l'oro in terre lontane, affrontando per la prima volta il mare aperto fino a giungere nel Mediterraneo occidentale. Tenuto conto che (come gli antichi sapevano) gli Argonauti dall'Elba ci erano passati, è possibile reinterpretarne il mito ipotizzando che si riferisca alla venuta di «cercatori di metalli»

dall'area Egea, dove la tecnologia del ferro era già nota anche se non pienamente sviluppata, i quali, giunti nell'isola forse in cerca di rame e stagno, vi avrebbero identificato le enormi (per l'epoca) riserve di ferro (cf. Dini *et al.*, 2007).

Ciò nonostante, in epoca arcaica (VIII-VII sec. a. C.) non assistiamo, almeno in base ai dati archeologici, al *climax* dell'estrazione e della produzione del ferro elbano documentato in epoche successive.

È piuttosto tra il VII e il VI sec. a. C. che constatiamo l'esportazione del minerale grezzo, il cui alto tenore in ferro ne rendeva conveniente un trasporto a distanza. La vicinanza dei giacimenti di ferro elbani agli approdi dell'isola permetteva, infatti, di imbarcare il minerale evitando costosi trasporti terrestri. Le miniere si affacciavano su uno dei corridoi marittimi più importanti del Mediterraneo Occidentale, punto di passaggio e di tappa delle più frequentate rotte tirreniche, sia di lunga percorrenza che di cabotaggio. È verosimile comunque che fin dall'inizio il ferro elbano venisse commerciato anche come semilavorato.

La ricostruzione delle rotte commerciali del minerale di ferro elbano, grazie alle recentissime scoperte sopra accennate, si può avvalere di un nuovo, potente strumento: la tracciabilità geochemica del minerale ematitico elbano che presenta elevati contenuti di W+Sn (Benvenuti *et al.*, 2012). Mostrano chiari indizi di provenienza elbana non solo i

mous epic poem on the Argonauts: a group of youths who, among a thousand adventures, sought gold in far-off lands, facing the open sea for the first time and eventually reaching the Western Mediterranean. Considering that (as the ancients knew) the Argonauts passed by Elba, it is possible to reinterpret the myth by hypothesizing that it refers to the arrival of «metal prospectors» from the Aegean area, where iron technology was already known, if not fully developed. Having arrived on the island perhaps in search of copper and tin, they would have recognized the vast (for the time) iron resources (cf. Dini *et al.*, 2007).

Nevertheless, we do not observe in the archaic epoch (8th-7th century BC) the frenzy of extraction and production of Elban iron documented in later eras, at least based on the archaeological data. It is only in the 7th to 6th centuries BC that we find the export of crude ore, whose high iron contents made its long-distance transport economical. Indeed, the proximity of the Elban iron deposits to the island's ports meant that the mineral could be loaded on ships without expensive land transport. The mines looked out on one of the most important maritime corridors in the Western Mediterranean, a point of passage and stopover of the most heavily trafficked long-distance and coastal Tyrrhenian trade

routes. It is likely, however, that Elban iron was also traded as a semi-processed product right from the beginning.

Very recent discoveries have provided a powerful new tool for reconstruction of the trade routes of Elban iron ore: geochemical traceability of the Elban hematite, which presents high W+Sn contents (Benvenuti *et al.*, 2012). There is clear evidence of an Elban origin of the hematite fragments found in Elban smelting sites of Roman (Magazzini, S. Giovanni) and medieval age (Monte Strega), as well as in various metallurgical sites of Tuscany (Baratti-Popolonia, Pisa, etc.) and southern Italy (Ischia, the ancient Pithekussa: Benvenuti *et al.*, *in prep.*).

In the 6th century BC, Popolonia became equipped with a building dedicated to iron working ('industrial building'), which was active until the early 3rd century BC. Even more evident are the remains of furnaces at Follonica. Perhaps the availability and control of the iron ore deposits allowed Popolonia to avoid the crisis that struck the other Etruscan cities during the 5th century BC. However, this prosperity had to reckon with a powerful state interested in the supply of metals: Syracuse. According to literary sources, the Syracusans took possession of Elba on the official excuse of wanting to repress the threat of Etruscan pirates (453

frammenti di ematite ritrovati in siti di riduzione sull'isola d'Elba, di età romana (Magazzini, S. Giovanni) e medievale (Monte Strega), ma anche quelli ritrovati in vari siti metallurgici della Toscana (Baratti-Populonia, Pisa, ecc.) o dell'Italia meridionale (Ischia, l'antica Pithekussa: Benvenuti *et al.*, in prep.).

Nel corso del VI sec. a.C. Populonia si dota di un edificio per la lavorazione del ferro ('edificio industriale'), attivo fino all'inizio del III sec. a.C.; ancora più evidenti i resti di forni di Follonica. Forse proprio la disponibilità e il controllo dei giacimenti ferriferi evitarono a Populonia la crisi che colpì invece le altre città etrusche, nel corso del V sec. a.C. Una prosperità che dovette fare i conti con una potenza interessata all'approvvigionamento di metalli: Siracusa.

Secondo le fonti letterarie i Siracusani, che ufficialmente intendevano reprimere la minaccia dei pirati etruschi, in realtà si impossessarono dell'isola d'Elba (453 a.C.). Tale politica di interesse verso il Tirreno e in particolare verso l'arcipelago Toscano, in opposizione alle città dell'Etruria Meridionale (Cere e Tarquinia), caratterizzerà la successiva politica siracusana nella prima metà del IV sec. a. C.

Qualcosa sembra mutare a Populonia, dove, in base ai dati delle necropoli ellenistiche, tra IV e III sec. a. C. assisteremmo all'ascesa di un ceto sociale emergente, forse diverso dalle antiche famiglie aristocratiche che avevano costruito i famosi tumuli, e che

è probabilmente legato alla lavorazione del ferro dell'Elba. All'inizio del III sec. a.C. Populonia entra nell'orbita romana.

Probabilmente a questo periodo si possono fare risalire le prime tracce di lavorazione primaria del minerale ferroso sull'isola d'Elba, anche se il grande sviluppo della siderurgia populoniese ed elbana si realizza dopo la metà del III sec. a. C.

Sotto lo stretto controllo di Roma, tutto il territorio elbano fu organizzato in maniera funzionale allo sfruttamento minerario, con un pesante impatto sulle risorse boschive. Nel 205 a. C., quando Publio Cornelio Scipione (il futuro Africano) stava preparando la spedizione in Africa contro Annibale, per l'allestimento dell'esercito e della flotta chiese alle città etrusche, soprattutto quelle dell'Etruria settentrionale, di fornire determinati articoli: e ovviamente il ferro fu prerogativa dei Populoniesi.

Tra la fine del III e il I sec. a. C. vanno datati i grandi accumuli di scorie ferrose che si trovano nelle principali vallate dell'isola, sia nella parte orientale che in quella occidentale, nonché, sul continente, gli immensi ammassi di scorie di Populonia e del golfo di Follonica. Così si esprime Diodoro Siculo, uno scrittore del I sec. a. C., sull'attività metallurgica per la riduzione del ferro elbano:

All'altezza della città etrusca di Populonia vi è un'isola chiamata Aethalia, che dista dalla costa circa 100 stadi e ha preso tale nome dalla gran-

BC). This interest in the Tyrrhenian and particularly in the Tuscan archipelago, in opposition to the cities of southern Etruria (Caere and Tarquinia), would characterize Syracusan policies in the first half of the 4th century BC.

Then something seems to have changed at Populonia. On the basis of the dates of the Hellenistic necropolises, an emergent social class arose between the 4th and 3rd centuries BC, perhaps different from the ancient aristocratic families that had built the famous tombs, and this was probably related to the processing of iron ore from Elba.

At the beginning of the 3rd century BC, Populonia came under Roman control. The first traces of primary working of the iron mineral on the island of Elba can probably be dated to this period, even though the great development of Populonian and Elban iron metallurgy occurred after the middle of the 3rd century BC. Under the strict control of Rome, all of Elba was organized toward mineral exploitation, with a strong impact on the forest resources. In 205 BC, when Publius Cornelius Scipio (the future Africanus) was preparing his expedition to Africa against Hannibal, he asked the Etruscan cities, above all those of northern Etruria, to provide certain articles to equip the army and the fleet: and obviously iron was the prerogative of the Populonians.

The huge accumulations of iron slag found in the main valleys of the eastern and western parts of the island, as well as part of the immense slag heaps of Populonia and the gulf of Follonica, can be dated to between the late 3rd and 1st centuries BC. As Diodorus Siculus, a writer in the 1st century BC, wrote on the metallurgical activity for the smelting of Elban iron:

«Off the Etruscan city of Populonia is an island called Aethalia, which is about one hundred stades from the coast. It has received this name from the soot (AITHALE) which lies over it. For the island is rich in iron ore, which they crush in order to fire it and obtain the iron; and mines are very abundant. Those engaged in working this ore crush the mineral and burn the broken rocks in certain ingeniously made furnaces. And in these furnaces, they smelt the rocks and reduce them to pieces of constant and manageable size, similar in appearance to large sponges. The merchants select them, purchase them and transport them to Pozzuoli and to other trading centres. Other men purchase these cargoes and, with the aid of a large number of artisans in their employ, produce all kinds of iron objects. Some of them are shaped into arms and others are made

de quantità di fuliggine (AITHALE) che vi si trova. L'isola infatti è ricca di minerale di ferro, che frantumano per cuocerlo e ricavarne il ferro; e le miniere sono molto abbondanti. Gli addetti alla lavorazione tagliano il minerale e bruciano le pietre così spezzettate in certe fornaci fatte con ingegno. Dentro queste fornaci fondono le pietre e le riducono in pezzi di grandezza costante e maneggevole, simili nell'aspetto a grandi spugne. I mercanti li raccolgono, li acquistano e li trasportano a Pozzuoli e negli altri centri commerciali. Alcuni poi acquistano questi carichi e, grazie al gran numero di artigiani che hanno alle loro dipendenze, producono oggetti in ferro di tutte le specie. Ad una parte di essi danno una forma adatta a farne armi, ad un'altra parte invece una forma adatta a ricavarne forche e falci: e poi i mercanti distribuiscono questi oggetti dovunque, sì che molte parti del mondo abitato fruiscono di questa abbondanza.

I milioni di tonnellate di scorie documentati a Populonia, sul litorale, e nell'isola fanno pensare ad un'attività intensissima, che veramente deve aver coperto l'isola di fuliggine, depauperandone le foreste. Insieme agli artigiani molti schiavi devono essere stati impiegati sia nelle miniere che nei centri di riduzione.

Intorno alla metà del I sec. a. C., forse proprio per il depauperamento delle risorse boschive, fu deciso di abbandonare l'attività metallurgica sull'isola d'Elba e di proseguirla solamente sulla terraferma, come ci testimoniano Strabone e Varrone. Secondo Strabone, che scrive nel I sec. a.

into shapes suitable for forks and sickles: and then these merchants take these objects far and wide, so that many parts of the inhabited world may share in this abundance».

The millions of tons of slag documented on the shore at Populonia and on Elba suggest an intense activity that truly must have covered the island in soot, devastating the forests. Together with artisans, many slaves must have been employed in the mines and smelting centres.

Around the middle of the 1st century BC, perhaps because of the decline of the forest resources, it was decided to abandon the metallurgical activity on Elba and to continue it only on the mainland, as documented by Strabo and Varro. According to Strabo, who wrote in the 1st century BC, the ore was loaded directly onto boats and transported to Populonia to be processed there. Based on the little archaeological information at our disposal, the extraction of iron on Elba also seems to have been interrupted around the 1st century BC, if we can give credit to the report by Pliny the Elder (who died in 79 AD during the eruption of Vesuvius) concerning an old decree by the Senate imposing the closure of the mines

C., il minerale veniva caricato direttamente sulle barche e trasportato a Populonia per essere lavorato. In base almeno ai pochi dati archeologici a nostra disposizione, anche l'estrazione del ferro all'Elba sembra essere stata interrotta intorno al I sec. a.C., se dobbiamo dare credito a quanto riporta Plinio il Vecchio (morto nel 79 d.C. durante l'eruzione del Vesuvio) a proposito di un vecchio decreto del Senato che imponeva la chiusura delle miniere sul suolo italico per risparmiare l'Italia («*Italiae parci*», dice il testo latino).

Non abbiamo elementi per postulare l'attività delle miniere elbane in età medio- e tardo imperiale, se non per un uso strettamente locale; anche i versi del poeta Rutilio Namaziano, che costeggia l'isola d'Elba nel 416 d. C., sono abbastanza generici e non permettono di sapere se egli vide o meno le miniere in attività; di certo Populonia era ormai in rovina.

Purtroppo i secoli dell'alto medioevo costituiscono a tutt'oggi una zona d'ombra nella ricerca archeologica: probabilmente una qualche attività estrattiva del ferro, all'isola d'Elba, deve essere ripresa abbastanza presto, magari per gli usi locali, e non in vista di un'ampia esportazione.

Un vero e proprio rilancio dell'attività estrattiva e metallurgica si ha invece a partire dall'XI sec. e fino al XIV sec., quando l'isola d'Elba è nell'area di influenza pisana. Di nuovo, come in età romana, si procede

on Italian soil in order to save Italy («*Italiae parci*», states the Latin text).

We have no evidence of Elban mining activity during the middle and late Imperial age, if not for a strictly local use. The verses of the poet Rutilius Namatianus, who sailed along the Elban coast in 416 AD, are also rather general and do not tell us if he saw the mines in action; certainly Populonia was in ruin by then. Unfortunately the centuries of the Early Middle Ages are still a dark zone in archaeological research: probably some extraction of iron must have been resumed on Elba, perhaps for local uses and not with the aim of serious exportation.

Instead, a true resumption of Elban mining and metallurgical activities began in the 11th century and continued until the 14th century, when the island came under the control of Pisa. As in the Roman age, smelting of the iron ore took place on the island and on the adjacent coast (Follonica, Piombino). However, the slag heaps dated to the time of Pisan dominion are generally small and the sites are situated far from the sea near mule tracks. The iron smelting no longer occurred in large cities but in small, often seasonal workshops with few workers (the

alla riduzione del minerale ferroso sull'isola e sulle coste antistanti (Follonica, Piombino). Tuttavia gli accumuli di scorie databili all'epoca del dominio pisano sono generalmente di piccole dimensioni, i siti sono disposti lontano dal mare e vicino a mulattiere; la riduzione del minerale ferroso non avviene più in pochi grossi centri, ma in piccole officine spesso stagionali, con pochissimi addetti, che venivano messe su di volta in volta in luoghi in cui l'approvvigionamento di combustibile fosse agevole. Come evidenziato dallo studio di dettaglio del sito di Monte Strega (Corretti *et al.*, 2012), la riduzione dei minerali di ferro avveniva in «basso fuochi», costituiti solamente da un basso muretto per proteggere il mantice e contenere carbone e minerale: le pareti del forno, infatti, sono realizzate con i blocchi di minerale destinati alla riduzione successiva. Si sono rinvenuti abbondanti frammenti di tuyères o bocche di mantice e molte piccole scorie di colata (segno che la scoria veniva evacuata gradualmente). Presumibilmente l'impatto ambientale di tale attività fu minore rispetto all'epoca romana, anche se da alcuni documenti traspare la preoccupazione degli Anziani di Pisa di tutelare i boschi nella zona di Capoliveri.

Quando, allo scorcio del XIV sec., Pisa perde il controllo dell'isola d'Elba e della zona di Piombino che verranno a costituire la signoria degli Appiani, assisteremo, sempre in base alla documentazione archeologica, alla scomparsa dell'attività metallurgica

da parte dei fabbri pisani sul territorio. Si continuerà, certo, a esportare ferro, ma come minerale.

Il passaggio dal sistema diretto al sistema indiretto, con necessità di altiforni per la produzione di ghisa, taglierà fuori l'isola d'Elba dai processi produttivi fino ai nostri giorni; anche due tentativi dell'inizio del XVI sec. per l'impianto di forni stabili non avranno successo, come non avranno esito i tentativi di Napoleone di impiantare un'attività siderurgica sull'isola. Il problema, insolubile, sarà infatti non solo il difficile rifornimento di carbone, ma anche la carenza di corsi d'acqua tali da poter alimentare con continuità le ruote dei mantici.

Conclusioni

È sorprendente constatare quante informazioni possano darci, quante storie possano narrarci questi meravigliosi «fiori della Terra»! I campioni di ematite e di goethite, di magnetite e pirite del Museo di Mineralogia, con le loro forme perfette ed i giochi di luce ci testimoniano il lavoro di milioni di anni di processi naturali, ma ci rimandano anche al sudore ed alla fatica di generazioni e generazioni di uomini e donne che ad essi hanno legato le loro vicende esistenziali. Un intreccio incredibile di scienza e storia, di cultura ed economia che ci rimanda agli albori della nostra storia. Molto, molto di più che dei semplici sassi....!

so called «*fabri pisani*», Pisan smiths), erected from time to time in places with an ample fuel supply. As shown by the detailed study of the Monte Strega site (Corretti *et al.*, 2012), the smelting of iron ores took place in low shaft furnaces («*basso fuochi*»), consisting only of a low wall to protect the bellows and contain the coal and ore: in fact, the walls of the furnace were made of the blocks of ore destined for subsequent smelting. Abundant fragments of tuyeres or nozzles of bellows and many small pieces of tapping slag were found (a sign that the slag was tapped gradually out of the furnace). Presumably the environmental impact of this activity was less than in the Roman age, although some documents suggest the concern of the Elders of Pisa to protect the woods in the zone of Capoliveri.

On the basis of archaeological evidence, the metallurgical activity by *fabri pisani* ceased when Pisa lost control of Elba and the Piombino area (which then made up the seigniorate of the Appiani). Iron continued to be exported, but only as ore.

The passage from the direct system to the indirect system, with the need of blast furnaces for the produc-

tion of cast iron, cut Elba off forever from the production processes. Two attempts to set up permanent furnaces at the beginning of the 16th century were unsuccessful, just as Napoleon's attempts to establish iron works on the island led nowhere. The insoluble problem was not only the difficult supply of coal but also the lack of watercourses to continuously power the wheels of the bellows.

Conclusions

It is amazing how much information can be provided and how many stories can be recounted by these marvellous «flowers of the Earth»! The Mineralogy Museum's specimens of hematite and goethite, of magnetite and pyrite, with their perfect forms and plays of light tell us of the work of millions of years of natural processes. But they also inform us of the sweat and the struggle of generations and generations of men and women who based their daily lives on them. An incredible entwinement of science and history, of culture and economics, which takes us back to the dawn of our history. Much, much more than simple stones[...].!



Fig. 1

La città di Firenze: un museo di litologia all'aperto

The city of Florence: an open-air lithology museum

Elena Pecchioni, Emma Cantisani, Fabio Fratini

Premessa

La città di Firenze costituisce, per l'immenso patrimonio artistico di cui è ricca, una sorta di «museo» a cielo aperto. Le opere d'arte e i grandi monumenti realizzati con le pietre affioranti per lo più nelle aree limitrofe alla città, sono da anni oggetto di studio sia da parte del Museo di Storia Naturale di Firenze che del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, impegnati nella caratterizzazione relativa ai materiali lapidei naturali e artificiali costituenti l'architettura cittadina (Fig.1).

Le ricerche condotte possono essere suddivise in due periodi ben distinti: gli anni antecedenti il 1966, caratterizzati dagli studi geologici, mineralogici e petrografici di base, sulle formazioni geologiche di provenienza dei vari litotipi dell'area toscana e gli studi posteriori al 1966 (dopo l'alluvione

di Firenze), rivolti non solo alla caratterizzazione litologica, ma anche alla conoscenza delle fenomenologie di degrado dei materiali e allo studio sui metodi di conservazione (Pecchioni e Squarcialupi, 2002) per il recupero delle Opere che erano state danneggiate dall'evento catastrofico dell'alluvione. Firenze, seppur involontariamente a causa di un evento distruttivo, si trovò in ambito italiano e mondiale, al centro di studi innovativi sulla conservazione delle opere d'arte per salvare gran parte delle sue ricchezze artistiche.

I materiali utilizzati nell'architettura fiorentina, sono quindi strettamente legati, come in genere accade, alla posizione geografica della città e alla sua storia, caratterizzata come per tutte le città d'Europa, dal succedersi degli stili architettonici che hanno prodotto negli anni cambiamenti sostanziali del centro storico.

Foreword

Because of its immense artistic heritage, the city of Florence constitutes a kind of open-air «museum». The works of art and great monuments created mainly with stones outcropping in the areas around the city have been studied for many years by the Museum of Natural History and the Department of Earth Sciences of the University of Florence in order to characterize the natural and artificial stone materials used in the city's architecture (Fig. 1). These studies can be divided into two distinct periods: the years before 1966, characterized by basic geological, mineralogical and petrographic studies of the geological formations that yielded the various lithotypes of Tuscany; the years after

1966 (after the Florence flood), aimed not only at lithological characterization but also at knowledge of the processes of deterioration of the materials and the study of conservation methods for recovery of the works damaged by the catastrophic deluge (Pecchioni and Squarcialupi, 2002). In Italian and international circles, Florence found itself, albeit unintentionally because of the destructive event, at the centre of innovative studies on the conservation of art works aimed at saving most of its artistic wealth.

Therefore, the materials used in Florentine architecture are closely linked to the geographical position of the city and to its history, characterized (like all European cities) by the succession of architectural styles that has produced substantial changes to the historical centre over the years.

Fig. 1 La Cupola della Cattedrale di Santa Maria del Fiore: testimonianza nel mondo del valore artistico di Firenze.

Fig. 1 The Dome of Santa Maria del Fiore Cathedral: an attestation in the world of the artistic quality of Florence.



Fig. 2 Seconda cerchia comunale (1284-1333), realizzata in conci di Pietraforte, nel tratto da Porta San Miniato al Forte Belvedere.

Fig. 2 11nd commune walls (1284-1333), made of Pietraforte, in the part from Porta San Miniato to Forte Belvedere.

I materiali utilizzati nell'Architettura Fiorentina

I materiali utilizzati nell'architettura fiorentina, come già ricordato, sono collegati alla storia e al succedersi degli stili che si sono imposti nella città.

Se escludiamo il periodo della Firenze romana (*Florentia*, 59 a. C.), di cui rimangono solo resti sepolti e frammenti decorativi in pietra arenaria, si può far risalire al XII sec. l'esteso utilizzo della pietra per la realizzazione degli edifici pubblici e privati nella città che inizia ad espandersi e a crescere di importanza con la costruzione di una nuova cinta muraria che ingloba le mura matildine dell'XI sec. (costruite sulle mura del *castrum* romano). A questa fece seguito una ulterio-

re espansione con la costruzione della cinta muraria del XIII-XIV sec. (Figg. 2, 3) (Snura, 1975; Artusi, 2005), raggiungendo così il livello delle grandi città europee. Le case torri sono le tipiche costruzioni in pietra di questo periodo, di stile austero, per la presenza in facciata di pietre in bozze non lavorate, come nel palazzo del Bargello.

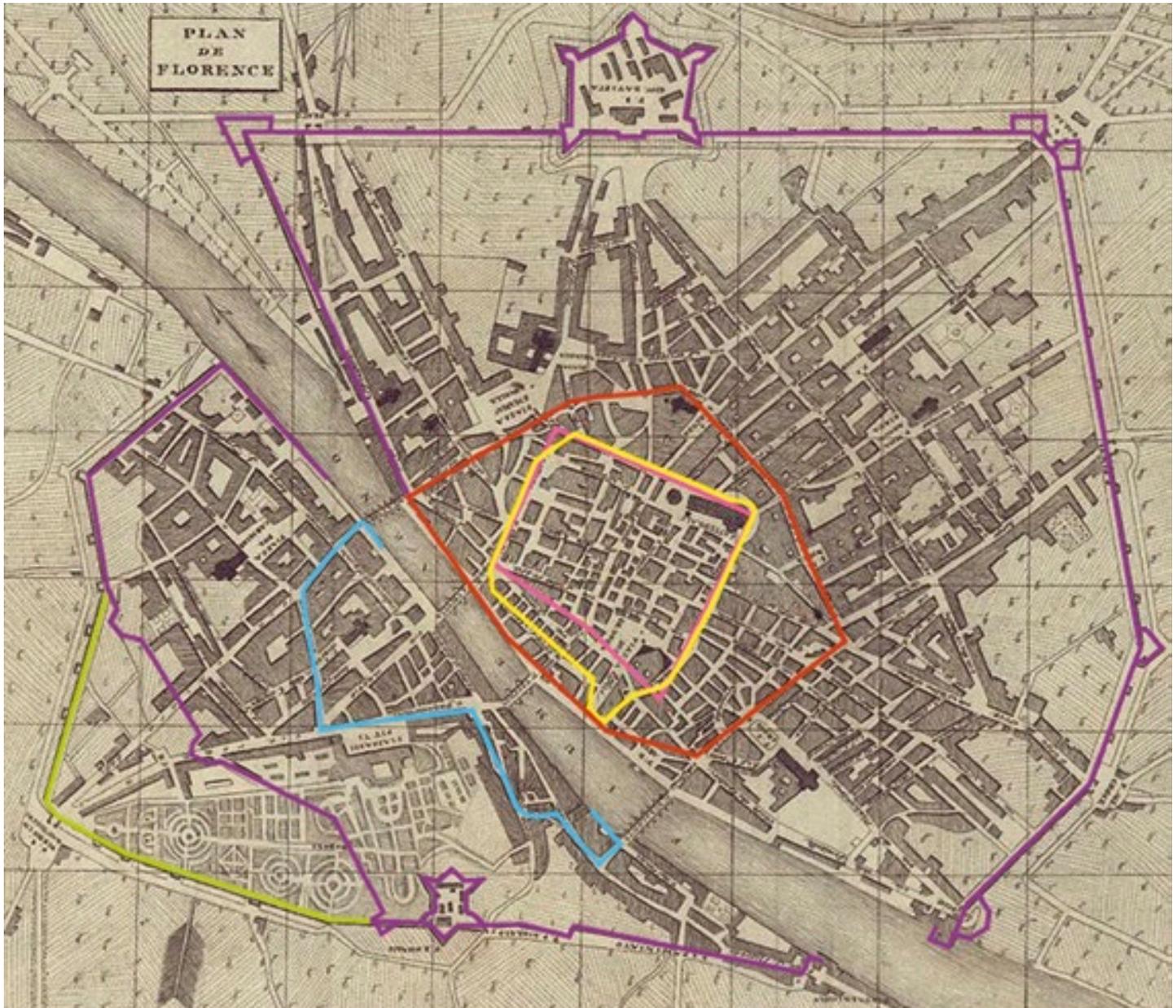
Alla metà del XIII secolo tutte le torri furono mozzate, per dare un segnale visibile di come il potere delle famiglie nobili fosse ormai finito: il cronista fiorentino Giovanni Villani (1280-1348) nella sua *Nuova Cronica* (1322), scrive che nel 1251 fu deciso «che tutte le torri di Firenze, che ce n'avea grande quantità alte 120 braccia [quasi 70 metri], si tagliassono e tornassono alla misura di 50 braccia [29 metri] e non più, e così fu fatto [...]». Da questo momento in poi si cominciarono ad erigere monumenti pubblici degni di un centro divenuto uno dei più grandi e ricchi d'Europa; furono così costruiti Palazzo Vecchio, la Loggia dei Priori (oggi Loggia dei Lanzi) e numerosi palazzi della emergente borghesia artigiana. La tipica costruzione residenziale è rappresentata da Palazzo Davanzati (inizio 1300). Nel 1296 con Arnolfo di Cambio inizia la costruzione della Cattedrale di Santa Maria del Fiore, sulle fondamentazioni della chiesa di Santa Reparata (V sec.). Tra il 1337 e il 1350 viene costruita la loggia per il mercato delle granaglie (Orsanmichele), realizzata in Pietraforte, con raffinate trifore sempre dello stesso materiale, bifore e tabernacoli in marmo di Carrara e tondi in ceramica, raffiguranti le antiche corporazioni delle arti della città; nella seconda metà del XIV sec. per la devozione manifestata dai fiorentini all'immagine della Madonna che si trovava su di un pilastro del loggiato, il piano terra dell'edificio fu trasformato nella Chiesa delle Corporazioni delle Arti (Fig. 4).

The materials used in Florentine architecture

As already mentioned, the materials used in Florentine architecture are related to the city's history and succession of styles. If we exclude the period of Roman Florence (*Florentia*, 59 BC), of which only buried remains and decorative fragments in sandstone remain, we can date the extensive use of stone for the realization of Florentine public and private buildings to the 12th century when the city began to expand and increase in importance, with the construction of new city walls incorporating the 11th century Matildine walls (built on the wall of the Roman *castrum*). This was

followed by a further expansion and construction of the walls of the 13th-14th century (Figs. 2, 3) (Snura, 1975; Artusi, 2005), when Florence reached the level of the great European cities.

Tower houses were the typical stone constructions of that period, with an austere style due to the presence of unworked stone blocks in the façades, as in the Palazzo del Bargello. All the towers were cropped in the middle of the 13th century to give a visible signal that the power of the noble families had now finished: in his *Nuova Cronica* (1322), the Florentine chronicler Giovanni Villani (1280-1348) wrote that it had been decided in 1251 «that all the



Nel Quattrocento con l'avvento del Rinascimento, l'architettura privata si differenzia con la costruzione di palazzi di aspetto vario. Il rivestimento parietale, nel primo Rinascimento, è costituito dal bugnato e dai semipilastrini, come nel caso di Palazzo Medici Riccardi di Michelozzo o di Palazzo Rucellai, ideato da Leon Battista Alberti. Viene ulti-

mata la costruzione della Cattedrale di Santa Maria del Fiore, consacrata nel 1436 al termine dei lavori della cupola del Brunelleschi.

Con il XVI secolo, la concentrazione dei palazzi in alcune strade diventa così rilevante da mutare la morfologia dei quartieri (Gurrieri e Fabbri, 1995; Profeti, 2000; Carlini *et al.*, 2001).

towers of Florence, with a great height of 120 arms [almost 70 metres], were to be brought down and returned to the measure of 50 arms [29 metres] and no more, and this was done [...]» From that moment on, public monuments worthy of one of the largest and richest cities in Europe began to be erected, including Palazzo Vecchio, Loggia dei Priori (today Loggia dei Lanzi) and numerous palaces of the emerging artisanal middle class. The typical residential construction is represented by Palazzo Davanzati (begun in 1300). In 1296, Arnolfo di Cambio began the construction of the Santa Maria del Fiore Cathedral on the foundations of the Santa Reparata Church (5th century). The

loggia for the grain market (Orsanmichele) was built with Pietraforte between 1337 and 1350, with refined three-lancet windows in the same material, double-lancet windows and tabernacles in Carrara marble, and ceramic tondi representing the city's ancient craft and trade guilds; in the second half of the 14th century, the ground floor of the building was transformed into the church of the guilds (Fig. 4), on account of the devotion manifested by Florentines to the image of the Virgin Mary on a pilaster of the loggia.

With the advent of the Renaissance in the 15th century, the private architecture became differentiated, with the construction of palaces of varied appearance. In the

Fig. 3 Mappa delle cerchie murarie di Firenze: in rosa la prima cerchia romana, in giallo la cerchia matildina (1078), in rosso la prima cerchia comunale (1173-1175) con estensione nel Duecento alla zona di Oltrarno in colore azzurro, in viola la seconda cerchia comunale (1284-1333) con l'ampliamento del XVI sec. in colore verde (Mappa antica di Firenze tratta da *Guida della città di Firenze ornata di pianta e vedute*, Firenze, Antonio Campani, 1822, versione modificata).

Fig. 3 Map of Florence's walls: in pink, the first Roman wall; in yellow, the Matildine walls (1078); in red, the 1st commune walls (1173-1175) with the extension in the 13th century to the Oltrarno zone (in blue); in violet, the 2nd commune walls (1284-1333) with the 16th century expansion in green (ancient map of Florence taken from *Guida della città di Firenze ornata di pianta e vedute*, Firenze, Antonio Campani, 1822, modified).



Fig. 4

Nel XVII sec. si afferma l'arte barocca e a Firenze iniziano grandi opere di restauro e di completamento di edifici già esistenti. In questo periodo le facciate si impoveriscono dei rivestimenti in pietra e si arricchiscono invece di intonaci e intonaci graffiti. La Chiesa dei Santi Michele e Gaetano, insieme alla Chiesa di Ognissanti, Palazzo Corsini ed il complesso conventuale di San Filippo Neri, sono fra i pochi esempi di «barocco fiorentino», di aspetto particolarmente sobrio, molto lontano dalla ricchezza del barocco tipico di altre parti d'Italia e d'Europa (Bevilacqua e Romby, 2007). Nel XIX sec. dal 1865 al 1870, Firenze è capitale d'Italia e il progetto di ammodernamento di Giuseppe Poggi comporta purtroppo lo sventramento e la distruzione di buona parte del centro storico e la demolizione delle Mura cittadine per la costruzione dei viali di circonvallazione (si salveranno solo le antiche Porte) (Bargellini, 1998). Del XIX sec. (1887) è anche il rivestimento marmoreo della Facciata della Cattedrale di Santa Maria del Fiore ad opera di De Fabris. Alla fine del XIX inizi XX sec., con l'avvento dell'Art Nouveau, si abbandona in parte l'uso dei materiali lapidei naturali a favore della pietra artificiale, grazie allo sviluppo dei moderni leganti idraulici (cemento Portland).

Le pietre impiegate nel corso dei secoli a Firenze sono state soprattutto quelle provenienti dagli affioramenti litoidi prossimi alla

città fatto che permetteva quindi limitati costi di trasporto del materiale.

I principali materiali lapidei utilizzati nell'architettura fiorentina sono due arenarie: la Pietraforte e la Pietra Serena. In molte Chiese fiorentine sono stati inoltre utilizzati, con intenti decorativi, vari tipi di marmi, serpentiniti e calcari marnosi (Tab. 1). Si deve sottolineare comunque che, oltre ai materiali naturali, nella città sono stati impiegati, ad integrazione, completamento o rivestimento dei paramenti lapidei, anche materiali lapidei artificiali come intonaci, malte, laterizi e le ricordate pietre artificiali.

La Pietra Serena

L'utilizzo della Pietra Serena per realizzazioni architettoniche come ornamenti, oggetti di uso domestico, religioso e civile è noto sin dal periodo arcaico, come documentano le stele etrusche ritrovate a Fiesole. Da allora il suo uso si è protratto in maniera pressoché continua fino al XX secolo.

A Fiesole, cittadina adagiata sulla dorsale collinare a nord di Firenze, la cui origine risale all'età del Bronzo e che ebbe grande sviluppo con gli Etruschi (VIII – IV sec. a. C.) e poi con i Romani, si trovano le maggiori testimonianze dell'uso della Pietra Serena per la presenza di molte cave, ormai abbandonate. Boccaccio, riferendosi all'aspetto

early Renaissance, the wall facings consisted of ashlar and semi-pilasters, as in the case of Palazzo Medici Riccardi by Michelozzo or Palazzo Rucellai by Leon Battista Alberti. The Santa Maria del Fiore Cathedral was also completed, being consecrated in 1436 when work on Brunelleschi's dome finished.

In the 16th century, the concentration of palaces in some streets became so intense that the morphology of the districts changed (Gurrieri and Fabbri, 1995; Profeti, 2000; Carlini et al., 2001). The 17th century saw the advent of Baroque art, and grand works of restoration and completion of already existing buildings began in Florence. In this period, the façades were lined less in stone and more in plasters and graffito plasters. The San Gaetano Church, together with the Ognissanti Church, Palazzo Corsini and the San Filippo Neri convent, are among the few examples of «Florentine Baroque», of particularly sober appearance and very different from the richness of the Baroque typical of other parts of Italy and Europe (Bevilacqua and Romby, 2007). In the 19th century, Florence was the capital of Italy (from 1865 to 1870), and Giuseppe Poggi's modernization plan led to the unfortunate gutting and destruction of much of the historical centre and the demolition of the city walls for the construction of ring avenues (only the ancient Gates were saved) (Bargellini, 1998). Also belonging to the 19th century was the marble facing of the façade of the

Santa Maria del Fiore Cathedral by De Fabris (1887). With the advent of Art Nouveau in the late 19th/early 20th century, the use of natural stone materials was partly abandoned in favour of artificial stone, thanks to the development of modern binders (Portland cement).

The stones used in Florence over the centuries came mainly from outcrops near the city, which allowed limited transportation costs. The main stone materials employed in Florentine architecture are two sandstones: Pietraforte and Pietra Serena. Various types of marbles, serpentinites and marly limestones were also used for decorative purposes in many Florentine churches (Table 1). It must be underlined, however, that, in addition to the natural materials, artificial stone materials such as plasters, mortars, bricks and cements were also used in the city's buildings as additions, completions or facings of the stone walls.

Pietra Serena

The use of Pietra Serena for architectural ornaments and domestic, religious and civil objects is known from the archaic period, as documented by the Etruscan stelae found at Fiesole, and it was used almost continuously from then until the 20th century. Indeed, the greatest testimony to the use of Pietra Serena can be found at Fiesole, a small city on the hill north of Florence. Its origin dates to the

Fig. 4 Orsanmichele (XIV sec.) edificio realizzato in Pietraforte e decorato con elementi in marmo e ceramica.

Fig. 4 Orsanmichele (14th century), building made of Pietraforte and decorated with marble and ceramic elements.

Tabella 1. Elenco riassuntivo dei materiali impiegati nell'architettura fiorentina.

Materiali	Tipo litologico	Formazione geologica	Età	Cave Storiche	Classificazione petrografica	Caratteristiche distintive
Pietra Serena	Roccia sedimentaria	Formazione del Macigno, parte della Serie Toscana	Oligocene Superiore-Miocene Inferiore (27-20 Ma)	Colline a Nord della città di Firenze (Fiesole)	Grovacca feldspatica a grana medio-fine con matrice argillosa prevalente	- Porosità 4-6%; - Carico di rottura 70 MPa
Pietraforte	Roccia sedimentaria	Formazione della Pietraforte, parte del complesso alloctono delle Liguridi Esterne	Cretaceo Superiore (90-70 Ma)	Colline a Sud della città di Firenze (Piazzale Michelangelo)	Arenaria litica di granulometria fine, con matrice calcitico-argillosa	- Porosità 4-6%; - Carico di rottura 140 MPa - Laminazioni convolute dovute alle modalità di formazione degli strati (azione di trascinarsi della corrente di torbida) - Vene di calcite
Marmo	Roccia metamorfica	Formazione Marmo, parte della Serie Toscana metamorfica	Hettangiano (200 Ma)	Alpi Apuane bacini di Fantiscritti, Torano, Miseglia e Colonnata	Marmo a granulometria fine	- Porosità 1-2.5% - Carico di rottura circa 100 MPa
Calcari Marnosi Rossi	Roccia sedimentaria	Marne del Sugame, membro della Formazione Scaglia Toscana, parte della Serie Toscana	Cretaceo Superiore-Eocene (100-37 Ma)	San Giusto a Monterantoli (Cintoia, Firenze); Monsummano (Pistoia)	Calcere marnoso a granulometria fine	- Porosità 2-3.5% - Vene e noduli calcitici
Serpentinite Verde	Roccia metamorfica	Complessi Ofiolitici, parte del complesso alloctono delle Liguridi Esterne	Giurassico Inferiore-Medio (200-190 Ma)	Monte Ferrato (Prato) e Impruneta (Firenze)	Serpentinite a lizardite con vene di crisotilo e strutture a bastite e/o a rete	- Porosità 3-10% - Colore verde e aspetto simile alla pelle di un rettile
Calcere Alberese	Roccia sedimentaria	Formazione di Monte Morello, parte del complesso alloctono delle Liguridi Esterne	Eocene Inferiore-Medio (55-40 Ma)	Zona a Nord-ovest della città di Firenze (Monte Morello e Monti della Calvana)	Calcere marnoso a grana fine	- Porosità 2% - Concentrazioni di ossidi di ferro e manganese che danno luogo alle tipiche "figure dendritiche" - Frattura concoide

di Fiesole, la descriveva come un'immensa pietraia che incombeva su Firenze segnata dal colore plumbeo delle sue cave.

I primi utilizzatori delle cave fiesolane furono dunque gli Etruschi, poi i Romani e quindi i Longobardi, come testimonia la presenza di alcune tombe fatte di semplici blocchi messi in opera a secco e coperti da lastre e uno/

due capitelli riutilizzati, presenti nella cripta della Cattedrale di Fiesole (Salvianti e Latini, 1988).

Relativamente al periodo dell'alto Medioevo mancano testimonianze di continuità di lavorazione ma, a partire dal Duecento, con la nascita e lo sviluppo del libero comune di Firenze, anche i fiorentini cominciarono ad utilizzare, seppur in maniera limitata, la Pietra Serena. Se

Bronze Age but it developed markedly with the Etruscans (8th-4th century BC) and then the Romans on account of the many nearby quarries (now abandoned). Boccaccio, referring to the appearance of Fiesole, described it as an immense heap of stones looming over Florence, marked by the gray of its quarries.

Hence, the first users of the Fiesole quarries were the Etruscans, then the Romans and the Lombards, as shown by tombs made of simple blocks laid dry and covered by slabs and one/two reused capitals present in the crypt of the Fiesole Cathedral (Salvianti and Latini, 1988). There is no evi-

dence of continuity of Pietra Serena working in the early Middle Ages. However, the Florentines also began to use the stone (albeit in a limited manner) starting from the 13th century, with the origin and development of the free commune of Florence. Although initially the quarries already active in Fiesole were sufficient to satisfy the demand, it became necessary from the 13th to the 15th century to open quarries at Vincigliata and Settignano in the Mugnone Valley, in the hills north of the city. There were two reasons for this: one was the urban expansion of Florence, the other was the new stylistic needs proclaimed by illustrious artists (above all Brunelleschi), whose most

Table I. Summary list of the materials used in the Florentine architecture.

Materials	Lithologic type	Geologic Formation	Age	Historical quarries	Petrographical classification	Characteristic
Pietra Serena	Sedimentary rock	Macigno Formation-Tuscan Sequence	Upper Oligocene-Lower Miocene (27-20 Myr)	Hills north of Florence (Fiesole)	Middle-fine grained feldspathic graywacke with prevailing clay matrix	- Porosity 4-6%; - Compressive strength 70 MPa
Pietraforte	Sedimentary rock	Pietraforte Formation-External Ligurides allochthonous Complex	Upper Cretaceous (90-70 Myr)	Hills south of Florence (Piazzale Michelangelo)	Fine grained lithic arenite with clay and calcitic matrix	- Porosity 4-6%; - Compressive strength 140 MPa - Convolute laminations - Calcite veins
Marble	Metamorphic rock	Marble Formation-metamorphic Tuscan sequence	Hettangian (200 Myr)	Apuan Alps (Fantiscritti, Torano, Miseglia and Colonnata quarry districts)	Fine grained marble	- Porosity 1-2.5% - MPa
Red Marly Limestones	Sedimentary rock	Sugame marls, member of the Tuscan "Scaglia"-Tuscan Sequence	Upper Cretaceous-Eocene (100-37 Myr)	Cintoia (Florence) and Monsummano (Pistoia)	Fine grained marly limestone	- Porosity 2-3.5% - Calcite veins and nodules
Green Serpentinite	Metamorphic rock	Ophiolites of the External Ligurides allochthonous Complex	Lower Middle Jurassic (200-190 Myr)	Monte Ferrato (Prato) and Impruneta (Florence)	Lizardite rich Serpentinite with crysotile veins and bastite/mash structure	- Porosity 3-10% - Green colour and aspect similar to the skin of a reptile
Alberese Limestone	Sedimentary rock	Monte Morello Formation- External Ligurides allochthonous Complex	Lower Middle Eocene (55-40 Myr)	Mountain ridge north-west of Florence (Monte Morello and Calvana)	Fine grained marly limestone	- Porosity 2% - Iron and manganese oxides concentrations which give rise to the typical "dendritic figures" - Conchoidal fractures

in un primo momento le cave già attive di Fiesole furono sufficienti a soddisfare la richiesta, dal XIII al XV sec., si rese necessaria l'apertura di cave nella valle del Mugnone, a Vincigliata e a Settignano, sempre nelle colline a nord della città. Due erano le motivazioni, una l'espansione urbana di Firenze, l'altra le nuove esigenze stilistiche proclamate da illustri artisti, primo fra tutti Brunelleschi, che vedevano nell'utilizzo di blocchi monolitici e nel contrasto grigio-bianco della Pietra Serena con l'intonaco o il marmo, le caratteristiche salienti della loro arte (Fig. 5).

Nel XV sec. altre cave furono aperte in zone più lontane dall'abitato come quelle della Gonfolina e di Carmignano ad ovest della città e di Tavarnuzze a sud. Le colonne monolitiche per la Chiesa di San Lorenzo furono fatte cavarle da Brunelleschi in parte nella cava di Trassinaia (zona

Settignano) ed in parte alla Gonfolina; quelle del Loggiato dei Serviti in Piazza della Santissima Annunziata (Fig. 6) provengono sempre dalla cava di Trassinaia. Vasari (1568) ricorda che Michelangelo per i fregi e gli ornati della Biblioteca Laurenziana e della sacrestia di San Lorenzo, utilizzò la Pietra del Fossato, una varietà di Pietra Serena a grana fine con caratteristiche di particolare durezza proveniente dalla valle del torrente Mensola. Secondo Vasari inoltre la Pietra del Fossato fu utilizzata anche per gli Uffizi e per la Loggia del Mercato Nuovo. Per quest'ultima costruzione però, come osserva anche Eldmann (1937), pur essendo il materiale in ottime condizioni di conservazione, la grana dell'arenaria risulta particolarmente grossolana.

Nella seconda metà del '500, in epoca granducale, questa pietra assunse un prestigio tale che il suo uso

salient artistic characteristic was the use of monolithic blocks and the grey-white contrast of Pietra Serena with plaster or marble (Fig. 5).

In the 15th century, other quarries were opened in areas further from the city, such as those of Gonfolina and Carmignano to the west and Tavarnuzze to the south. Brunelleschi had the monolithic columns for the San Lorenzo Church extracted partly in the Trassinaia quarry (Settignano) and partly in the Gonfolina quarry; the columns of the Loggiato dei Serviti in Piazza della Santissima Annunziata (Fig. 6) also came from the Trassinaia quarry. Vasari (1568) reported that Michelangelo used Pietra del Fossato, a

particularly durable fine-grained variety of Pietra Serena from the Mensola Valley, for the friezes and decorations of the Laurentian Library and the San Lorenzo sacristy. According to Vasari, Pietra del Fossato was also used for the Uffizi and for the Loggia del Mercato Nuovo. However, as Eldmann (1937) observed, although the material for the latter construction was in excellent conditions of conservation, the grain of the sandstone was particularly coarse.

In the second half of the 16th century, Pietra Serena had assumed such prestige that its use was strictly linked to embellishment of the city, capital of



Fig. 5

Fig. 6 Colonnato in Pietra Serena del Loggiato dei Serviti (1516-1599) in Piazza della Santissima Annunziata.

Fig. 5 Finitura ad intonaco bianco in contrasto con gli elementi architettonici in Pietra Serena grigia, nello Spedale degli Innocenti (1419-1445) opera di Filippo Brunelleschi. La facciata è impreziosita dai tondi in terracotta invetriata bianca e azzurra raffiguranti neonati in fasce, opera di Andrea della Robbia, aggiunti nel 1487.

Fig. 5 White plaster finishing contrasting with the grey Pietra Serena architectural elements in the Spedale degli Innocenti (1419-1445) by Filippo Brunelleschi. The façade is adorned with white and blue glazed terracotta tondi depicting babes in arms, the work of Andrea della Robbia, added in 1487.

Fig. 6 Pietra Serena colonnade of the Loggiato dei Serviti (1516-1599) in Piazza della Santissima Annunziata.



Fig. 6

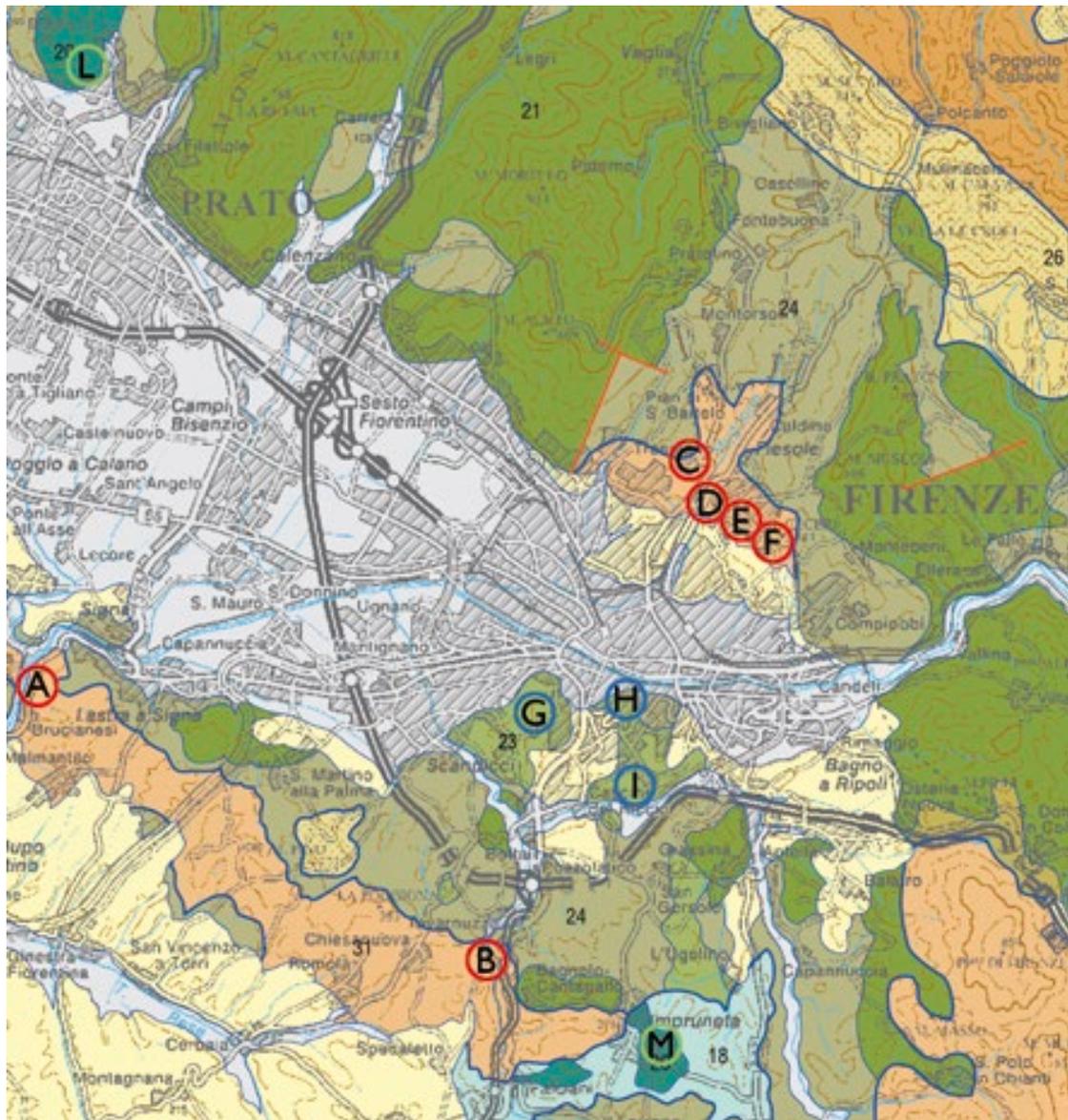
fu strettamente legato al solo abbellimento della città, capitale del Granducato di Toscana, per esaltare il potere della casa regnante. Furono perciò istituite le cosiddette «cave bandite» in cui la pietra, di particolare bellezza e resistenza alle intemperie, poteva essere cavata solo con la regia permissione. Si trattava delle cave localizzate tra San Francesco e Fontelucente (la collina ad ovest di Fiesole) e al Mulinaccio sotto Maiano (ad est di Fiesole) (Targioni Tozzetti, 1768).

Da questo periodo in poi all'uso della Pietra Serena vera e propria si affiancò anche quello della Pietra Bigia proveniente dalla Formazione delle Arenarie di Monte Senario, ma presente anche nelle zone di affioramento della Pietra Serena. La caratteristica più evidente di questa pietra è una colorazione bruno chiara e una durezza, reale o presunta, maggiore, che la faceva preferire nel rivestimento delle facciate.

the Grand Duchy of Tuscany, to exalt the power of the ruling house. Hence, so-called «banned quarries» were established in which the stone, of particular beauty and resistance to the elements, could be extracted only with royal permission. These quarries were located between San Francesco and

Fontelucente (the hill to the west of Fiesole) and at Mulinaccio under Maiano (east of Fiesole) (Targioni Tozzetti, 1768).

From this period on, the use of true Pietra Serena was flanked by that of Pietra Bigia deriving from the Arenarie di Monte Senario Formation but also present in the zones of



- 1 Depositi alluvionali (Quaternario) | Alluvial deposits (Quaternary)
- 3 Conglomerati, sabbie, argille (Pliocene Superiore) | Conglomerates, sands, clays (Upper Pliocene)
- 11 Argilliti, siltiti e calcari del Complesso Caotico (Cretaceo) | Argillites, siltites and limestones of the Caotic Complex (Cretaceous)
- 21 Complesso Ofolitico (Giurassico) | Ophiolitic Complex (Jurassic)
- 21 Formazione di Monte Morello-"Alberese" (Paleocene-Eocene Medio) | Monte Morello Formation -"Alberese" (Paleocene-Middle Eocene)
- 21 Formazione della Pietraforte (Cretaceo Superiore) | Pietraforte Formation (Upper Cretaceous)
- 24 Formazione di Sillano (Cretaceo-Paleocene) | Sillano Formation (Cretaceous-Paleocene)
- 26 Formazione delle Arenarie di Monte Senario (Oligocene Inferiore-Miocene Inferiore) | Monte Senario Sandstones Formation (Lower Oligocene-Lower Miocene)
- 31 Formazioni del Macigno e delle Arenarie di Monte Modino (Oligocene Superiore-Miocene Inferiore) | Macigno Formation and Monte Modino sandstones Formation (Upper Oligocene-Lower Miocene)

Fig. 7 Modified from the 1:250,000 geological map of Carmignani and Lazzarotto (2004), with localizations of the ancient caves of Pietra Serena (A = cava zona Gonfolina), (B = cava Tavarnuzze-Montebeni), (C = cava via Bolognese), (D = cava via Faentina), (E = cava Monte Ceceri-Maiano), (F = cava Fossato-Trassinia), di Pietraforte (G = cava via della Campora), (H = cava Santa Felicità-Boboli), (I = cava Monteripaldi) e di Serpentina (L = cava di Monte Ferrato, M = cava Impruneta).

Fig. 7 Modified from the 1:250,000 geological map of Carmignani and Lazzarotto (2004), with locations of the ancient quarries for Pietra Serena (A = Gonfolina quarry), (B = Tavarnuzze-Montebeni quarry), (C = Via Bolognese quarry), (D = Via Faentina quarry), (E = Monte Ceceri-Maiano quarry), (F = Fossato-Trassinia quarry), for Pietraforte (G = Via della Campora quarry), (H = Santa Felicità-Boboli quarry), (I = Monteripaldi quarry), and for Serpentina (L = Monte Ferrato quarry, M = Impruneta quarry).

Ad oggi nei dintorni di Firenze le cave di Pietra Serena sono ormai quasi tutte chiuse per esaurimento del materiale o per vincoli paesaggistici (Fig. 7). Rimangono aperte la cava di Caprolo vicino a Greve, 25 km a sud di Firenze e la cava di Ponte di Mezzo vicino a Lastra a Signa, circa 20 km ad ovest

di Firenze. Al posto della Pietra Serena viene spesso utilizzata la Pietra di Firenzuola, macroscopicamente simile a questa, cavata nell'Appennino tosco-romagnolo ed appartenente alla Formazione Marnoso-Arenacea. Recentemente è stata riaperta la cava di Santa Brigida, nei pressi di Monte Senario,

Pietra Serena outcrops. The most evident characteristic of this stone is its light brown colour and (real or presumed) higher durability, which made it preferable for façades.

Today, almost all the Pietra Serena quarries around Florence are closed on account of exhaustion of the ma-

terial or landscape considerations (Fig. 7). However, the Caprolo quarry near Greve (25 km south of Florence) and the Ponte di Mezzo quarry at Lastra a Signa (ca. 20 km west of Florence) are still active. Often used in place of Pietra Serena is the macroscopically similar Pietra di



Fig. 8 Chiostro dei morti (XVI sec.) nel complesso conventuale della Santissima Annunziata: fenomeni di esfoliazione nelle colonne in Pietra Serena.

Fig. 8 Cloister of the dead (16th century) in the Santissima Annunziata convent: examples of exfoliation on the Pietra Serena columns.

da cui si estrae la Pietra di Santa Brigida, un'arenaria di aspetto simile alla Pietra Serena, ma geologicamente appartenente alla Formazione delle Arenarie di Monte Senario (Cipriani *et al.*, 2005).

Pietra Serena è il nome con cui sono state indicate dai costruttori le arenarie della formazione del Macigno. Queste si formano in correnti di torbida, meglio conosciute come frane sottomarine in grado di muoversi e di trasportare ingenti quantità di materiale dalla zona costiera fino alle grandi profondità marine; la componente più fine della

corrente di torbida è rappresentata da sottili livelli pelitici che si intervallano agli strati di arenarie. La formazione del Macigno fa parte della Serie Toscana dell'Appennino settentrionale in successione stratigrafica con la Scaglia Toscana (ex Scisti Policromi) ed è databile Oligocene Superiore-Miocene Inferiore. Lungo la linea Monte Orsaro-Monti del Chianti è presente con i suoi massimi spessori che raggiungono circa 3000 metri.

Petrograficamente questa arenaria è definibile come una grovaccia feldspatica a prevalente matrice argillosa; i granuli clastici sono costituiti da quarzo, frammenti di rocce metamorfiche, magmatiche e da fillosilicati. Tra questi sono presenti sia la muscovite, prevalente, che la biotite. I minerali argillosi che costituiscono la matrice sono illite, clorite, caolinite e clorite-vermiculite.

I fenomeni che provocano il degrado della pietra sono legati essenzialmente a processi naturali, di carattere fisico e fisico-chimico, dovuti all'azione concomitante di due fattori, sbalzi di temperatura e di umidità. L'acqua può agire in più modi, sia allontanando la matrice argillosa per pura azione meccanica di dilavamento, rendendo la pietra completamente disaggregata, sia provocando il rigonfiamento del reticolo dei minerali argillosi, fenomeno che conduce alla tipica esfoliazione e disgregazione superficiale (Fig. 8). L'azione dell'acqua sulla frazione interstiziale calcitica della roccia può causare dissoluzione e riprecipitazione, dando luogo a croste a maggiore coesione e minore porosità che essendo in discontinuità con il substrato, hanno la tendenza a cadere e a riformarsi

Firenzuola, quarried in the Tuscany-Romagna Apennines and belonging to the Marnoso-Arenacea Formation. The Santa Brigida quarry near Monte Senario was recently reopened, yielding Pietra di Santa Brigida, a sandstone similar in appearance to Pietra Serena but belonging geologically to the Arenarie di Monte Senario Formation (Cipriani *et al.*, 2005)

Pietra Serena is the name given by builders to the sandstones of the Macigno Formation. They were formed in turbidity currents, better known as submarine landslides able to move and transport large quantities of material from the coastal zone to great sea depths; the finest component of the turbidity current is represented by thin pelite levels that alternate with sandstone layers. The Macigno Formation is part of the Tuscan Sequence of the Northern Apennines in stratigraphic succession with the Scaglia Toscana Formation (formerly Scisti Policromi) and is dated to the Late Oligocene-Early Miocene. Its maximal thicknesses

(reaching ca. 3000 m) occurs along the Monte Orsaro-Monti del Chianti line.

Petrographically this sandstone can be defined as a feldspar greywacke with mainly clay matrix; the clastic granules consist of quartz, fragments of metamorphic and magmatic rocks, and phyllosilicates. These include both muscovite, which is prevalent, and biotite. The clay minerals constituting the matrix are illite, chlorite, kaolinite and chlorite-vermiculite.

Decay of the stone is essentially linked to natural physical and physico-chemical processes due to the concomitant action of two factors: sudden temperature changes and humidity. Water can act in several ways, i.e. by removing the clay matrix via a purely mechanical washing action, making the stone completely disaggregated, and by causing swelling of the crystal lattice of clay minerals, leading to the typical exfoliation and superficial disintegration (Fig. 8). The action of water on the calcite interstitial fraction of the stone can cause dissolution

con la progressiva distruzione dell'elemento architettonico interessato. Da non trascurare inoltre l'effetto dell'acqua che penetra nelle porosità e che può congelare per l'abbassamento della temperatura portando la roccia a disgregarsi.

La Pietraforte

La Pietraforte, pietra dalla caratteristica tonalità ocrea, a Firenze ha avuto un impiego completamente diverso rispetto all'uso sostanzialmente ornamentale della Pietra Serena, infatti è stato il principale materiale da costruzione (civili abitazioni, grandi palazzi, pavimentazioni stradali) e ha conferito alla città la tipica calda connotazione cromatica. È stato documentato che la Pietraforte è stata utilizzata a Firenze fin dall'XI sec.; anche i Romani se ne servirono, come testimoniato dagli scavi effettuati presso Palazzo Vecchio, dove sono emerse alcune strutture del teatro della Firenze romana (Sartori, 2002).

A Firenze sono stati costruiti in Pietraforte: Ponte Vecchio, Ponte Santa Trinita, Ponte alla Carraia, il Palazzo del Bargello, Palazzo Vecchio (Fig. 9), Palazzo Uguccioni, la Loggia dei Lanzi, Palazzo Medici Riccardi, Palazzo Strozzi, Palazzo Spini Feroni, Palazzo Pitti (Figg. 10a, 10b), la Chiesa di San Remigio, di Santa Maria Maggiore, di San Lorenzo, la fac-



and reprecipitation; this gives rise to crusts with greater cohesion and lesser porosity which, being discontinuous with the substratum, tend to fall off and then reform, with progressive destruction of the affected architectural element. Also of relevance is the effect of water that penetrates into the pores and can freeze during low temperatures, leading to disintegration of the stone.

Pietraforte

Pietraforte is a stone of characteristic ochreous colour. In Florence, it has been used in a manner completely different from the largely ornamental use of Pietra Serena. Indeed, it has been the main construction material (civic residences, large palaces, street pavement) and has given the city its typical warm chromatic aspect. The use of Pietraforte in Florence has been documented since the 11th century; however, the Romans also used it, as shown by excavations carried out in Palazzo Vecchio,

revealing some structures of the theatre in *Florentia* (Sartori, 2002).

Florentine Pietraforte constructions include: Ponte Vecchio, Ponte Santa Trinita, Ponte alla Carraia, Palazzo del Bargello, Palazzo Vecchio (Fig. 9), Palazzo Uguccioni, Loggia dei Lanzi, Palazzo Medici Riccardi, Palazzo Strozzi, Palazzo Spini Feroni, Palazzo Pitti (Figs. 10a, 10b), San Remigio Church, Santa Maria Maggiore Church, San Lorenzo Church, the façade of Santa Trinita Church, the façade of San Gaetano Church, the interior structures of Santa Maria del Fiore Cathedral, the interior structures of Santa Maria Novella, the walls of Florence, etc.

The earliest Pietraforte quarries were on the hills overlooking the left bank of the Arno River (Fig. 8) from Piazza Poggi to Piazza di Santa Felicita, Palazzo Pitti and the Boboli Gardens. It has been said of Palazzo Pitti that it was already underground because the quarries for its materials were beneath its foundations and it was merely sufficient to «turn it» upward to see it realized. A part of the

Fig. 9 Palazzo Vecchio (fine XIII - inizio XIV sec.): conci in Pietraforte la cui superficie è spesso caratterizzata da vene di calcite.

Fig. 9 Palazzo Vecchio (late 13th-early 14th century): Pietraforte ashlars whose surface is often characterized by calcite veins.



Fig. 10a

Fig. 10 a) Facciata di Palazzo Pitti (XVI-XVII sec.); b) particolare del bugnato in Pietraforte.

Fig. 10 a) Façade of Palazzo Pitti (16th-17th century); b) detail of the Pietraforte ashlar-work.



Fig. 10b

Boboli Gardens was constructed in the amphitheatres of the Pietraforte quarry, constituting an example of splendid *ante litteram* landscape recovery. A quarry was reopened at Boboli when there was the need of material to restore and rebuild the ancient Oltrarno towers after their destruction in 1944 during the Second World War.

Other recently exploited quarries are at Campora, on the hills west of Porta Romana, which also provided the

material for the Santa Maria Novella station, the work of the architect Giovanni Michelucci and considered a masterpiece of rationalist architecture, and at Monteripaldi to the south of the city. Lately, the stone has been excavated near Greve and in the Riscaggio quarry near Pontassieve, which is still active.

Investigation of the Loggia dei Lanzi has provided interesting information regarding the original quarries. The

ciata della chiesa di Santa Trinita, la facciata della Chiesa di San Gaetano, le strutture interne di Santa Maria del Fiore, le strutture interne di Santa Maria Novella, le mura di Firenze, ecc..

Le cave più antiche di Pietraforte si trovavano sulle colline prospicienti la riva sinistra del fiume Arno (Fig. 7), da Piazza Poggi a Piazza di Santa Felicita, Palazzo Pitti e Giardino di Boboli. Di Palazzo Pitti fu detto che si trovasse già sotto terra, perché le cave di materiale erano sotto le sue fondazioni e che fosse stato sufficiente solo «voltarlo» verso l'alto per vederlo realizzato. Una parte del Giardino di Boboli è stata costruito proprio negli anfiteatri della cava di Pietraforte, costituendo un esempio di splendido recupero paesaggistico *ante litteram*. A Boboli venne riaperta solo una cava quando ci fu bisogno di materiale per restaurare e riedificare le antiche torri di Oltrarno, dopo le distruzioni avvenute durante la seconda guerra mondiale, nel 1944.

Altre cave di recente sfruttamento si trovavano alle Campora, sulle colline ad ovest di Porta Romana, che hanno fornito anche il materiale per la stazione di Santa Maria Novella, opera dell'architetto Giovanni Michelucci, considerata uno dei capolavori dell'architettura razionalista, e a Monteripaldi a sud della città. Ultimamente la pietra è stata estratta nei dintorni di Greve e nella cava di Riscaggio nei pressi di Pontassieve, questa ultima tuttora attiva.

A proposito della cave di approvvigionamento, è interessante ricordare il caso della Loggia dei Lanzi dove lo studio mineralogico dei conci in Pietraforte ha permesso di individuare la presenza di materiale proveniente da tre differenti cave (Boboli, Viale Galileo

e Monteripaldi). In particolare il materiale della parte superiore della Loggia, proviene dalla cava di Monteripaldi, attiva dalla fine del XV sec. Considerando l'età della costruzione (XIV sec.), ciò può essere spiegato dal fatto che la parte superiore dell'edificio, essendo più esposta agli agenti atmosferici, è quella che si è degradata più velocemente e quindi ha subito periodiche sostituzioni con materiale proveniente da tale cava. Estese sostituzioni con materiale di Monteripaldi sono state evidenziate anche nei pilastri rivolti verso il Museo degli Uffizi (Banchelli *et al.*, 1997).

La Pietraforte è una roccia sedimentaria appartenente alla formazione torbiditica presente nel complesso alloctono delle Liguridi Esterne, sovrascorse sulla Serie Toscana. In questo caso specifico la corrente di torbida ha dato luogo, durante il suo scorrimento, alla formazione di tipiche laminazione convolute che si sono prodotte per azione della corrente e per sovraccarico della massa (Ricci Lucchi, 1970) (Fig. 10a). La formazione è databile al Cretaceo Superiore (Abbate e Bruni, 1987; Bortolotti, 1962). Nella zona di Firenze la Pietraforte è presente in grandi lenti entro la Formazione di Sillano. Gli spessori variano da qualche decina di metri a circa 800 metri. Dal punto di vista litologico si tratta di un'alternanza regolare di arenarie torbiditiche silico-carbonatiche grigie e di argilliti, con rare intercalazioni di strati carbonatici più o meno marnosi. Nelle arenarie la componente silicatica in genere è presente con la stessa abbondanza di quella carbonatica. L'originaria componente calcitica della matrice, durante la diagenesi ha subito un processo di ricristallizzazione costituendo un legante molto resistente.

mineralogical study of the Pietraforte blocks revealed the presence of material from three different quarries (Boboli, Viale Galileo and Monteripaldi). In particular, the material of the upper part of the Loggia came from the Monteripaldi quarry, even though this quarry was opened at the end of the 15th century and the period of construction of the Loggia was the 14th century. This can be explained by the fact that the upper part of the building, being more exposed to atmospheric agents, is the one that has deteriorated more rapidly and thus has undergone periodic substitutions with material deriving from the Monteripaldi quarry. Extensive substitutions with material from this quarry have also been found in the pilasters facing the Uffizi Museum (Banchelli *et al.*, 1997).

Pietraforte is a sedimentary rock belonging to the turbidite formation present in the allochthonous Liguridi Esterne complex thrust on the Tuscany Series. In this specific case, the turbidity current gave rise, during its slide, to the formation of typical convoluted laminations produced by the action of the current and by overload of the mass (Ricci Lucchi, 1970) (Fig. 10a). The formation is dated to the Late Cretaceous (Abbate and Bruni, 1987; Bortolotti, 1962). In the Florence area, Pietraforte is present in large lenses within the Sillano Formation. The thickness varies from several tens of metres to ca. 800 m. From the lithological point of view, it is a regular alternation of grey silico-carbonate turbidite sandstones and shales, with rare intercalations of more or less marly

Petrograficamente la Pietraforte è definita come arenaria litica; i granuli elastici sono costituiti da quarzo, feldspati, frammenti di rocce di basso grado metamorfico, rocce effusive acide e rocce dolomitiche (Cipriani e Malesani, 1966; Bruni *et al.*, 1994).

L'arenaria, che al taglio fresco presenta una colorazione grigia, subisce facilmente un'alterazione cromatica acquisendo un caldo colore ocreo. Tale cambiamento di colore, dovuto all'ossidazione del ferro, procede molto velocemente dalla superficie verso l'interno, senza tuttavia determinare una diminuzione della coesione del materiale (Malesani *et al.*, 2003).

La Pietraforte, contrariamente alla Pietra Serena, presenta numerose laminazioni di tipo convoluto e fratture riempite completamente o parzialmente di calcite (vene calcitiche), che possono rappresentare zone di debolezza e di distacco preferenziale. L'acqua infatti agisce su queste fratture sia per dissoluzione del carbonato di calcio costituente le vene di calcite, sia per fenomeni di gelività. In entrambi i casi le discontinuità presenti nella roccia si accentuano e si può verificare la caduta di scaglie e blocchi di materiale. L'acqua può agire anche con un'azione di dissoluzione sul cemento carbonatico della roccia dando luogo a intensi fenomeni di decoesione intergranulare, oltre a fenomeni di riprecipitazione con conseguente formazione di croste superficiali. L'azione dell'acqua può

esercitarsi anche sui minerali argillosi della matrice che si espandono e si ritirano con i cicli termo igrometrici determinando disgregazione ed esfoliazione superficiale.

Il Marmo Bianco

I marmi bianchi che si ritrovano a Firenze sono stati utilizzati soprattutto come rivestimenti delle Chiese e per gli elementi decorativi e provengono principalmente dai bacini estrattivi delle Alpi Apuane.

Nella regione apuana (Toscana settentrionale, province di Massa-Carrara e Lucca) l'estrazione di pietre ornamentali è caratterizzata da una storia secolare, con produzione di una grande varietà di marmi che non trova eguali altrove (Carmignani *et al.*, 2007).

Sulla base di recenti studi condotti sui numerosi manufatti funerari in marmo del VI – III a.C. e sui ravaneti delle cave, è stato possibile far risalire all'epoca pre-romana i primi impieghi dei marmi apuani (Bruschi *et al.*, 2003, Cantisani *et al.*, 2003). L'attività estrattiva è ben documentata in epoca romana sia da numerosi ritrovamenti archeologici (es: «tagliate romane», blocchi riquadrati, capitelli, ecc.) che da diverse fonti letterarie. La colonia di Luni (fondata nel 177 a.C., sull'antica linea di costa, a circa 5 km dall'attuale città di Carrara), era una città portuale in posizione strategica per il trasporto e il commercio dei marmi che venivano estratti

carbonate layers. In sandstones, the silicate component generally has the same abundance as the carbonate one. The original calcite component of the matrix underwent recrystallization during diagenesis, constituting a very resistant binder. Pietraforte is defined petrographically as a lithic sandstone; the clastic granules consist of quartz, feldspars, fragments of low-grade metamorphic rocks, acidic effusive rocks and dolomitic rocks (Cipriani and Malesani, 1966; Bruni *et al.*, 1994). The sandstone is grey when freshly cut but easily undergoes a chromatic alteration, acquiring a warm ochreous colour. This colour change, due to iron oxidation, proceeds very quickly from surface to interior without causing decreased cohesion of the material (Malesani *et al.*, 2003).

Unlike Pietra Serena, Pietraforte presents numerous convoluted laminations and fractures completely or partially filled with calcite (calcite veins), which can be zones of weakness and preferential separation. Water acts on these fractures both by dissolution of the calcium carbonate constituting the calcite veins and by freezing processes. In both cases, the discontinuities present in the rock are accentuated and flakes and blocks of material can fall off. Water can also act by dissolution of the stone's carbonate cement, giving rise to intense intergranular decohesion as well as reprecipitation processes with the consequent for-

mation of superficial crusts. Water can also affect the clay minerals of the matrix, which expand and contract with thermo-hygrometric cycles causing superficial disintegration and exfoliation.

White Marble

The white marbles found in Florence were used mainly as facings of churches and for decorative elements, and they originated mainly from quarries in the Apuan Alps (northern Tuscany, provinces of Massa-Carrara and Lucca). The extraction of ornamental stones in this area has had an age-old history, with the production of a wide variety of marbles unequalled in the world (Carmignani *et al.*, 2007).

On the basis of recent studies of the numerous marble funerary artefacts from the 6th-3rd century BC and on the waste heaps of quarries, the first uses of Apuan marbles can be dated to the pre-Roman age (Bruschi *et al.* 2003, Cantisani *et al.*, 2003). Quarrying activity is well documented in the Roman age both from numerous archaeological discoveries (e.g. «Roman quarry fronts», squared blocks, capitals, etc.) and from various literary sources. The colony of Luni (founded in 177 BC on the ancient coastline about 5 km from the present-day city of Carrara) was a port

prevalentemente da cave ubicate nei fondovalle dei quattro principali bacini marmiferi del carrarese (Boccanaglia, Torano, Miseglia e Colonnata).

In epoca romana i materiali più ricercati erano il marmo bianco e l'azzurro variegato, materiali oggi commercializzati, rispettivamente, con i nomi di Bianco Carrara e Bardiglio o Nuvolato. La caduta dell'Impero Romano e la conseguente crisi economica e sociale che caratterizzò il Medioevo determinarono una forte contrazione dell'attività estrattiva che proseguì rimanendo di fatto solo un'attività locale. Una moderata ripresa dell'attività estrattiva si verifica solo dal XII secolo e l'aumento della domanda, soprattutto da parte fiorentina e la diversificazione nell'impiego del materiale, richiesero l'apertura di nuovi centri di estrazione. A partire dal XIV sec. (Klapish, 1962), dalle cave situate nella zona di Sponda, nella valle di Torano, venne estratto il marmo per la Cattedrale di Santa Maria del Fiore e per Orsanmichele. Successivamente la realizzazione delle sculture di Donatello e di Luca della Robbia, presenti nel Duomo di Firenze e la costruzione della Cupola del Brunelleschi, richiesero l'utilizzo di una ulteriore quantità di marmo. Nel XVI sec., con il passaggio di Pietrasanta a Firenze, le cave di Carrara vennero pressoché abbandonate e si intensificarono maggiormente gli accordi con i cavaatori di Pietrasanta (Bardeschi Ciulich, 1994). Per

lo sviluppo della coltivazione marmifera nel territorio versiliese importante fu la missione compiuta da Michelangelo Buonarroti nel 1518-1520 per ricercare marmi da utilizzare per opere scultoree e di architettura su incarico di Papa Leone X Medici che aggiunse ulteriore fama ai marmi toscani che venivano uguagliati al marmo greco dell'isola di Paros.

Nella seconda metà del XIX secolo anche il territorio della Garfagnana venne coinvolto nel processo di estrazione del marmo (cave Acquabianca e Gorfigliano). In questo periodo la gestione di un gran numero di cave da parte di importanti società italiane ed estere (Nord-Carrara poi Montecatini poi IMEG, Henraux, Walton), unita alle maggiori richieste del mercato sia nazionale che estero ed al supporto di nuove tecnologie (filo elicoidale, linee ferroviarie), portò ad un rapido incremento della quantità di materiale prodotto (Carmignani *et al.*, 2007).

Le chiese fiorentine sono caratterizzate dalla tricromia bianco, rosso, verde resa con diversi materiali lapidei. Esempi tipici sono la Cattedrale di Santa Maria del Fiore, la Chiesa di Santa Maria Novella (Fig. 11), il Campanile di Giotto, la Chiesa di Santa Croce (XIII-XV sec.), mentre il Battistero e la Chiesa di San Miniato a Monte, hanno la bicromia bianco-verde tipica dello stile romanico (XI sec.). Il marmo bianco oltre ad essere utilizzato nelle chiese come finitura delle facciate, si ritrova anche come mate-

city in a strategic position for the transport and trade of marbles extracted mainly from quarries in the valleys of the four principal marble-bearing basins of the Carrara area (Boccanaglia, Torano, Miseglia and Colonnata).

In Roman times, the most sought-after materials were the white and the variegated blue marbles, materials now traded with the names Carrara White and Bardiglio (or Nuvolato) respectively. The fall of the Roman Empire and the consequent economic and social crisis during the Middle Ages led to a strong decline of quarrying, which continued only as a local activity. A moderate resumption of quarrying only occurred in the 12th century, when the increased demand, especially from Florence, and the diversification of the use of the material necessitated the opening of new extraction sites. Marble for the Santa Maria del Fiore Cathedral and Orsanmichele was extracted from quarries in the Sponda area in the Torano valley starting from the 14th century (Klapish, 1962). Later, the sculptures by Donatello and Luca della Robbia in the Cathedral and the construction of Brunelleschi's Dome required the use of a further quantity of marble. In the 16th century, with the passage of Pietrasanta to Florence, the Carrara quarries were virtually abandoned and agreements with the quarrymen of Pietrasanta were intensified (Bardeschi Ciulich, 1994). The development of the marble quarrying indus-

try in the Versilia area was given a boost by Michelangelo Buonarroti's visits in 1518-1520 in search of marbles to use for sculptural and architectural works commissioned by the Medici Pope Leo X. This brought increased fame to the Tuscan marbles, which were favourably compared to the Greek marble from the island of Paros.

In the second half of the 19th century, the Garfagnana area also became involved in marble extraction (Acquabianca and Gorfigliano quarries). In this period, the management of a large number of quarries by important Italian and foreign companies (Nord-Carrara, then Montecatini, then IMEG, Henraux, Walton), combined with the greater demand of Italian and foreign markets and the support of new technologies (helical wire, railway lines), led to a rapid increase in the amount of material produced (Carmignani *et al.*, 2007).

Florentine churches are characterized by a white, red and green colour scheme achieved with different stone materials. Typical examples are the Santa Maria del Fiore Cathedral, the Saint Maria Novella Church (Fig. 11), Giotto's bell tower, the Santa Croce Church (13th-15th century), while the Baptistry and the San Miniato a Monte Church have the white-green scheme typical of the Romanesque style (11th century). In addition to being used as a finishing of church façades, white marble is also found as a decora-



Fig. 11

riale decorativo in Orsanmichele, in Palazzo Vecchio, nelle fontane, nelle statue (Fig. 12), ecc.

Per la Cattedrale di Santa Maria del Fiore è del 1319 il primo documento che attesta l'acquisto di marmo bianco da Carrara (Guasti, 1887). Nel 1334 i primi marmi vennero trasportati in battelli e navi attraverso Pisa risalendo l'Arno. È del 1340 la prima lettera al vescovo conte di Luni per l'approvvigionamento di marmi da far passare lungo l'Arno (Lettere della Signoria, VII, 15). Una delle più importanti testimonianze sull'approvvigionamento del materiale si ritrova in un documento riportato dal Guasti (Protocollo di Ser Bertolo di Neri da Roffiano, dal 1348 al 1351) che fornisce un elenco molto preciso del materiale da comprare. Il marmo bianco proviene, quindi, dalle cave di Carrara e viene condotto da *Lavenza* (Luni) a Firenze, attraverso Pisa. È doveroso segnalare che nella delibera del 12 ottobre 1363 si lascia supporre che pure il marmo della Montagnola Senese sia presente nei paramenti. Il marmo bianco della Montagnola Senese è stato invece sicuramente utilizzato nei bassorilievi della parte inferiore della Facciata di Santa Maria Novella, dove sono ancora presenti.

I marmi Apuani si sono formati in seguito a complessi eventi metamorfici fra l'Oligocene e il Miocene in condizioni di temperatura di 350°- 450° C e pressioni di 5-6 Kbar (Di Pisa *et al.*, 1985) che hanno interessato il Calcere Massiccio di età Hettangiana (200 Ma). Ne esistono numerose varietà (bianco ordinario, bianco P, venato, zebrato, nuvolato, ecc.).

tive material in Orsanmichele, Palazzo Vecchio, fountains, statues (Fig. 12), etc.

The first document showing the purchase of white marble from Carrara for the Santa Maria del Fiore Cathedral is from 1319 (Guasti, 1887). In 1334, the first marbles were transported in boats and ships up the Arno through Pisa. The first letter to the bishop and count of Luni for the supply of marbles to be shipped along the Arno dates to 1340 (Lettere della Signoria, VII, 15). One of the most important testimonies to the supply of the material is in a document reported by Guasti (Protocol of Ser Bertolo di Neri da Roffiano, from 1348 to 1351), which provides a very precise list of the material to be purchased. The white marble came from the quarries of Carrara and was brought from *Lavenza* (Luni) to Florence via Pisa. However, it also must be mentioned



Fig. 12

Composizionalmente il marmo bianco ordinario è costituito dal 99% di calcite e può contenere tracce di quarzo, albite, muscovite,

that, in the deliberation of 12th October 1363, it is suggested that Montagnola Senese marble was also present in the facings. White marble from Montagnola Senese has been surely used in the bas-reliefs of the lower portions of the façade of Santa Maria Novella, where they are still present.

The Apuan marbles were formed between the Oligocene and Miocene by complex metamorphic events at temperatures of 350°-450°C and pressures of 5-6 Kbar (Di Pisa *et al.*, 1985) involving the Calcere Massiccio di Hettangian age (200 Ma). There are numerous varieties of these marbles (ordinary white, white P, veined, zebrato, nuvolato, etc.). The composition of ordinary white marble is 99% calcite with possible traces of quartz, albite, muscovite and pyrite. Microscopically it can present different microstructures, identifiable mainly by the types of boundary

Fig. 11 Particolare della Facciata di Santa Maria Novella (Leon Battista Alberti, seconda metà XV sec.) rivestita in marmo, serpentinite e calcari marmosi rossi.

Fig. 12 Statua in marmo di Carrara del Nettuno di Bartolomeo Ammannati (1560-65).

Fig. 11 Detail of the façade of Santa Maria Novella (Leon Battista Alberti, second half 15th century) lined with marble, serpentinite and red marly limestones.

Fig. 12 Carrara marble statue of Neptune by Bartolomeo Ammannati (1560-65).



Fig. 13 Scultura in marmo di Carrara fortemente decoesa, all'esterno del Battistero (XI-XII sec.).

Fig. 13 Strongly decohesed Carrara marble sculpture outside the Baptistery (11th-12th century).

pirite. A livello microscopico può presentare diverse microstrutture, identificabili principalmente dal tipo di contatti tra i cristalli di calcite, da rettilinei a suturati (Molli *et al.*, 1997; Cantisani *et al.*, 2005).

In opera il Marmo Bianco si degrada soprattutto per processi di tipo fisico, causati da sbalzi termici (termoclastismo) che determinano la decoesione tra i cristalli. Questo fenomeno è favorito dalla forte anisotropia del coefficiente di espansione termica della calcite (Bertagnini *et al.*, 1984; Koch e Siegesmund, 2004; Cantisani *et al.*, 2009) ed è condizionato dal tipo di microstruttura (Barsottelli *et al.*, 1998, Cantisani *et al.*, 2000).

among the calcite crystals, from linear to sutured (Molli *et al.*, 1997; Cantisani *et al.*, 2005).

White marble degrades mainly by physical processes caused by temperature changes (thermoclastism), leading to decohesion among the crystals. This is favoured by the strong anisotropy of the thermal expansion coefficient of calcite (Bertagnini *et al.*, 1984; Koch and Siegesmund, 2004; Cantisani *et al.*, 2009) and is conditioned by the type of microstructure (Barsottelli *et al.*, 1998, Cantisani *et al.*, 2000). Moreover, degradative chemical processes occur by dissolution of the calcite due to rainfall (to a degree determined by the acidity of the water) and by sulphation in zones protected from rainfall. These physical and chemical processes lead to progressive deterioration of the material and to loss of shape (Fig. 13).

Sono inoltre presenti processi di tipo chimico che avvengono sia per dissoluzione della calcite ad opera delle acque meteoriche, in misura dell'acidità delle stesse, sia per solfatazione in zone protette dal dilavamento delle acque. Entrambi questi processi fisici e chimici conducono ad un progressivo degrado del materiale e alla perdita del modellato (Fig. 13).

È da sottolineare che per il Battistero (XI-XII sec.), il marmo utilizzato non fu quello di Carrara bensì il marmo greco Imezio (marmo di *spoglio*), sostituito quasi completamente nel periodo tra il 1939 e il 1942, dal marmo di Lasa in Val Venosta, il più somigliante all'originale per il tipo di venature presenti (Archivio Opera del Duomo – Firenze).

Il «marmo Rosso»

A Firenze, oltre al marmo bianco, per la decorazione ed il rivestimento dei principali edifici di culto è stato utilizzato anche il cosiddetto «marmo rosso». Questo litotipo non è da un punto di vista genetico un marmo (roccia metamorfica), ma bensì un calcare marnoso (roccia sedimentaria) proveniente da diverse cave dell'area Toscana.

I «marmi rossi», così chiamati per la facilità ad essere lucidati, sono presenti nelle tricolorie delle facciate della Cattedrale di Santa Maria del Fiore, della Chiesa di Santa Maria Novella e di Santa Croce ecc.; sono stati inoltre impiegati all'interno di Palazzo Vecchio (in particolare nel cortile ove è posta la fontana del «Puttino»), nelle colonne della Grotta Grande di Boboli, nelle specchiature dei monumenti di Carlo Marsuppini in Santa Croce, del Cardinale Portogallo in

It should be underlined that the marble used for the Baptistery (11th-12th century) was not that from Carrara but rather the Greek marble Imezio (*spoglio* marble). It was almost completely replaced between 1939 and 1942 by marble from Lasa in the Venosta Valley, the most similar to the original in terms of veining (Opera del Duomo Archive, Florence).

«Red marble»

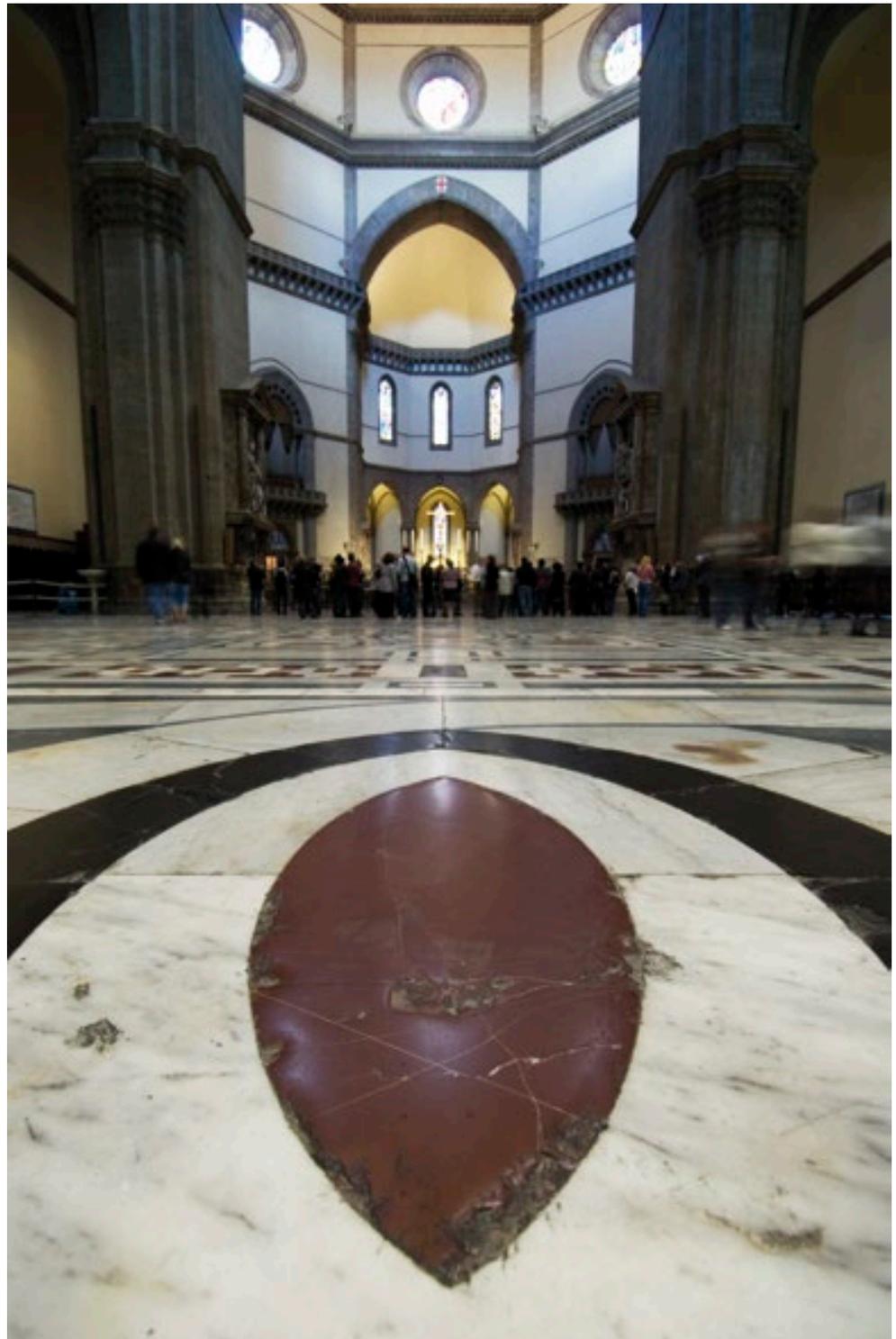
So-called «red marble» was also used, in addition to white marble, for the decoration and facing of the main religious buildings in Florence. From a genetic point of view, this lithotype is not a marble (metamorphic rock) but rather a marly limestone (sedimentary rock) deriving from various Tuscan quarries. «Red marbles», given this name because of

San Miniato, nella Cappella Gondi in Santa Maria Novella ecc. Si trovano anche utilizzati nelle tarsie e nella pavimentazione di alcune chiese (Cattedrale di Santa Maria del Fiore, S. Lorenzo alla Certosa a Firenze) (Fig. 14) o come decorazioni (Sartori, 2002).

Le numerose ricerche condotte sul «rosso» utilizzato in Santa Maria del Fiore, Santa Maria Novella e Santa Croce (Vannucci *et al.*, 1997; Sartori, 1998) ne hanno permesso l'attribuzione al Membro delle Marne del Sugame della Formazione della Scaglia Toscana (Scisti Policromi *auct.*) identificando due provenienze: San Giusto a Monterantoli (Cintoia, nei Monti del Chianti) e Monsummano (Pistoia). Le Marne del Sugame hanno un'età compresa tra il Cretaceo Superiore e l'Eocene.

Vasari (1568) riporta il loro utilizzo nel suo trattato: «ma i più belli ed i migliori (riferendosi ai «marmi rossi») sono trovati a San Giusto a Monterantoli (Cintoia) lontano da Fiorenza cinque miglia; e di questi me n'ha fatto il Duca Cosimo ornare tutte le stanze nuove del Palazzo [...] e per lo giardino de' Pitti se ne sono dal medesimo luogo cavate colonne di braccia sette, bellissime [...]».

I calcari marnosi rossi sono caratterizzati da un contenuto in calcite che va dal 79 all'87% e un contenuto in quarzo dal 6 al 13%,



their ease of being polished, are present in the three-coloured scheme of the façades of the Santa Maria del Fiore Cathedral, the Santa Maria Novella and Santa Croce churches, etc.; they were also used in the interior of Palazzo Vecchio (particularly in the courtyard with the «Puttino» fountain), in the columns of the Large Grotto of Boboli, in the basement slabs of the monuments to Carlo Marsuppini in Santa Croce and to Cardinal Portogallo in San Miniato, in the Gondi Chapel in Santa Maria Novella, etc. These marbles are also present in the inlays and pavements of some churches (Santa Maria del Fiore Cathedral, San Lorenzo at the Florence Charterhouse) (Fig. 14) or as decorations (Sartori, 2002).

Numerous studies carried out on the «red marble» used in Santa Maria del Fiore, Santa Maria Novella and Santa Croce (Vannucci *et al.*, 1997; Sartori, 1998) have led to its attribution to the Membro del Sugame Member of the

Scaglia Toscana Formation (formerly Scisti Policromi), with two provenances: San Giusto a Monterantoli (Cintoia, in the Monti del Chianti) and Monsummano (Pistoia). The Membro del Sugame Member dates to the Late Cretaceous/Eocene.

Vasari (1568) reported the use of «red marbles» in his treatise: «but the loveliest and the best are found at San Giusto a Monterantoli (Cintoia) five miles from Fiorenza; and with these Duke Cosimo had me adorn all the new rooms of the Palace [...] and for the Pitti garden very beautiful columns of seven cubits were extracted from the same place [...]».

Red marly limestones are characterized by a calcite content from 79 to 87% and a quartz content from 6 to 13%, often prevailing over phyllosilicates. The feldspars are represented only by plagioclases.

All the types of decay of these marly limestones are influenced by their specific textural characteristics, such as

Fig. 14 Pavimento (XVI sec.) della Cattedrale di Santa Maria del Fiore: particolare in calcare marnoso rosso (Per gentile concessione dell'Opera del Duomo di Firenze).

Fig. 14 Pavement (16th century) of the Santa Maria del Fiore Cathedral: detail of red marly limestone (By courtesy of Opera del Duomo of Florence).

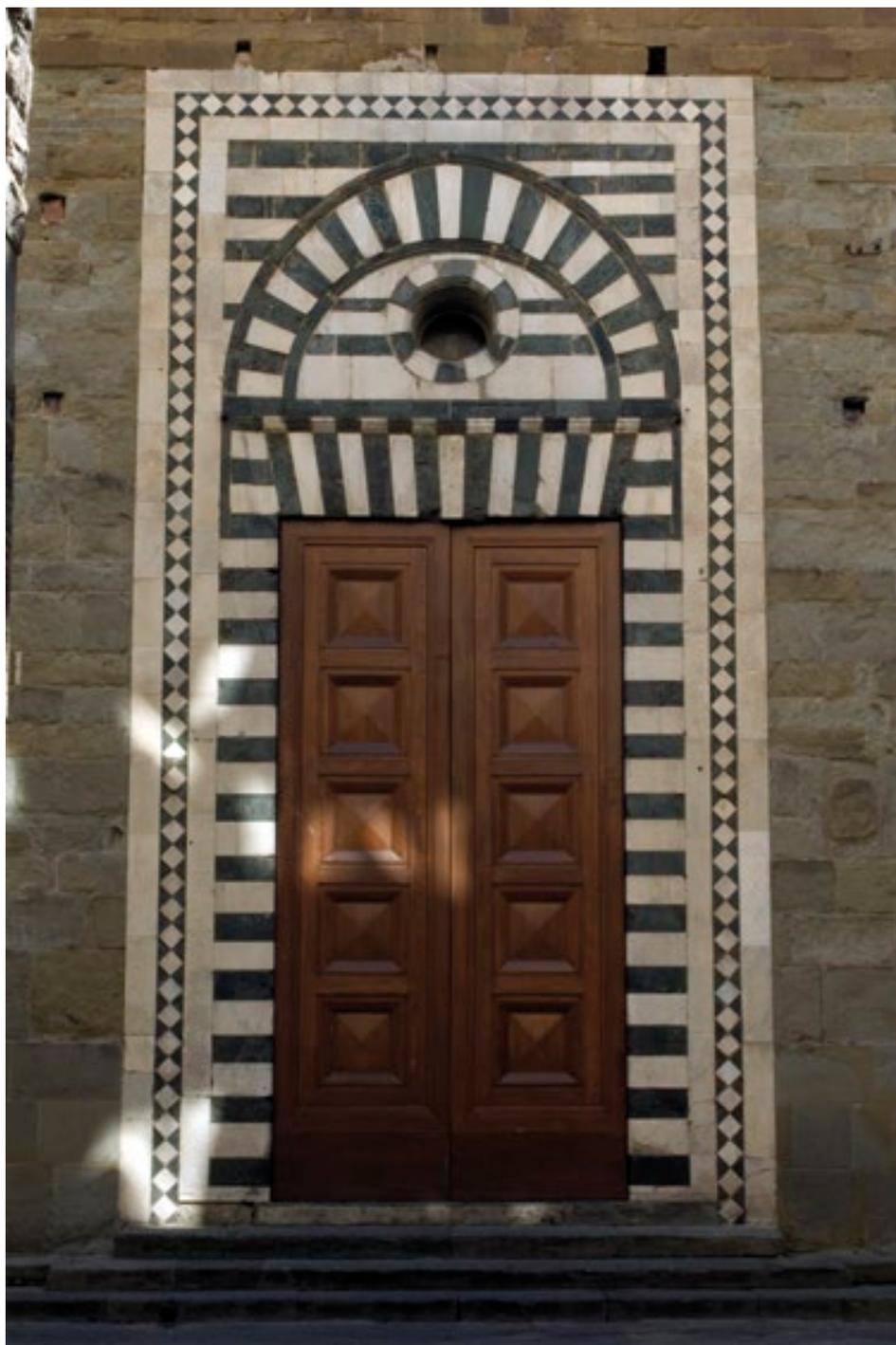


Fig. 15 Facciata della Chiesa di Santo Stefano al Ponte Vecchio: decorazione del portale in marmo e serpentinite (1233).

Fig. 15 Façade of the Santo Stefano al Ponte Vecchio church: marble and serpentinite decoration of the portal (1233).

the frequent presence of veins, calcite nodules, etc., which make the material extremely inhomogeneous and facilitate attacks by atmospheric agents. This can give rise to fissuring, flaking and differential erosion. Moreover, superficial fading can form on «red marble», both by sulphation processes and by leaching that removes the iron oxides responsible for the stone's red colour (Fommei *et al.*, 1993).

Other types of «red marble» are present on the façade of the Cathedral, in the Santa Maria Novella Church and on Giotto's bell tower. They include nodular limestones rich in ammonites deriving from various areas of Tuscany, such as Monti d'Oltre Serchio (Pisa), Gerfalco and Montieri (Grosseto), Monsummano (Pistoia), Sassetta (Livorno), Villa Collemantina (Garfagnana-Lucca), and the red stone of the Scaglia Rossa Formation of the Umbra Sequence of Monte Malbe (Perugia). The Villa Collemantina quarries were opened and used mainly for substitution of the «red marble» of the Santa Maria del Fiore façade when the Cin- toia and Monsummano outcrops were exhausted.

spesso prevalente sui fillosilicati. I feldspati sono rappresentati solo da plagioclasti.

Tutte le tipologie di degrado che interessano questi calcari marnosi, sono influenzate dalle loro specifiche caratteristiche tessiturali come la frequente presenza di vene, di noduli calcitici ecc. che rendono il materiale estremamente disomogeneo e facilitano l'aggressione da parte degli agenti atmosferici. Ciò può dar luogo a fessurazioni, scagliature, erosioni differenziali. Inoltre sul «marmo rosso» si possono formare sbiancamenti superficiali, sia per processi di solfatazione, sia per fenomeni di lisciviazione che allontanano gli ossidi di ferro responsabili del colore rosso della pietra (Fommei *et al.*, 1993).

Sulla facciata della Cattedrale, nella Chiesa di Santa Maria Novella e sul Campanile di Giotto sono presenti anche altri tipi di «rosso», tra cui calcari nodulari ricchi in ammoniti provenienti da diverse aree della Toscana come i Monti d'Oltre Serchio (Pisa), Gerfalco e Montieri (Grosseto), Monsummano (Pistoia), Sassetta (Livorno), Villa Collemantina (Garfagnana-Lucca) e il rosso della Formazione della Scaglia Rossa della Serie Umbra di Monte Malbe (Perugia). Le cave di Villa Collemantina furono aperte e utilizzate soprattutto per la sostituzione del «rosso» delle Facciata di Santa Maria del

Green «marble»

«Green marble» was used together with white marble and «red marble» to complete the three-coloured scheme used in the facings of Florentine churches (Santa Maria del Fiore Cathedral, Santa Maria Novella, Santa Croce, Santo Stefano al Ponte Vecchio, etc., as well as the Badia Fiesolana outside the city walls) (Fig. 15). This lithotype is not genetically a marble but rather a serpentinite that originated by metamorphism of a peridotite (consisting of olivine and pyroxenes) with subsequent formation of serpentine (Wicks and Whittaker, 1977). The term serpentinite refers to the stone's green colour and appearance similar to a snake's skin.

The first mentions of «Prato Green» are in the writings of Vasari and Villani. The stone acquired this name because it was first extracted in quarries on the slopes of Monte Ferato near Prato. Giorgio Vasari wrote: «this stone is difficult to carve, but is extraordinarily beautiful and holds an admirable

Fiore quando gli affioramenti di Cintoia e Monsummano erano ormai esauriti.

Il «marmo» verde

Insieme al marmo bianco e al «marmo rosso», per completare la tricromia utilizzata nel rivestimento delle chiese fiorentine (Cattedrale Santa Maria del Fiore, Chiesa di Santa Maria Novella, Chiesa di Santa Croce, Chiesa di Santo Stefano al Ponte Vecchio ecc. e al di fuori della cerchia urbana nella Badia Fiesolana) fu utilizzato il «marmo verde» (Fig. 15). Anche questo litotipo non è genericamente un marmo. Si tratta infatti di una serpentinite, originatasi per metamorfismo di una peridotite (costituita da olivina e pirosseni) con successiva formazione di serpentino (Wick e Whittaker, 1977).

L'etimologia della parola serpentinite deriva da «*ophis*» (serpente) e «*lithos*» (roccia) in riferimento al colore verde e ad un aspetto simile alla pelle di un rettile.

Si trovano negli scritti del Vasari e del Villani le prime indicazioni sul «Verde di Prato», così chiamato perché estratto per la prima volta nelle cave sulle pendici del Monte Ferrato nei pressi di Prato. Giorgio Vasari descrive così questa roccia: «la qual pietra è dura a intagliarsi, ma è bella straordinariamente e piglia un lustro mirabile». Dal Medioevo al Rinascimento fino al secolo scorso nel Monte Ferrato sono stati aperti numerosi fronti di cava, dai quali sono state estratte le pietre per le più importanti facciate dei monumenti delle principali città Toscane.

Le rocce serpentinitiche affioranti in questa area sono presenti anche in numerose altre zone dell'Appennino Settentrionale e costituiscono i cosiddetti Complessi ofiolitici in cui si trovano costantemente associati gabbri, basalti e serpentiniti (Giurassico Inferiore -Medio). La serpentinite è caratterizzata da omogeneità mineralogica ma le rocce mostrano varietà con colori e micro/macro strutture molto diverse. Sulla Cattedrale di Santa Maria del Fiore si riscontrano infatti diverse tonalità di verde, dal chiaro allo scuro fin quasi al nero, talora con riflessi blaugri e spesso con maculature più scure.

La struttura macroscopica della serpentinite può essere relativamente uniforme, interrotta da piccole venuzze biancastre di serpentino fibroso (crisotilo) oppure caratterizzata da un fitto intreccio di vene chiare come nella varietà «*rannocchiaia*».

A livello microscopico si distinguono due varietà: la prima è caratterizzata dalla presenza in percentuali variabili di strutture a bastite (*bastitic texture*) e strutture a rete (*mesh texture*). Nella seconda si trovano strutture a clessidra (*hourglass texture*) con una piccola percentuale di bastiti. Le bastiti sono i relitti del processo di serpentizzazione di anfiboli e pirosseni, mentre le strutture a rete e a clessidra rappresentano i relitti del processo di serpentizzazione dell'olivina. Tutte queste strutture sono costituite da serpentino del tipo lizardite, mentre le vene sono costituite da serpentino tipo crisotilo. Nella prima varietà è diffusa la presenza di magnetite in piccoli cristalli oltre a spinello cromifero e pirite.

lustre». Numerous excavation fronts were opened on Monte Ferrato from the Middle Ages to the Renaissance up to the last century, and they yielded stone materials for the façades of the most important buildings in the main Tuscan cities.

The serpentinite rocks outcropping on Monte Ferrato are also present in many other zones of the Northern Apennines. They constitute the so-called Ophiolite Complexes, with the constant association of gabbros, basalts and serpentinites (Early-Middle Jurassic). Although serpentinite is characterized by mineralogical homogeneity, the rocks exhibit varieties with very different colours and micro/macrostructures. In fact, different tones of green can be found on the Santa Maria del Fiore Cathedral, from light to dark green until almost black, sometimes with bluish reflections and often with darker patches.

The macroscopic structure of serpentinite can be relatively uniform, interrupted by small whitish veins of fibrous serpentine (chrysotile), or characterized by a dense interlocking of light-coloured veins as in the «*rannocchiaia*» variety.

Two varieties are distinguished microscopically. The first is characterized by bastitic and mesh textures in variable percentages. The second contains an hourglass texture with a small percentage of bastites. Bastites are relicts of the serpentinitization of amphiboles and pyroxenes, while the mesh and hourglass textures are relicts of the serpentinitization of olivine. All these structures consist of lizardite serpentine, while the veins consist of chrysotile serpentine. In the first variety, there is a diffuse presence of magnetite in small crystals as well as chromium spinel and pyrite. In the second variety, the magnetite is present in larger granules than in the preceding variety. The small chrysotile veins can be very abundant, as in the «*rannocchiaia*» variety.

The main factors making this lithotype so sensitive to physical alteration are: physical discontinuities, such as the chrysotile veins and the flaking planes of bastites; strong heat absorption (due to the dark colour) and very low thermal conductivity, which causes high thermal gradients between the surface and the interior of the ashlar, with



Fig. 16 Particolare del rivestimento in serpentinite della Cattedrale di Santa Maria del Fiore fortemente decoeso per fenomeni di termoclastismo.

Fig. 16 Detail of the serpentinite facing of the Santa Maria del Fiore Cathedral, with strong decohesion due to thermoclastic processes.

Nella seconda varietà la magnetite è presente in granuli di dimensioni maggiori rispetto alla varietà precedente. Le venuzze di crisotilo possono essere molto abbondanti come nella varietà «rannocchiaia».

I fattori principali che hanno reso questo litotipo così sensibile all'alterazione di tipo fisico sono i seguenti: le discontinuità fisiche, come le vene di crisotilo e i piani di sfaldatura delle bastiti; il forte assorbimento di calore (conseguenza del colore scuro) e la scarsissima conducibilità termica che determina elevati gradienti termici tra la superficie e l'interno dei conci, con conseguenti fenomeni termoclastici (Fig. 16); l'elevatissimo indice di saturazione in acqua

che determina fenomeni di rigonfiamento e conseguenti tensioni di notevole entità, come messo in evidenza da misure di dilatazione lineare (Fratini *et al.*, 1987; De Vecchi *et al.*, 1991).

In seguito alla chiusura delle antiche cave di serpentinite del Monte Ferrato, per le sostituzioni delle lastre alterate vengono oggi utilizzate serpentiniti alpine (Bianchini *et al.*, 1999). Queste sono serpentiniti in cui il metamorfismo di alta pressione ha trasformato il crisotilo e la lizardite in antigorite. Questo minerale non presenta nel suo reticolo cristallino strutture tubolari che possano assorbire acqua e ciò ne giustifica la maggiore durabilità.

consequent thermoclastic phenomena (Fig. 16); the very high index of saturation in water, which determines swelling and consequent high tensions, as demonstrated by measurements of linear expansion (Fratini *et al.*, 1987; De Vecchi *et al.*, 1991).

Because the ancient serpentinite quarries on Monte Ferrato have closed, Alpine serpentinites are now used for the substitution of altered slabs (Bianchini *et al.*, 1999). In these serpentinites, high-pressure metamorphism transformed the chrysotile and lizardite into antigorite. This mineral does not present tubular structures in its crystalline network that could absorb water, and this explains its greater durability.

Pietra Alberese

Pietra Alberese, given this name by Targioni Tozzetti (1768) on account of the presence of «small tree

figures» (tree = *albero* in Italian) due to concentrations of iron oxides and manganese, is the third lithotype (after Pietra Serena and Pietraforte) outcropping in the Florence area. The quarries are located on the mountain ridge of Monte Morello and Calvana, north-west of the city. Other small outcrops are located to the south near Grassina and Galluzzo and to the west (Soffiano, Scandicci, Lastra a Signa).

Pietra Alberese is a marly limestone with fine grain and conchoidal fracture, with calcite contents of 80 to 95%. The generally yellowish-white colour varies in some layers from ochreous to bluish-white to olive green, tonalities related to the quantity of clay minerals present (from 5 to 20%). There is also quartz (2-3%) while feldspars are present only in traces. The stone also contains many fossils, consisting of shells of planktonic foraminiferans (*Globigerina*, *Globorotalia*) and Radiolaria. Geologically this lithotype belongs to the Monte Morello Formation

La Pietra Alberese

La Pietra Alberese, chiamata così da Targioni Tozzetti (1768) per la presenza di «piccole figure d'alberi» dovute a concentrazioni di ossidi di ferro e manganese, è il terzo litotipo, dopo la Pietra Serena e la Pietraforte che affiora nell'area fiorentina. Le cave di estrazione sono localizzate nella dorsale montuosa di Monte Morello e della Calvana, a nord ovest della città. Altre minori zone di affioramento si trovano a sud della città nei pressi di Grassina e del Galluzzo e ad ovest (Soffiano, Scandicci, Lastra a Signa).

La Pietra Alberese è un calcare marnoso a grana fine e frattura concoide con contenuto di calcite dall'80 al 95%. Il colore in genere bianco-giallastro, varia in certi strati dall'ocraceo al bianco azzurrognolo fino al verde oliva, tonalità legate alla quantità di minerali argillosi presenti (dal 5 al 20%). Si riscontra inoltre quarzo (2-3%) mentre i feldspati sono presenti solo in tracce. Numerosi sono anche i resti fossili costituiti da gusci di foraminiferi planctonici (Globigerine, Globorotalie) e Radiolari. Geologicamente questo litotipo appartiene alla Formazione di Monte Morello (ex Calcare Alberese) delle Unità alloctone delle Liguridi (Eocene Inferiore-Medio) (Bortolotti, 1964).

L'utilizzo di questo litotipo in città è trascurabile rispetto alla Pietra Serena e alla Pietraforte. Possiamo infatti trovare la Pietra Alberese come ciottoli fluviali nella muratura a filaretto della Torre del Visdomini in Via delle Oche e nella Torre della Pagliazza in Piazza Santa Elisabetta. Inoltre si trova nel primo marcapiano della Chiesa di Santa Ma-

ria Novella e come pavimentazione del loggiato esterno della Chiesa della Santissima Annunziata. Al di fuori della cinta urbana il suo utilizzo è molto più diffuso: si trova infatti come materiale da costruzione nella Certosa di Firenze, nella Chiesa di San Salvi e in molte pievi del contado fiorentino, oltre ad essere ampiamente utilizzato nelle strutture e nei paramenti di molti edifici pubblici e religiosi di Prato e Pistoia. Ritrovamenti archeologici confermano la presenza di Pietra Alberese anche nella pavimentazione di alcune strade della *Florentia* romana.

A Firenze la Pietra Alberese è stata invece l'unico materiale impiegato per la produzione della calce, materia prima per la realizzazione di intonaci e malte da muratura (Fratini *et al.*, 1994).

Conclusioni

In questo lavoro è stato illustrato l'ampio panorama di materiali litoidi utilizzato in diverse epoche storiche nell'architettura fiorentina, che per l'importanza del Patrimonio Artistico presente in essa, può essere considerata una sorta di «museo» a cielo aperto. Le ricerche condotte in questi ultimi cinquant'anni dal Museo di Storia Naturale e dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, hanno reso possibile la caratterizzazione dei diversi litotipi utilizzati in città. Ciò ha permesso anche di comprendere le fenomenologie di degrado che interessano questi materiali, contribuendo in modo fondamentale alla messa a punto di interventi di conservazione idonei al recupero di gran parte delle ricchezze artistiche fiorentine.

(formerly Calcare Alberese) of the allochthonous Liguridi Units (Early-Middle Eocene) (Bortolotti, 1964).

Use of this lithotype in Florence is negligible with respect to Pietra Serena and Pietraforte. We can find Pietra Alberese as river pebbles in the «filaretto» masonry of the Visdomini Tower in Via delle Oche and in the Pagliazza Tower in Piazza Santa Elisabetta. Moreover, it is in the first string course of the Santa Maria Novella Church and in the pavement of the external arcade of the Santissima Annunziata Church. Its use is very widespread outside the city walls: it was employed as a building material in the Florence Charterhouse, in the San Salvi Church and in many parish churches in the Florentine countryside, and was widely used in the structures and facings of many public and religious buildings in Prato and Pistoia. Archaeological discoveries have confirmed the presence of Pietra Alberese in the pavement of some roads of Roman *Florentia*.

In Florence, Pietra Alberese was the only material used for the production of lime, the raw material for the creation plasters and mortars (Fratini *et al.*, 1994).

Conclusion

In this article, we have illustrated the wide range of stone materials used in Florentine architecture in different historical ages. Given the importance of the artistic patrimony present in the city, it can be considered a sort of open-air «museum». Studies conducted in the last 50 years by the Museum of Natural History and the Department of Earth Sciences of the University of Florence have made it possible to characterize the different lithotypes used in the city. This has also led to an understanding of the decay processes affecting these materials, providing a fundamental contribution to the planning of conservation interventions for the recovery of a large part of the Florentine artistic wealth.



Fig. 1

La scienza dei minerali: dalla selce ai materiali innovativi e alle nanotecnologie

The science of minerals: from flint to innovative materials and nanotechnologies

Giuseppe Tanelli, Luca Bindi, Francesco Di Benedetto

Attorno a due milioni di anni fa, un ominide che viveva nelle Grandi Valli dell'Africa Orientale scheggiò consapevolmente un ciottolo di pietra per ottenere un «chopper», uno strumento utile per le sue necessità di alimentazione e sopravvivenza. Inizia così la grande avventura del genere *Homo* nel Pianeta Terra, scandita dall'uso crescente di materiali naturali e dall'acquisizione di tecnologie sempre più raffinate per modellarli, per trasformarli in nuovi materiali, per estrarre elementi o composti chimici od ottenere energia.

Per tutto il Paleolitico – il lungo periodo della storia antropica che nel tempo geologico inizia alla fine del Pliocene, comprende tutto il Pleistocene e arriva fino all'Olocene attorno a 12.000-10.000 anni fa – gli *habilis*, gli *erectus*,... i *neanderthal*, fino ai *sapiens* – i nostri diretti antenati che sempre dall'Africa subsahariana, attorno a 200.000 anni fa, si mossero per popolare il Mondo – utilizzarono minera-

li e rocce in base alle loro proprietà fisiche, senza trasformarne le naturali caratteristiche chimiche. Scheggiarono la selce, l'ossidiana e altri materiali duri a frattura concoide, per ottenere «asce a mano», raschiatoi e punte di frecce. Usarono la selce e forse anche la pirrite, per accendere i fuochi; con ocre ferrifere e mangesifere le genti di *cro-magnon* che vivevano nelle terre francesi e spagnole del Paleolitico superiore, realizzarono le loro stupende «pitture rupestri», e sempre nel Paleolitico superiore vengono scolpite, nel calcare, nella steatite, nel serpentino, o modellate con l'argilla cruda, le sacrali figure femminine di «veneri» e «madri» (Fig. 2).

Attorno a dodicimila anni fa, in un mondo popolato in tutti i continenti da una decina di milioni di cacciatori e raccoglitori – quando ormai si stavano attenuando i freddi dell'ultima grande glaciazione del Würm –, nelle zone temperate della Terra, dal Vicino

Around two million years ago, a hominid living in the Great Valleys of East Africa knowingly chipped a stone pebble to obtain a «chopper», a tool useful for his feeding and survival needs. Thus began the great adventure of the genus *Homo* on Planet Earth, marked by the increasing use of natural materials and by the acquisition of increasingly refined technologies to model them, to transform them into new materials, to extract elements or chemical compounds or to obtain energy.

Throughout the Palaeolithic (the long period of human history from the end of the Pliocene through the Pleistocene to the Holocene around 12,000-10,000 years ago), our direct ancestors (*habilis*, *erectus*, *neanderthal*, early *sapiens*, which moved out of sub-Saharan Africa around 200,000 years ago to populate the world) used minerals and rocks on the basis of their physical properties without

transforming their natural chemical characteristics. They chipped flint, obsidian and other hard conchoidal-fracturing materials to obtain «hand axes», scrapers and arrowheads. They used flint and perhaps also pyrite to light fires. With iron- and manganese-bearing ochres, Cro-Magnon peoples living in the present-day areas of France and Spain during the Upper Palaeolithic created their stupendous «rock paintings». Still in the Upper Palaeolithic, the sacred female figures of «venus» and «mother» statuettes were sculpted in limestone, steatite, serpentine, or modelled with raw clay (Fig. 2).

Around 12,000 years ago, the world was populated by about 10 million hunter-gatherers on all continents. As the cold of the last great glaciation, the Würm, was attenuating, communities of agriculturists and breeders were slowly forming in the temperate zones of the Earth, the

Fig. 1 Particolare di una lastra lucidata costituita da bande di sfalerite colloidale (da marrone chiaro a marrone scuro) e da galena (colore argentato). Miniera Pomorzany, Olkusz, Polonia. Misure: 27 x 16 x 1 cm. Spec. n. G65369.

Fig. 1 Particular of a polished slab of banded colloidal sphalerite (pale brown to dark brown) and galena (silvery). Pomorzany Mine, Olkusz, Poland. Measurements: 27 x 16 x 1 cm. Spec. n. G65369.



Fig. 2 «Venere di Savignano», statuette femminile in serpentino (h 22,1 cm), paleolitico superiore, Inv. MPE 108610. Il reperto, proveniente da Mulino, Pra Martino (Savignano sul Panaro, Modena) è ora esposto al Museo Nazionale Preistorico/Etnografico «L. Pigorini» di Roma. © S-MNPE «L. Pigorini» Roma EUR – Su concessione del Ministero per i Beni e le Attività Culturali.

Fig. 2 «Savignano Venus», female statuette in serpentine (h 22.1 cm), Upper Palaeolithic, Inv. MPE 108610. The specimen, from Mulino, Pra Martino (Savignano sul Panaro, Modena), is now displayed in the «L. Pigorini» National Prehistory/Ethnography Museum in Rome. © S-MNPE «L. Pigorini» Roma EUR – With permission of the Ministero per i Beni e le Attività Culturali.

Oriente, alla Valle del Nilo, dell'Indo e del Fiume Giallo, si formano lentamente comunità di agricoltori e allevatori. Con blocchi di basalto si scolpiscono piccoli mulini per macinare il frumento e si modellano strumenti e monili di «pietre lucidate» usando diorite, gabbro, serpentina, giada. A Gerico in Palestina e a Çatal Hüyük in Anatolia, sorgono i

Near East, and the valleys of the Nile, the Indus and the Yellow River. Small millstones were carved from basalt blocks to grind wheat, and tools and «polished stone» jewellery were modelled using diorite, gabbro, serpentine and jade. The first urban conglomerations arose at Jericho in Palestine and at Çatalhöyük in Anatolia, with buildings made of dried clay bricks. Then, around 10,000 years ago, the great «Neolithic Revolution» became the first technological turning point of civilizations. Using the thermal energy of fire, man transformed the chemical and structural nature of natural «substances». He baked clay to obtain pottery: a «new material» formed by a mixture of synthetic compounds of silicon, aluminium, iron, etc., useful to make containers able to hold water and food. Exposing pieces of limestone to fire produced another «new material»: lime, with which to prepare mortars to bind bricks and plasters to cover the walls and floors of residences. Around 6-7,000 years ago in the Fertile Crescent, the cradle of our civilization, a ceramist «discovered» metallurgy, the art of extracting metals from minerals, and of alloying them to obtain hard resistant materials with which to make weapons, work tools, decora-

primi agglomerati urbani, con edifici costruiti in mattoni di argilla essiccata. Poi circa diecimila anni fa, la grande «Rivoluzione neolitica», la prima svolta tecnologica delle civiltà. L'Uomo, usando l'energia termica del fuoco, trasforma la natura chimica e strutturale delle «sostanze» naturali. Cuocendo l'argilla ottiene la ceramica: un «nuovo materiale» formato da un miscuglio di composti sintetici di silicio, alluminio, ferro, utile per fare recipienti in grado di contenere acqua e cibo. Esponendo al fuoco pezzi di calcare, produce un altro «nuovo materiale»: la calce con la quale prepara le malte per legare i mattoni e ricoprire le pareti e i pavimenti delle abitazioni. Poi attorno a sei, settemila anni fa, nelle terre della Mezzaluna Fertile, la culla della nostra civiltà, un qualche artigiano ceramista «scopre» la metallurgia, l'arte di estrarre metalli dai minerali, e di legarli fra di loro per ottenere materiali duri e resistenti con i quali ottenere armi, strumenti di lavoro, oggetti decorativi e rituali. Dai primi manufatti di rame, la tecnologia metallurgica si evolve al bronzo, legando il rame con l'arsenico, ma soprattutto con lo stagno, per giungere attorno a 3300 anni fa, nelle terre caucasiche dei Calibi – come vuole la tradizione –, alla siderurgia e alla scoperta dell'acciaiatatura del ferro mediante carburazione (Rapp, 2009).

Per più di tremila anni, fino alla «Rivoluzione industriale» della seconda metà del Settecento, l'uso di materie prime minerali è stato limitato e compatibile con le risorse del

and ritual objects. From the first copper artefacts, the metallurgical technology evolved to bronze, an alloy of copper and arsenic but especially of copper and tin, to arrive ca. 3,300 years ago in the Caucasian lands of the Chalybes tribe (as tradition has it) to iron smelting and the discovery of steelmaking by the carbonization of iron (Rapp, 2009).

For more than 3,000 years, up to the «Industrial Revolution» of the second half of the 18th century, the use of mineral raw materials was limited and compatible with the resources of the planet. Then, in a continuous qualitative and quantitative crescendo of demand for metalliferous, non-metalliferous and energy-producing minerals, fossil fuels, rocks, gravels and sand, we have arrived at our society of knowledge, technologies and the Internet, in which dozens of mineral substances are used directly to produce metals, chemical compounds and energy (Tanelli, 2009).

Steel, the alloy of iron and carbon with the addition of various elements such as nickel, chromium and tungsten to give the material particular properties of stainlessness and mechanical and thermal resistance, and silicon, the essential component of the flint of the first human industries and

Pianeta. Poi in un continuo crescendo qualitativo e quantitativo della domanda di minerali metalliferi, non-metalliferi ed energetici, combustibili fossili, rocce, ghiaie e sabbia, si giunge alla nostra società delle conoscenze, delle tecnologie e di internet, dove sono decine e decine le sostanze minerali utilizzate direttamente per ricavare metalli, composti chimici ed energia (Tanelli, 2009).

L'acciaio, la lega fra il ferro e il carbonio, sia pure addizionata da vari elementi come il nichel, il cromo, il tungsteno, per conferire al materiale particolari proprietà di inossidabilità, resistenza meccanica e termica, ed il silicio componente essenziale della selce delle prime industrie umane e oggi di *chip* e celle fotovoltaiche, ancora dominano lo scenario manifatturiero della nostra epoca. L'epoca dei «materiali avanzati e innovativi» (metalli e leghe speciali, ceramiche tecniche, nanoceramiche, materiali compositi, biomateriali, ecc.) e delle nanotecnologie, in grado di manipolare la materia a livello atomico o molecolare (da 1 a 100 nanometri). Materiali innovativi e nanotecnologie utilizzati per fabbricare componenti di tutti quei «beni materiali», dai cellulari e computer, agli apparati laser, alle navicelle spaziali e protesi mediche, fino alle vele da regata e alle racchette da tennis, il cui uso caratterizza la nostra società. Una società portatrice di diritti civili e di benessere, ma che, come bene sappiamo, deve affrontare seri problemi ecologici e ciniche speculazioni finanziarie, in grado di condizionare l'economia reale ed i destini vi-

tali, civili e politici dei sette miliardi di persone che oggi vivono nel «villaggio globale». Fenomeni di inquinamento dell'aria, dell'acqua e dei suoli, cambiamenti climatici, esauribilità dei minerali e delle fonti energetiche tradizionali, smaltimento dei rifiuti e soprattutto, uso delle georisorse compatibile con le regole, i limiti e le fragilità del Pianeta, sono i temi che quotidianamente riempiono i media e impegnano la ricerca scientifica e tecnologica, l'industria, l'economia e la politica globale e locale.

Nella seconda metà dell'Ottocento il grande geologo Antonio Stoppani, autore de «Il Bel Paese», il famoso *long-seller* di divulgazione ed educazione all'ambiente geologico, pubblicato dal 1876 in decine e decine di edizioni (Stoppani, 2009), coniò il lessico «Antropozoico», per indicare il ruolo determinante che avevano assunto le attività umane nella storia geologica della Terra. Un ruolo, attualizzato e diffuso al grande pubblico dal Premio Nobel per la chimica Paul J. Crutzen nel suo recente libro «Benvenuti nell'Antropocene!», dove scrive: «Siamo noi, nel bene e nel male, la variabile geologica oggi più importante, ed è nostra la responsabilità del futuro del Pianeta. Perché abbiamo gli strumenti teorici e pratici per invertire la tendenza al degrado che noi stessi abbiamo innescato» (Crutzen, 2005). Le ricerche sui nuovi materiali, la razionalizzazione dei consumi di quelli tradizionali, gli interventi di recupero, riuso e riciclo, lo sviluppo di energie alternative e pulite, sono «strumen-

today of computer chips and photovoltaic cells, still dominate the manufacturing scenario of our time. This is the age of «advanced and innovative materials» (special metals and alloys, technical ceramics, nanoceramics, composite materials, biomaterials, etc.) and of nanotechnologies able to manipulate the material at the atomic or molecular level (from 1 to 100 nanometres). These innovative materials and nanotechnologies are used to manufacture components of all the «material goods» whose use characterizes our society: cell phones and computers, laser apparatuses, space ships, medical prostheses, even sails for racing yachts and tennis rackets. Ours is a society of civil laws and of well-being, but which, as we well know, must tackle serious ecological problems and cynical financial speculations able to condition the real economy and the everyday, civil and political destinies of the seven billion people that now inhabit the «global village». Air, water and soil pollution, climatic changes, exhaustibility of mineral and traditional energy resources, garbage disposal, and especially the use of georesources compatible with the rules, limits and fragility of the planet are the topics that fill the mass media every day

and provide challenges for scientific and technological research, industry, the economy, and global and local politics.

In the second half of the 19th century, the great geologist Antonio Stoppani, author of «Il Bel Paese» (The Beautiful Country), the famous long-seller of geological popularization and education published from 1876 onward in dozens of editions (Stoppani, 2009), coined the term «anthropozoic» to indicate the decisive role human activities had assumed in the geological history of the Earth. This role has been updated and made known to the general public by the Nobel Laureate for Chemistry Paul J. Crutzen in his book «Benvenuti nell'Antropocene!» (Welcome to the Anthropocene!); he maintains that, for good or evil, humanity is now the most important geological variable and the future of the planet is our responsibility because we possess the theoretical and practical tools to reverse the degradation we ourselves have triggered (Crutzen, 2005). Research on new materials, the rational consumption of traditional ones, recovery interventions, reuse and recycling, the development of alternative and clean energies, are «tools» that can be combined with the dissemination

ti», unitamente alla diffusione di un'incisiva cultura geo-ecologica e di modelli economici-finanziari equi e solidali, per «inaugurare – come conclude Crutzen – un'epoca di sviluppo sostenibile che non metta più a repentaglio la nostra stessa sopravvivenza».

Simboli emblematici di un mondo da cambiare: l'Africa, dove è nato l'*homo* e dove, in troppi casi, si estraggono minerali di metalli preziosi, minerali energetici, diamanti in condizioni subumane; il Vicino Oriente, dove la nostra civiltà occidentale trova le sue radici e dove si accentrano i conflitti del nostro Mondo di *sapiens*, per delle fonti energetiche – petrolio e nucleare di fissione – il cui uso concorre alla sua stessa distruzione.

La selce di «choppy» e il silicio del «*homo technologicus*»

Fu la casualità che permise a «choppy» – come affettuosamente i paleoantropologi chiamano il nostro primo antenato o forse, come dicono alcuni, anche all'Australopithecus con il quale divideva i territori delle savane africane, e che, meno fortunato negli ingranaggi dell'evoluzione genetica e dell'adattamento ambientale, venne destinato all'estinzione – di scoprire le proprietà fisiche che avevano alcune rocce per fabbricare strumenti utili alla sua sopravvivenza. Fu sempre la casualità che permise di scoprire nella preistoria e protostoria le utili proprietà

dei primi nuovi materiali non-naturali come le ceramiche, il bronzo e l'acciaio. Poi iniziano a svilupparsi le «curiosità scientifiche». Minerali e rocce vengono studiati nelle loro proprietà fisiche, composizione chimica, caratteristiche cristallografiche e reticolari, in un percorso conoscitivo moderno – marcato da una stretta interazione fra sapere scientifico di base e utilizzazioni pratiche – che inizia con le opere dei padri storici della mineralogia e della metallurgia: Vannoccio Biringuccio (1480-1539), Giorgio Agricola (1494-1555) e Niccolò Stenone (1638-1686). Un percorso che riceve una determinante accelerazione nella seconda metà del Settecento con l'Illuminismo e i nuovi modelli produttivi a carattere industriale, largamente basati sulla disponibilità di materie prime minerali ed energetiche.

Lo studio dei minerali è alla base delle grandi scoperte della chimica e della fisica dello stato solido o cristallino. Si individuano nuovi elementi e composti chimici, si costruisce la tavola periodica degli elementi e si scoprono le proprietà della luce polarizzata. Le osservazioni sulla morfologia dei cristalli portano alle teorie reticolari sulla struttura della materia allo stato solido, che riceveranno la loro conferma sperimentale con le esperienze, nei primi decenni del XX secolo, delle interazioni diffrattometriche fra raggi X e minerali, e poi con le «immagini» acquisite con le tecniche della microscopia

of an incisive geo-ecological culture and of equitable and fair economic-financial models to inaugurate (as Crutzen states) an age of sustainable development that does not threaten our very survival.

The following are emblematic symbols of a world that must change: Africa, where *Homo* was born and where, in too many cases, precious metal minerals, energy-producing minerals, diamonds, etc., are extracted in subhuman conditions; the Near East, where our Western civilization finds its roots and where the conflicts of our *sapiens* world are concentrated, conflicts for energy resources (oil and nuclear fission) whose use contributes to the very destruction of our world.

The flint of «Choppy» and the silicon of «*Homo technologicus*»

Palaeoanthropologists affectionately call the first stone tool maker «Choppy». He was one of our ancestors or, according to some, an Australopithecus also inhabiting the African savannas and who, less fortunate in the workings of genetic evolution and environmental adaptation, was destined to extinction. It was chance that allowed Choppy to discover the physical properties of some rocks for the manufacture of tools useful to his survival. It was

also chance that permitted the discovery in prehistory and protohistory of the useful properties of the first new non-natural materials such as pottery, bronze and steel. Then «scientific curiosities» began to develop. The physical properties, chemical composition, and crystallographic and reticular characteristics of minerals and rocks were studied in a modern intellectual pathway (marked by a close interaction between basic scientific knowledge and practical uses) that began with the works of the historical fathers of mineralogy and metallurgy: Vannoccio Biringuccio (1480-1539), Georg Agricola (1494-1555) and Nicolas Steno (1638-1686). This pathway experienced a decisive acceleration in the second half of the 18th century with the Enlightenment and the new models of industrial production, largely based on the availability of mineral and energy-producing raw materials.

The study of minerals was the basis of the great discoveries of chemistry and solid state or crystal physics. New elements and chemical compounds were identified, the periodic table of the elements was constructed and the properties of polarized light were revealed. Observations on the morphology of crystals led to the reticular theories of the structure of solid matter, which were experimentally confirmed with the studies, in the first decades of the 20th century, on the diffractometric interactions between

elettronica e microanalisi e gli «spettri» delle esperienze condotte al sincrotrone.

La definizione sempre più dettagliata delle proprietà fisiche (durezza, tenacità, luminescenza, radioattività, magnetismo, proprietà elettriche e ottiche, ecc.), delle caratteristiche composizionali e strutturali dei minerali, e la ricerca di materiali naturali o sintetici dotati di specifiche proprietà meccaniche, elettriche, magnetiche, termiche ci porta alla metà del secolo scorso, quando nasce «la scienza dei materiali». Una scienza, empirica e sperimentale, che trova le sue radici culturali e metodologiche negli studi su minerali, e che oggi permette di preparare molteplici materiali innovativi.

Nel 1959, Richard P. Feynman tenne al *California Institute of Technology*, la sua famosa conferenza intitolata «*there's Plenty of Room at the Bottom: An Invitation to Enter a New Field of Physics*» (un invito ad entrare in un nuovo campo della fisica: il campo delle dimensioni sub-molecolari). Questa conferenza è considerata come il momento della nascita della 'nanotecnologia', ovvero il sapere conoscitivo e la tecnica che permettono di produrre oggetti delle dimensioni di pochi nanometri, fondamentali nell'assemblaggio di apparecchiature che vanno dai comuni telefoni cellulari e personal computer ai sofisticati strumenti che permettono in tempo reale di usufruire di immagini satellitari con la risoluzione della decina di centimetri.

Lo sviluppo delle scienze dei materiali è stato considerato da molti come una vera e propria rivoluzione tecnologica, nata per curiosità scientifiche e per rispondere a precise domande legate all'economia e all'industria, e che oggi, sempre di più e soprattutto, è impegnata nel rispondere anche a domande legate alla salute dell'Uomo e alla salvaguardia della Bio-Geosfera.

A questo punto potremmo anche giungere alla conclusione che per i nostri bisogni materiali le ricerche sulle singole specie mineralogiche, al di là di soddisfare le nostre curiosità puramente intellettuali, non abbiano più molto da insegnarci. Tale conclusione, in accordo con quanto recentemente scritto dal mineralista tedesco Wulf Depmeier (2009), è sicuramente prematura, se non sbagliata, e cercheremo di mostrare come la conoscenza dei minerali può continuare a essere un prezioso mezzo per l'individuazione di «buoni materiali», sia naturali che artificiali, compatibili con l'economia e l'ecologia.

I laboratori della natura e i laboratori della scienza e dell'industria

Gli elementi chimici naturali sono una novantina che si combinano a formare le circa 4500 specie di minerali terrestri ed extra-terrestri conosciuti, distinti per composizione chimica e/o struttura cristallina. I minerali rappresentano, come ebbe a scrivere il grande

X-rays and minerals, and later with the «images» acquired by electronic microscopy and microanalyses and with the «spectra» from synchrotron studies.

The increasingly detailed definition of the physical properties (hardness, tenacity, luminescence, radioactivity, magnetism, electrical and optical properties, etc.) and the compositional and structural characteristics of minerals, as well as the search for natural or synthetic materials with specific mechanical, electrical, magnetic and thermal properties, led to the middle of the 20th century and the birth of «materials science». This empirical and experimental science has its cultural and methodological roots in studies on minerals, and today it allows the preparation of many innovative materials.

In 1959, Richard P. Feynman held his famous talk at the California Institute of Technology entitled «*There's Plenty of Room at the Bottom: An Invitation to Enter a New Field of Physics*» (the new field of physics was submolecular dimensions). This talk is considered to mark the time of birth of «nanotechnology», i.e. the knowledge and technique allowing the production of objects the size of a few nanometres, fundamental in the assembly of apparatuses ranging from common cell phones and personal computers to the sophisticated instruments that allow the real-time use of satellite images with resolution of tens of centimetres.

The development of materials sciences was considered by many a true technological revolution, born of scientific curiosity and as a response to precise demands related to the economy and industry, and which today is increasingly being used to respond to demands related to human health and protection of the bio-geosphere.

At this point, we might conclude that, for our material needs, studies on single mineral species have little to teach us now, beyond satisfying our purely intellectual curiosity. This conclusion, expressed in a recent article by the German mineralist Wulf Depmeier (2009), is certainly premature, if not wrong, and we will try to show that the knowledge of minerals can continue to be a valuable means to identify «good materials», both natural and artificial, compatible with the economy and with the ecosystem.

Laboratories of nature and laboratories of science and industry

There are about 90 natural chemical elements, which combine to form the ca. 4500 known terrestrial and extra-terrestrial mineral species, distinct by chemical composition and/or crystal structure. Minerals represent, in the words of the great Bulgarian mineralist Ivan Kostov (1913-2004), «milestones of the history of the Earth and of the Cos-



Fig. 3 Figure di Widmanstätten nella meteorite a ferro Durango, appartenente al gruppo IIIAB.
Fig. 3 Widmanstätten pattern in Durango meteorite, an iron meteorite belonging to group IIIAB.

mineralista bulgaro Ivan Kostov (1913-2004), ‘le pietre miliari della storia della Terra e del Cosmo’, nonché una preziosa fonte di informazione per le ricerche sulle nanotecnologie e i materiali innovativi. Essi sono il prodotto di laboratori naturali terrestri ed extra-terrestri dove da circa 4800 milioni di anni si sviluppano ‘prove’ di laboratorio di sistemi termodinamici caratterizzati da ampi spettri di parametri chimico-fisici e modalità evolutive (temperatura, pressione, attività e mobilità dei componenti chimici, irraggiamento elettromagnetico, gradienti composizionali, termici e barici, campo gravitativo, ecc.). Dai parametri ‘galattici’ in cui si sono formati i minerali delle meteoriti come la troilite e la kamacite, alle alte pressioni e temperature sotto le quali si sono formati e si formano i minerali delle parti interne della Geosfera,

dalla olivina al quarzo, ai cristalli di salgemma e di zolfo, che sotto i nostri occhi ‘nascono’ dalla evaporazione dell’acqua di mare o dalla sublimazione di fumarole (Tanelli, 1996).

È indubbio che i laboratori naturali mostrino dei vantaggi rispetto a quelli scientifici e/o industriali, ma anche alcuni svantaggi. Il principale vantaggio della ‘natura’ è che essa offre in molti casi degli ambienti caratterizzati da una gamma di combinazioni dei parametri chimico-fisici, difficilmente realizzabili nei laboratori della scienza e dell’industria, fra temperatura, pressione, potenziali chimici, pH, Eh, irradiazione con raggi UV, VIS e γ , radioattività, gradienti di concentrazione, ecc. Il ruolo minerogenetico di alcune di queste variabili è anche dipendente dal tempo, dalla massa di materiali coinvolta nel processo e dalla «viscosità» dell’ambiente di cri-

mos», as well as a valuable source of information for research on nanotechnologies and innovative materials. They are the product of natural terrestrial and extra-terrestrial laboratories in which laboratory «tests» have been carried out for ca. 4.8 billion years on thermodynamic systems characterized by wide ranges of chemical-physical parameters and evolutionary processes (temperature, pressure, activity and mobility of chemical components, electromagnetic radiation, compositional, thermal and baric gradients, gravitational field, etc.). From the «galactic» parameters in which were formed the minerals of meteorites such as

troilite and kamacite, to the high pressures and temperatures in which were formed (and are still being formed) the minerals of the internal parts of the geosphere, from olivine to quartz, to the crystals of rock salt and sulphur «born» in front of our eyes by evaporation of sea water or by sublimation of fumarole gases (Tanelli, 1996).

Natural laboratories have advantages with respect to scientific and/or industrial ones, but also some disadvantages. The principal advantage of «nature» is that in many cases it offers environments with a range of combinations of chemical-physical parameters difficult to create in scientific



Fig. 4



Fig. 5a



Fig. 5b

stallizzazione. In definitiva, la natura dispone di periodi estremamente lunghi per svolgere reazioni molto lente. Tanto per fare un esempio, la formazione delle «figure di Widmanstätten» presenti nelle meteoriti di ferro (Fig. 3) richiede tassi di raffreddamento lentissimi – dell'ordine di 1000 °C ogni milione di anni – chiaramente non raggiungibili in laboratorio. Anche riuscire ad ottenere cristalli sintetici di grandi dimensioni è spesso molto difficile. Molti minerali, quali per esempio il diamante, che si forma a grande profondità entro il mantello terrestre durante il lento

raffreddamento di magmi kimberlitici, si ritrovano in cristalli ben sviluppati, mentre i corrispondenti prodotti ottenuti in laboratorio sono di solito microcristallini. Il tempo, lo spazio a disposizione e la bassa viscosità dei fluidi, che favorisce la mobilità degli elementi chimici, portano inoltre alla formazione di stupendi cristalli di quarzo, ortoclasio, tormaline, come avvenuto ad esempio nelle pegmatiti dell'Isola d'Elba (Fig. 4) o di cristalli di gesso di dimensioni metriche come si ritrovano nel giacimento idrotermale di Naica in Messico (Figg. 5a, 5b).

and industrial laboratories, including temperature, pressure, chemical potential, pH, Eh, UV, VIS and radiation, radioactivity, concentration gradients, etc. The minerogenetic role of some of these variables is also dependent on time, on the mass of materials involved in the process and on the «viscosity» of the crystallization environment. After all, nature avails itself of extremely long periods to carry out very slow reactions. For example, the formation of «Widmanstätten patterns» in iron meteorites (Fig. 3) requires very slow cooling rates (on the order of 1000 °C.Ma⁻¹) clearly unattainable in the laboratory. Even obtaining large synthetic

crystals is often very difficult. Many minerals, e.g. diamond which forms at great depths within the Earth's mantle during the slow cooling of kimberlitic magmas, are found as well-developed crystals, while the corresponding laboratory products are usually microcrystalline. Moreover, the time, the available space and the low viscosity of fluids (favouring the mobility of chemical elements) lead to the formation of stupendous crystals of quartz, orthoclase, tourmaline, etc., as occurred for instance in the pegmatites of Elba Island (Fig. 4), or of metres-long gypsum crystals, as found in the hydrothermal deposit of Naica in Mexico (Fig. 5).

Fig. 4 Particolare di uno dei migliori campioni di «tormalina» elbana; i cristalli raggiungono dimensioni centimetriche. Camp. n. 4973 E.

Fig. 5 a) Grandi cristalli di gesso della miniera di Naica, Chihuahua, Messico; il fotogramma è tratto dal filmato realizzato dall'Associazione La Venta che viene proiettato sul grande monitor posto all'ingresso del salone espositivo della Sezione di Mineralogia e Litologia. Le dimensioni dei cristalli si deducono per confronto con gli speleologi (in tuta arancio) che stanno esplorando la cavità. **b)** Cristallo di gesso, dalle dimensioni ben più modeste, proveniente comunque dalla stessa miniera. Misure: 15 x 9 x 4 cm. Camp. n. G47675.

Fig. 4 Particular of one of the best specimens of «tourmaline» from Elba Island; crystals can be up to centimetric in size. Camp. n. 4973 E.

Fig. 5 a) Entrance of the Mineralogy and Lithology Section with a large monitor playing topical films. The photograph shows a photogram of the film on the large gypsum crystals of the Naica mine. **b)** Gypsum crystal from the same mine (Naica, Chihuahua, Mexico). Measurements: 15 x 9 x 4 cm. Spec. n. G47675.

Un altro grande vantaggio della natura è che essa può praticamente eseguire molte 'prove'. Le 'prove' non sono né controllate né pianificate ma, a causa del gran numero di tentativi effettuati, può accadere che vengano prodotti in modo del tutto impreveduto minerali unici in un unico luogo. Tutto ciò è spesso dovuto alla combinazione di diversi fattori come un accostamento non comune di elementi chimici dovuto ad esempio all'impatto di un grande meteorite (astrobleme), come avvenuto per i ricchi giacimenti di platino, palladio e iridio di Sudbury in Canada. Oppure quando si hanno estesi fenomeni di interazione fra masse rocciose e fluidi idrotermali, come a Khibiny nella penisola di Kola (Russia) e a Bayan Obo nella Mongolia esterna (Cina), dove si trovano eccezionali paragenesi con centinaia di specie mineralogiche diverse, alcune delle quali ritrovate solo in queste zone.

Del resto possiamo riflettere sul fatto che dei circa novanta elementi chimici conosciuti, 14 di questi formano oltre il 99% della intera massa della crosta terrestre, e dei circa 4500 minerali noti, sono solo alcune decine quelli che formano le rocce magmatiche, sedimentarie e metamorfiche. La stragrande maggioranza degli elementi chimici, così come dei minerali, li troviamo concentrati in piccole masse disperse entro la crosta, quali prodotto di reali 'anomalie chimico-fisiche' e 'incidenti minerogenetici'. Si dà il caso che a queste anomalie e incidenti minerogenetici

sono legati i depositi della quasi totalità di metalli utili, dai metalli di base (Cu, Pb, Zn, Sn,) a quelli 'tecnologici' (Li, In, Terre Rare) e preziosi (Au, Ag, Pt, Pd).

Un caso particolare dove la natura supera di gran lunga tutte le varie tecnologie che l'umanità ha inventato finora è il regno delle biomineralizzazioni. I biominerali sono il risultato dell'interazione tra organismi viventi e materia organica e inorganica, e spesso uniscono i vantaggi di entrambi per dar luogo a importanti «materiali compositi». Esempi ben conosciuti sono le conchiglie (Fig. 6), fatte da un materiale composito che è molto più duro dei singoli componenti sia inorganici (aragonite, talvolta anche calcite) che organici (proteine), o i denti e le ossa dei vertebrati (Fig. 7). Un'osservazione particolarmente sorprendente, e una sfida quasi umiliante per i 'laboratori antropici', è il fatto che la crescita cristallina biologicamente controllata procede rapidamente in intervalli molto stretti di temperatura e pressione tipici delle condizioni fisiologiche, là dove la crescita di cristalli artificiali è normalmente molto lenta, o non si verifica affatto.

Ovviamente, la natura ha anche degli svantaggi rispetto ai processi del 'laboratorio antropico', ai fini della disponibilità di particolari materiali. Proviamo a considerare l'esempio del carburo di silicio o *carborundum* di formula chimica SiC. Si tratta di un materiale eccezionalmente duro superato solo dal diamante nella scala di Mohs, con proprietà

Another great advantage of nature is that it can perform many «tests». The «tests» are neither controlled nor planned but, because of the large number of attempts, unique minerals can be produced in a completely unforeseen manner in a single locality. All this is often due to the combination of different factors, such as an uncommon mixing of chemical elements due for instance to the impact of a large meteorite (astrobleme or impact structure), as occurred for the rich layers of platinum, palladium and iridium at Sudbury in Canada, or when there are extensive interactions between rock masses and hydrothermal fluids, such as at Khibiny in the Kola Peninsula (Russia) and at Bayan Obo in Inner Mongolia (China), where there are exceptional parageneses with hundreds of different mineral species, some of which found only in these zones.

After all, we can reflect on the fact that of the ca. 90 known chemical elements, 14 of them form more than 99% of the entire mass of the Earth's crust, and of the ca. 4500 known minerals, only a few dozen of them form the magmatic, sedimentary and metamorphic rocks. The vast majority of chemical elements, like minerals, are concentrated in small masses scattered within the crust, as products of «physico-chemical anomalies» and «minero-

genetic incidents». These anomalies and minerogenetic incidents are related to the deposits of almost all useful metals, from the base metals (Cu, Pb, Zn, Sn, [...]) to the «technological» (Li, In, Rare Earths) and precious ones (Au, Ag, Pt, Pd).

A particular case in which nature greatly outdoes the various technologies humanity has invented thus far is the kingdom of biomineralizations. Biominerals are the result of the interaction between living organisms and organic and inorganic matter, and they often combine the advantages of both to give rise to important «composite materials». Well known examples are shells (Fig. 6), made of a composite material that is much harder than the single components, be they inorganic (aragonite, sometimes also calcite) or organic (proteins), as well as teeth and bones of vertebrates (Fig. 7). A particularly striking observation, and an almost humiliating challenge for «human laboratories», is that biologically controlled crystal growth proceeds rapidly in very narrow ranges of temperature and pressure typical of physiological conditions, whereas the growth of artificial crystals is normally very slow, or does not occur at all.

Obviously, nature has disadvantages with respect to the processes of the «human laboratory» in terms of the avail-



Fig. 6



Fig. 7

Fig. 6 Conchiglie fossilizzate sulle quali si sono formati grandi cristalli di calcite; in alcuni punti, i cristalli di colore giallo-miele sono perfettamente trasparenti. Fort Drum Crystal Mine (Rucks Pit), Okeechobee County, Florida, USA. Misure: 30 x 20 x 12 cm. Camp. n. G65359.

Fig. 7 In alto: apatite-(CaOH); questo minerale è uno dei principali costituenti delle ossa. Otterlake, Ontario, Canada. Misure: 35 x 20 x 15 cm. Camp. n. G40020. In basso: omero destro di Ursus Spelaeus.

Fig. 6 Fossilized shells with large crystals of calcite; in some places, the honey-yellow crystals are perfectly transparent. Fort Drum Crystal Mine (Rucks Pit), Okeechobee County, Florida, USA. Measurements: 30 x 20 x 12 cm. Spec. n. G65359.

Fig. 7 Top: apatite-(CaOH), this mineral is a major constituent of bones. Otterlake, Ontario, Canada. Measurements: 35 x 20 x 15 cm. Camp. n. G40020. Bottom: right humerus of Ursus Spelaeus.

elettriche e termiche straordinarie e tecnologicamente molto importante, che viene prodotto in grande quantità e utilizzato per molti scopi: abrasivi e utensili da taglio, semiconduttori, siderurgia, catalizzatori, turbine a gas, ecc. Tale materiale fu sintetizzato per la prima volta da Berzelius all'inizio del XIX secolo. Solo settanta anni dopo, nel 1893, F.H. Moissan scopriva piccoli cristalli di SiC nel meteorite di Canyon Diablo in Arizona. In suo onore, il composto SiC come minerale prende il nome di moissanite. Lo stesso anno della scoperta della moissanite, E.G. Acheson iniziava la produzione industriale del *carborundum*. Molto più tardi furono segnalati altri ritrovamenti di moissanite, come minuscole inclusioni in cristalli di diamante o in particolari xenoliti di rocce ultramafiche (kimberliti), ma tutto sommato questo minerale resta estremamente raro. Quanto sopra indica la non idoneità della parte superficiale del nostro pianeta per la formazione della moissanite che necessita invece di condizioni che si verificano o nello spazio o nelle profondità della Terra. In questo contesto è interessante notare che recentemente alcuni astronomi hanno scoperto tramite metodi spettroscopici nubi con enormi quantità di SiC intorno a certe stelle in cui le condizioni per la formazione di SiC sono ovviamente molto più vantaggiose rispetto a quelle del nostro pianeta.

Un altro svantaggio della natura è in generale la purezza composizionale dei minerali

richiesta per specifiche esigenze, ma che nel contempo fornisce alla scienza ed alla tecnologia utili informazioni per la loro utilizzazione. Prendiamo ad esempio il caso delle zeoliti, scambiatori ionici e setacci molecolari naturali, ma in cui la costante presenza di elementi estranei a quelli caratterizzanti ne impedisce l'utilizzazioni in processi industriali particolari, come la purificazione dei petroli. In questo caso si ricorre a zeoliti di estrema purezza sintetizzate in laboratorio in condizioni chimico-fisiche controllate e definite sulla base delle informazioni ricevute studiando i contesti geomineralogici entro i quali si sono formati i prodotti naturali.

Dai minerali ai materiali: alcuni esempi

Un ingegnere o uno scienziato alla ricerca di un materiale per una nuova applicazione ha di fronte a sé diverse possibilità. Il modo più semplice è probabilmente quello di fare affidamento su materiali consolidati con proprietà note apportando soltanto piccole modifiche allo stesso materiale. Questa è probabilmente la ragione per la quale, guardando nella letteratura scientifica, si incontrano solo poche famiglie di materiali: silicio, perovskiti, allumina, ossido di zirconio, vari tipi di semi- o superconduttori, sono i nomi che si incontrano quasi sempre. Supponiamo adesso che un ingegnere non sia riuscito a trovare un materiale adatto ai suoi scopi tra i materiali conosciuti;

ability of particular materials. Let us consider the example of silicon carbide or *carborundum* with chemical formula SiC. It is an exceptionally hard material second only to diamond on the Mohs scale, with extraordinary electrical and thermal properties that are very important technologically. Carborundum is produced in large quantities and used for many purposes: abrasives and cutting tools, semiconductors, steelmaking, catalyst supports, gas turbines, etc. This material was first synthesized by Berzelius at the beginning of the 19th century. Only 70 years later, in 1893, F.H. Moissan discovered small SiC crystals in the Canyon Diablo meteorite in Arizona. The natural SiC mineral was named moissanite in his honour. In the same year that moissanite was discovered, E.G. Acheson began the industrial production of carborundum. Much later, other discoveries of moissanite were reported as minuscule inclusions in diamond crystals or in particular xenoliths of ultramafic rocks (kimberlites), but all in all this mineral remains extremely rare. This indicates the unsuitability of the surface of our planet for the formation of moissanite, which requires conditions occurring either in space or in the depths of the Earth. It is interesting in this regard that astronomers recently discovered, via spectroscopic methods, clouds with enormous amounts of SiC around certain stars, in which the condi-

tions for the formation of SiC are obviously much more advantageous than those of our planet.

Another disadvantage of nature lies in the generally low compositional purity of minerals required for specific needs, even though the natural minerals can provide science and technology with useful information for their uses. Let us consider the case of zeolites, natural ion exchangers and molecular sieves, but in which the constant presence of elements extraneous to the ones that characterize them prevents their use in particular industrial processes, such as the purification of oils. In this case, use is made of extremely pure zeolites synthesized in the laboratory under controlled physico-chemical conditions defined on the basis of the information obtained by studying the geomineralogical contexts in which the natural products are formed.

From minerals to materials: some examples

An engineer or a scientist in search of a material for a new application is faced with several possibilities. The simplest way is probably to rely on consolidated materials with known properties, making only small modifications to the material. This is probably the reason why, when looking at

molto probabilmente estenderà la sua ricerca guardando nelle banche dati che contengono composti inorganici e/o organici e loro proprietà e sarebbe opportuno considerare anche la banca dati relativa ai circa 4500 minerali presenti in natura. I criteri di ricerca potrebbero essere una particolare composizione chimica oppure peculiari caratteristiche strutturali, come strutture a strati, gabbie, cavità, canali, architettura modulare, ecc., o entrambi i criteri insieme. Con un'attenta e mirata ricerca questa procedura potrebbe fornire un elenco di minerali promettenti. Poi, naturalmente, si porrebbe il problema di come trasferire questa conoscenza dai termini naturali ai materiali sintetici, che non sempre è un compito facile. Alcuni esempi, sono riportati nell'articolo di Depmeier (2009) in merito a minerali che mostrano eccezionali caratteristiche ferromagnetiche e ferroelettriche (boracite), proprietà fotovoltaiche (kesterite) e fotoniche (opale), nonché caratteristiche idonee per sviluppare ricerche per la separazione di sostanze allo stato gassoso con simili dimensioni molecolari (zorite), immobilizzazione di isotopi radioattivi (zirconio), e, per finire, contribuire ai campi di applicazione dei 'quasicristalli' (vedi il contributo di L. Bindi e P.J. Steinhardt in questo volume).

Di seguito sono riassunti i risultati delle ricerche, recentemente pubblicati, effettuate da ricercatori del Museo di Storia Naturale e del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze.

Covellina

Sin dalla sua scoperta nel 1911 (effettuata da Onnes), la superconduttività ha attratto l'attenzione di molti ricercatori che durante tutto il XX secolo hanno tentato di sintetizzare e caratterizzare nuovi materiali; ancora oggi questo appare come uno dei campi più promettenti della fisica, in particolare per le varie applicazioni tecnologiche dei superconduttori in molti aspetti della vita quotidiana. La comprensione del fenomeno relativo alla 'superconduzione' ha richiesto molti anni di lavoro teorico e alcuni aspetti attendono ancora una completa chiarificazione. Recentemente sono stati sintetizzati un certo numero di nuovi materiali con evidenti proprietà superconduttive, ma non esiste nessuna segnalazione di materiali naturali con caratteristiche di 'superconduzione'. Una ricerca effettuata da ricercatori dell'Università di Firenze su campioni naturali di covellina (formula chimica CuS) del Museo di Storia Naturale (Fig. 8), ha fornito la prima evidenza sperimentale di un minerale in grado di dare una transizione verso uno stato di «superconduzione» (Di Benedetto *et al.*, 2006a). Le proprietà conduttive della covellina sono state studiate mediante misure di suscettività magnetica; due lamelle di covellina provenienti rispettivamente da Calabona (Italia) e Butte (USA) sono state esaminate nell'intervallo di temperatura da 30 a 1,5 K. A circa 1,63 K è stato osservato un aumento improv-

the scientific literature, we encounter only a few families of materials: silicon, perovskites, aluminium oxide, zirconium oxide and various types of semi- or superconductors are the names almost always found. Now let us suppose that an engineer has not been able to find a material suitable for his purposes among known materials; very probably he will extend his search to data base containing inorganic and/or organic compounds and their properties, and he should also consider the data base for the ca. 4500 minerals present in nature. The search criterion could be a particular chemical composition or special structural characteristics, such as structures with layers, cages, cavities, canals, modular architecture, etc., or both criteria together. With a careful targeted search, this procedure could provide a list of promising minerals. The problem then is how to transfer this knowledge from the natural terms to the synthetic materials, which is not always an easy task. Some examples are reported in the paper by Depmeier (2009) concerning minerals exhibiting exceptional ferromagnetic and ferroelectrical characteristics (boracite), photovoltaic (kesterite) and photonic properties (opal), as well as characteristics suitable for studies on the separation of gaseous substances with similar molecular sizes (zorite), for immobilization of radioactive isotopes (zircon), and for the fields

of application of «quasicrystals» (see the contribution of L. Bindi and P.J. Steinhardt in this volume).

Hereafter are summaries of the results of recently published studies conducted by researchers of the Museum of Natural History and the Department of Earth Sciences of the University of Florence.

Covellite

Since its discovery in 1911 (by Onnes), superconductivity has attracted the attention of many researchers who have tried to synthesize and characterize new materials throughout the 20th century; this still appears to be one of the most promising fields of physics, particularly for the various technological applications of superconductors in many aspects of everyday life. Understanding the process of «superconductivity» required many years of theoretical work and some aspects have yet to be clarified completely. A certain number of new materials with evident superconductive properties have been synthesized in recent years, but there had been no report of natural materials with characteristics of «superconductivity». However, a study conducted by University of Florence researchers on natural specimens of covellite (chemical formula CuS)



Fig. 8 Esemplare di covellina appartenuto alla collezione Ciampi. Miniera Calabona, Alghero, Sardegna. Camp. n. G50302.

Fig. 8 Covellite, Ciampi collection. Calabona mine, Alghero, Sardegna. Spec. n. G50302.

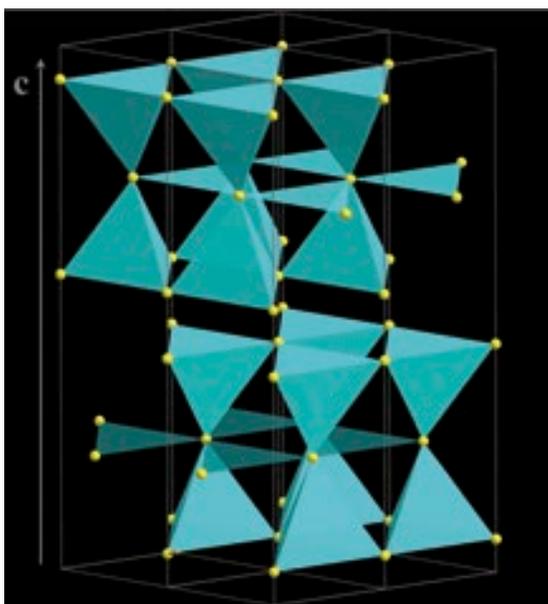


Fig. 9 Struttura cristallina della covellina, CuS. La struttura di questo minerale si basa su strati di tetraedri CuS_4 e di triangoli CuS_3 (indicati in azzurro) che si susseguono lungo l'asse cristallografico c. Le sfere gialle indicano gli atomi di zolfo.

Fig. 9 Crystal structure of covellite, CuS. The structure of this mineral is based on sheets of CuS_4 tetrahedra and CuS_3 triangles (shown in light blue) alternating along the c crystallographic axis. The yellow spheres indicate the sulphur atoms.

come un superconduttore di classe I. Di Benedetto *et al.* (2006a) hanno dimostrato che questa proprietà peculiare della covellina, è legata principalmente alle sue caratteristiche strutturali. La struttura della covellina si basa su strati di tetraedri CuS_4 e di triangoli CuS_3 che si susseguono lungo $[0001]$ (Fig. 9). Gli atomi di rame nella struttura differiscono tra loro non solo per il tipo di coordinazione ma anche per lo stato di valenza. Il necessario compenso di valenza è assicurato da legami S-S, con formazione di gruppi bivalenti S_2 ; questo tipo di configurazione può dar luogo a un eccesso di elettroni, che possono essere facilmente coinvolti nel processo di conduzione.

viso del diamagnetismo (effetto Meissner), evidenziando in tal modo una transizione da un livello di bassa conduzione ad uno stato superconduttore. Questa caratteristica indica che il minerale covellina sia inquadrabile

Pearceite-polibasite

I composti dello zolfo con il rame e l'argento hanno assunto molta importanza negli ultimi anni per le loro applicazioni tecnologiche.

from the Museum of Natural History (Fig. 8) furnished the first experimental evidence of a mineral able to provide a transition toward a state of «superconductivity» (Di Benedetto *et al.*, 2006a). Covellite's conductive properties were studied by measurements of magnetic susceptibility; two lamellae of covellite from Calabona (Italy) and Butte (USA) were examined in the temperature range 30 to 1.5 K. At ca. 1.63 K, a sudden increase of diamagnetism (Meissner effect) was observed, showing a transition from a level of low conduction to a superconductor state. This characteristic indicates that the mineral covellite is a class I super-

conductor. Di Benedetto *et al.* (2006a) demonstrated that this peculiar property of covellite is mainly related to its structural characteristics. The structure of covellite is based on sheets of CuS_4 tetrahedra and CuS_3 triangles alternating along $[0001]$ (Fig. 9). The copper atoms in the structure differ among themselves not only by the type of coordination but also by the valence state. The necessary valence compensation is assured by S-S bonds, with the formation of bivalent S_2 groups; this type of configuration can give rise to an excess of electrons, which can easily be involved in the conduction process.



Fig. 10 Aggregato di cristalli di polibasite. Messico. Misure: 6 x 4 x 4 cm. Camp. n. G42877.

Fig. 10 Aggregate of polybasite crystals. Mexico. Measurements: 6 x 4 x 4 cm. Spec. n. G42877.

Questi composti, infatti, sono ben noti come conduttori ionici veloci o semiconduttori e come tali trovano applicazioni pratiche assai interessanti nel campo della fotografia e della microelettronica. La comprensione di queste proprietà non può ovviamente prescindere dalla conoscenza della loro struttura cristallina. Per queste ragioni, un progetto di ricerca sviluppato da alcuni ricercatori dell'Università di Firenze è stato dedicato a indagare le strutture cristalline di minerali del gruppo pearceite-polibasite contenenti rame, argento e zolfo (Fig. 10). Questi autori hanno risolto le strutture cristalline di tutti i membri del gruppo e studiato in dettaglio il loro comportamento strutturale in funzione della temperatura (Bindi *et al.*, 2006). L'elevata mobilità degli ioni argento in tali strutture (Fig. 11) è stata attentamente analizzata anche in relazione alla forte conduttività ionica osservata in questi minerali. Sono stati inoltre caratterizzati due nuovi minerali del

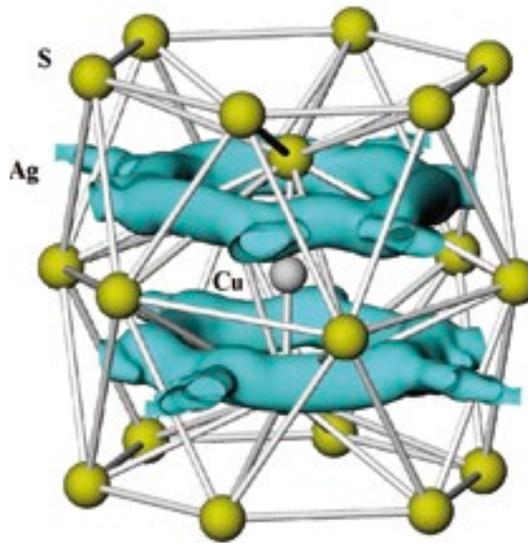


Fig. 11 Porzione della struttura cristallina del minerale pearceite. L'elevata mobilità degli ioni argento (in azzurro) è rappresentata da una superficie ad indicare che essi non hanno una posizione ben definita nella struttura ma che sono liberi di muoversi come se fossero in un liquido. Tale comportamento è quello tipicamente osservato nelle strutture cristalline di conduttori ionici. Gli atomi di zolfo e di rame sono indicati rispettivamente in giallo e in grigio.

Fig. 11 Part of the crystal structure of the mineral pearceite. The high mobility of the silver ions (in light blue) is represented by a surface, indicating that they do not have a well-defined position in the structure but are free to move as if in a liquid. This is the behaviour typically observed in the crystal structures of ionic conductors. The sulphur and copper atoms are shown in yellow and grey, respectively.

gruppo (cupropearceite e cupropolibasite). Studi spettroscopici hanno indicato che i due nuovi minerali cupropearceite e cupropolibasite sono i più conduttivi tra tutti i membri del gruppo pearceite-polybasite (Bindi *et*

Pearceite-polybasite

Sulphur compounds with copper and silver have assumed great importance in recent years on account of their technological applications. These compounds are well known as fast ionic conductors or semiconductors, and as such have very interesting practical applications in photography and microelectronics. Understanding these properties obviously requires knowledge of their crystal structure. For these reasons, a research project carried out by some researchers of the University of Florence investigated the

crystal structures of pearceite-polybasite group minerals containing copper, silver and sulphur beside As and Sb (Fig. 10). These researchers resolved the crystal structures of all members of the group and made a detailed study of their structural behaviour as a function of temperature (Bindi *et al.*, 2006). The high mobility of the silver ions in these structures (Fig. 11) was also carefully analysed in relation to the strong ionic conductivity observed in these minerals. Two new minerals of the group (cupropearceite and cupropolybasite) were also characterized. Spectroscopic studies indicated that these two new minerals are the most



Fig. 12

Fig. 12 Affioramento di travertino della Val di Pecora, Grosseto, Toscana (su concessione del Prof. P. Costagliola).

Fig. 13 Struttura della calcite contenente As: lo ione As (in verde) sostituisce uno ione C (in azzurro). In celeste e rosso sono rappresentati gli ioni Ca e O, rispettivamente.

Fig. 12 Travertine outcrop in Val di Pecora, Grosseto, Tuscany, Italy (courtesy of Prof. P. Costagliola).

Fig. 13 Structure of As-bearing calcite: the As ion (in green) substitutes a C ion (in blue). The Ca and O ions are indicated in light blue and red, respectively.

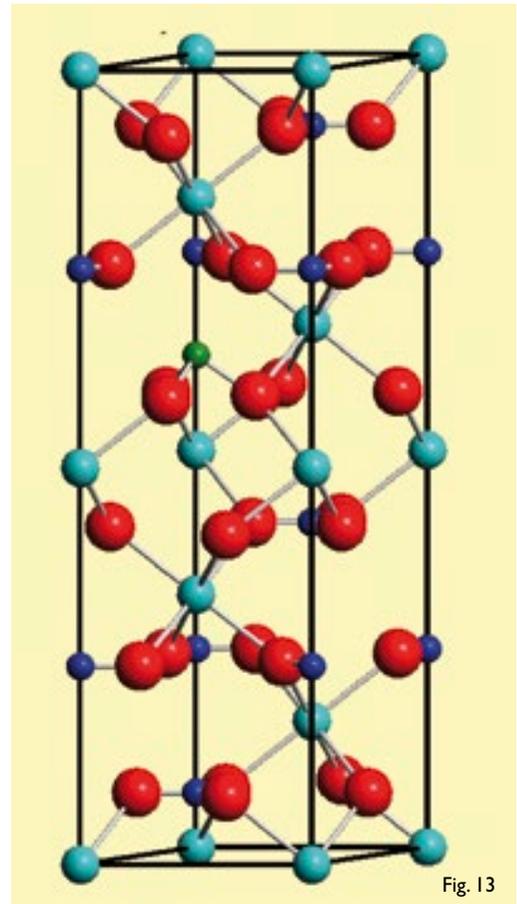


Fig. 13

al., 2007). Ciò significa che il rame svolge un ruolo cruciale nella stabilizzazione di una struttura disordinata: maggiore è il contenuto di tale elemento, maggiore è il disordine strutturale. Appare quindi evidente che cupropearceite e cupropolibasite potrebbero essere molto utili per importanti applicazioni tecnologiche nel futuro.

Calcite

I minerali nel loro contesto naturale forniscono anche preziose informazioni di natura tecnologica, fornendo ispirazione e guida

a soluzioni tecnologiche di problematiche rilevanti per lo sviluppo sostenibile di una popolazione. È in questo ambito che si colloca un recente studio condotto da alcuni ricercatori dell'Università di Firenze e volto a comprendere le basi cristallografiche della presenza geogenica di arsenico, uno dei principali inquinanti inorganici (Matschullat, 2000), nei travertini della Val di Pecora, in provincia di Grosseto (Fig. 12). L'anomalia di tale elemento in questa area trae origine dai numerosi giacimenti di solfuri metallici (in particolare di quelli a pirite) del distretto delle Colline Metallifere. L'arsenico traspor-

conductive of all the members of the pearceite-polybasite group (Bindi *et al.*, 2007). This means that copper plays a crucial role in stabilizing a disordered structure: the higher the content of this element, the higher the structural disorder. It is evident, therefore, that cupropearceite and cupropolybasite could be very useful in the future for important technological applications.

Calcite

Minerals in their natural context also furnish valuable technological information, providing inspiration and guidance to technological solutions of problems important for the sustainable development of a population. This is the context of a recent study conducted by some University of Florence researchers to understand the crystal chemical

bases of the geogenic presence of arsenic, one of the main inorganic pollutants (Matschullat, 2000), in the travertines of Val di Pecora in the province of Grosseto (Fig. 12). The arsenic anomaly in this area originates from the numerous deposits of metallic sulphides (particularly those of pyrite) in the Colline Metallifere district. Arsenic transported in fluvial sediments would have been trapped during the formation of carbonatic rocks in a palaeolacustrine system. The amount of arsenic in the travertine (albeit significant) is too small to allow a detailed investigation by most mineralogical techniques. Therefore, a spectroscopic study was carried out to identify the structural location of the arsenic in the travertine, and particularly its relationship with the main mineralogical phase of this rock, calcite (Fig. 13). The study led to the identification of a new process of arsenic incorporation by calcite. In its reduced state, arsenic can be

tato in sedimenti fluviali sarebbe stato intrappolato durante la formazione delle rocce carbonatiche in un sistema paleolacustre. La quantità, seppure significativa, di arsenico nel travertino è troppo esigua per consentire un'indagine approfondita con la maggior parte delle tecniche mineralogiche. Uno studio spettroscopico è stato pertanto condotto con la finalità di identificare la localizzazione strutturale dell'arsenico nel travertino, ed in particolar modo la sua relazione con la fase mineralogica principale di tale roccia, la calcite (Fig. 13). Tale studio ha portato all'identificazione di un nuovo processo di incorporazione dell'arsenico da parte della calcite. L'arsenico nel suo stato ridotto, infatti, può essere intrappolato dalla struttura cristallina della calcite nella sua forma di ione arsenito, entrando come vicariante dello ione carbonato. L'eccesso di carica negativa che in questa sostituzione si genera è compensato da ben noti meccanismi di sostituzione del Ca bivalente da parte di ioni trivalenti (Di Benedetto *et al.*, 2006b).

La principale valenza dello studio condotto travalica la peculiarità cristallografica individuata e descritta: in effetti, questa ricerca evidenzia come la calcite possa trattenere, per tempi anche molto lunghi, apprezzabili quantità di arsenico, rilevanti sia per l'ambiente sia per la salute umana, di fatto immobilizzandolo e precludendone l'interazione con la biosfera. In questo senso, l'osservazione del ruolo svolto in natura dalla calcite come «trappola» per l'arsenico suggerisce la possibilità di sviluppare analoghi processi tecnologici di riduzione della biodisponibilità di questo pericoloso inquinante, fondati sulle caratteristiche cristallografiche della calcite.

«Non dimenticate che è stata la fragilità
 della selce
 a consentire l'ascesa dell'Uomo»
 Edward.

(R. Lewis, *Il più grande uomo scimmia del Pleistocene*, Adelphi)

trapped by the calcite lattice in its arsenite ion form, entering as a vicariant of the carbonate ion. The excess of negative charge generated by this substitution is compensated by well-known mechanisms of substitution of the bivalent Ca by trivalent ions (Di Benedetto *et al.*, 2006b).

The importance of this goes beyond the identified and described crystal chemical peculiarities: in effect, this research demonstrates that calcite can retain appreciable quantities of arsenic (relevant to the environment and to human health) for very long times, immobilizing it and preventing its interaction with the biosphere. In this sense, observation of the role of calcite as an arsenic «trap» in the wild suggests the possibility to develop similar technological processes to reduce the bioavailability of this dangerous pollutant based on the crystal chemical characteristics of calcite.

«Don't forget that the fragility of flint has made possible the ascent of man»

Edward.

(R. Lewis, *What We Did to Father*, Hutchinson: London, 1960)

Quasicristalli naturali

Natural Quasicrystals

Luca Bindi, Paul J. Steinhardt

Da quando l'uomo si interessa di materiali geologici, i minerali sono sempre stati descritti come materiali cristallini, ossia con atomi che si ripetono ad intervalli regolari, o più raramente come materiali amorfi, ossia con atomi disposti senza alcun ordine a lungo raggio, come accade nello stato vetroso. Circa venticinque anni fa è stata ipotizzata l'esistenza di un terzo 'tipo' di materiale, i *quasicristalli* (Levine e Steinhardt, 1984) e, da allora, oltre un centinaio di tipi diversi ne sono stati sintetizzati in laboratorio con metodi altamente sofisticati (Shechtman *et al.*, 1984).

La disposizione degli atomi che si ripete regolarmente nei cristalli è chiamata periodica. Gli esagoni in un reticolo a nido d'ape (Fig. 1 – lato sinistro) o le piastrelle quadrate di un pavimento sono esempi di disposizioni periodiche bidimensionali. Secondo le leggi della matematica scoperte nel XIX secolo infatti, si può avere periodicità solo in presenza di alcune simmetrie di rotazione, in particolare quelle di ordine uno, due, tre, quattro e sei; le simmetrie di rotazione di ordine cinque, sette, otto o di grado più alto sono incompatibili con la traslazione. I *quasicristalli* hanno invece una disposizione atomica che è *quasi-periodica*. Ciò significa che in essi due o più gruppi atomici si ripetono a intervalli diversi e che il rapporto fra tali periodi di traslazione è irrazionale cioè non esprimibile come frazione; in altre parole, presentano una sorta di dissonanza nello spazio. Poiché sono *quasi-periodici*, i *quasicristalli* possono avere delle simmetrie di rotazione vietate nei cristalli ordinari, inclusa la simmetria pentagonale in un piano (asse di ordine cinque) o una simmetria icosaedrica (la simmetria di un pallone da calcio) in tre dimensioni (Levine e Steinhardt, 1984). Un classico esempio è la 'tassellatura' con evidente simmetria pentagonale ideata da Roger Penrose (Penrose, 1974). Essa è composta da due 'tasselli' che si ripetono con frequenze il cui rapporto è il numero irrazionale conosciuto come 'rapporto aureo' (Fig. 2 – lato destro).

Dal momento della loro scoperta, una domanda ha assillato numerosi scienziati: è possibile che i *quasicristalli* si formino in natura attraverso processi geologici? Oggi conosciamo la risposta.

Nel 2009 un nuovo «tipo» di minerale è stato scoperto in un campione delle collezioni mineralogiche del Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze (Bindi *et al.*, 2009). Tale minerale, il primo quasicristallo naturale, presenta simmetrie di rotazione impossibili nei cristalli ordinari.

La ricerca di quasicristalli in natura è stata guidata da numerosi fattori stimolanti per le diverse discipline. Per le scienze geologiche, per esempio, scoprire un quasicristallo naturale ha aperto un nuovo capitolo nello studio della mineralogia, modificando drasticamente la classificazione tradizionale dei minerali. Nella fisica della materia condensata, tale scoperta

Throughout the history of geology, all known minerals have either been crystalline (arrangements of atoms that repeat at equal intervals) or amorphous (random arrangements of atoms). About thirty years ago, a third kind of material was hypothesized by Levine and Steinhardt (1984), *quasicrystals*, and, since Shechtman *et al.* (1984) synthesized the first, over a hundred other types have been fabricated utilizing highly controlled artificial conditions.

The regularly repeating atomic arrangement in *crystals* is called *periodic*. The hexagons in a honeycomb lattice (Fig. 1 – left side) or the square tiles in a bathroom tiling are examples of periodic tessellations. According to the laws of mathematics discovered in the 19th century, periodicity can only occur for certain rotational symmetries: one-, two-, three-, four and six-fold symmetry are allowed; but crystals or periodic tilings with five-, seven, eight- or higher-fold symmetry axes are strictly forbidden. *Quasicrystals* have an atomic arrangement that is *quasi-periodic* – two or more atomic clusters repeat at different intervals whose ratio is irrational (not expressible as a fraction), a kind of dissonance in space. Because they are quasi-periodic, they can violate the mathematical theorems and have any of the rotational symmetries forbidden to crystals, including five-fold symmetry in the plane and icosahedral symmetry (the symmetry of a soccer ball) in three dimensions (Levine and Steinhardt, 1984). An example is the five-fold symmetric Penrose tiling (Penrose, 1974) composed of two tile shapes that repeat with frequency whose ratio is the famous irrational number known as the «golden ratio» (Fig. 2 – right side).

From the time of their discovery, an open question has been whether Nature has beaten us to the punch: Is it possible that quasicrystals formed through natural geologic processes long before they were discovered in the laboratory? Now the answer is known.

In 2009, a new kind of mineral was discovered in the collection of the Museo di Storia Naturale of the Università degli Studi di Firenze (Bindi *et al.*, 2009). The mineral, a naturally forming *quasicrystal*, exhibits a distinct atomic arrangement with rotational symmetries impossible for ordinary crystals.

There were numerous motivations for searching quasicrystals in Nature. In geology, the discovery of a natural quasicrystal opened a new chapter in the study of mineralogy, forever altering the conventional classification of mineral forms. In condensed matter physics, the discovery pushed back the age of the oldest quasicrystals by orders of magnitude and had an impact on our view of how difficult it is for quasicrystals to form. Finding a natural quasicrystal is also a way of studying quasicrystal stability over annealing times and conditions not accessible in the laboratory. Identifying materials that form quasicrystals has always relied significantly on trial-and-error and serendipity, and searching through Nature could be an effective complement to laboratory methods. Finally, the discovery suggested new geologic or extra-terrestrial processes of formation.

The discovery of a natural quasicrystal by Bindi *et al.* (2009) came after nearly a decade of systematically searching minerals in collections from all over the world (Lu *et al.*,

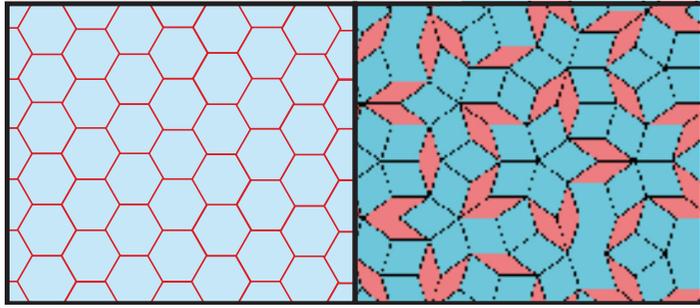


Fig. 1 I cristalli sono composti da atomi o raggruppamenti atomici che si ripetono a intervalli regolari, come gli esagoni in un reticolo a nido d'ape (a sinistra). I cristalli possono avere simmetrie rotazionali di ordine uno, due, tre, quattro e sei, mentre simmetrie di ordine cinque, sette o più alte sono incompatibili con la traslazione, caratteristica dello stato cristallino. I *quasicristalli* possono essere scomposti in due (o più) raggruppamenti atomici che si ripetono a diverse frequenze il cui rapporto non può essere espresso come rapporto di numeri interi. Un'analogia è la tassellatura di Penrose, un mosaico composto da due tipi di tasselli disposti con simmetria pentagonale (a destra). Quando la tassellatura è vista in maniera estesa, il rapporto fra i tasselli più grandi e quelli più piccoli è uguale al rapporto della successione di numeri di Fibonacci che si avvicina al numero irrazionale detto rapporto aureo: $\tau = 1 + \sqrt{5}/2 = 1.618$.

Fig. 1 Crystals are composed of atoms or atom clusters that repeat at equal intervals, like the hexagons in a honeycomb lattice (left). Crystals can have six-, four-, three-, two- and one-fold symmetry, but five-fold, seven-fold and higher-fold symmetries are mathematically forbidden. Quasicrystals can be decomposed into two (or more) atom clusters that repeat at different frequencies whose ratio cannot be expressed as a ratio of integers. An analogy is the Penrose tiling, a tessellation composed of two types of tiles arranged with five-fold symmetry (right). As the tiling is extended, the ratio of fat and skinny tiles is equal the ratio of successive Fibonacci numbers that approaches the famous irrational number, the golden ratio: $\tau = 1 + \sqrt{5}/2 = 1.618$.

ha spinto indietro di ordini di grandezza l'età del più vecchio quasicristallo dando così un'idea di quanto sia difficile formare tali materiali. Trovare un quasicristallo naturale ha inoltre rappresentato un modo per studiarne la stabilità in condizioni non riproducibili in laboratorio. Inoltre, l'identificazione delle combinazioni di elementi chimici metallici in grado di dar luogo a quasicristalli ha sempre fatto affidamento su tentativi piuttosto casuali e quindi «cercare» nei materiali naturali (rocce) si è rivelato un efficace complemento ai metodi 'trial and error' di laboratorio. Infine, tale scoperta ha suggerito nuove condizioni per la formazione dei quasicristalli, legate a processi naturali terrestri o extraterrestri.

La scoperta dei quasicristalli naturali da parte di Bindi *et al.* (2009) è arrivata dopo quasi un decennio di attività di ricerca sistematica di minerali in collezioni di tutto il mondo (Lu *et al.*, 2001). Il nuovo minerale descritto da Bindi *et al.*, una lega di composizione chimica $Al_{63}Cu_{24}Fe_{13}$, ha la simmetria di un icosaedro (sei assi di ordine cinque); esso mostra quindi una simmetria vietata nei cristalli (Fig. 2). È stato trovato in grani molto piccoli e rari in un campione appartenente alle collezioni mineralogiche del nostro Museo ed etichettato come «khatyrkite» (Fig. 3), lega cristallina di rame e alluminio, descritta per la prima volta da Razin *et al.* (1985). Il campione di khatyrkite è stato venduto al Museo di Firenze dal commerciante di minerali Nico Koekoek nel 1990 ed è stato catalogato come proveniente da Khatyrka (montagne del Koryak), nella regione della Chukotka, la parte nord-orientale della Kamchatka, vale a dire la stessa località del «materiale tipo» descritto da Razin *et al.* (1985). Tuttavia, al momento della catalogazione non vi era alcuna prova diretta che il campione acquistato provenisse effettivamente da quella località. Nel corso degli ultimi due anni però, attraverso un'indagine accurata ed un colloquio diretto con la persona che rinvenne il campione (Valery V. Kryachko), è stato possibile ricostruirne

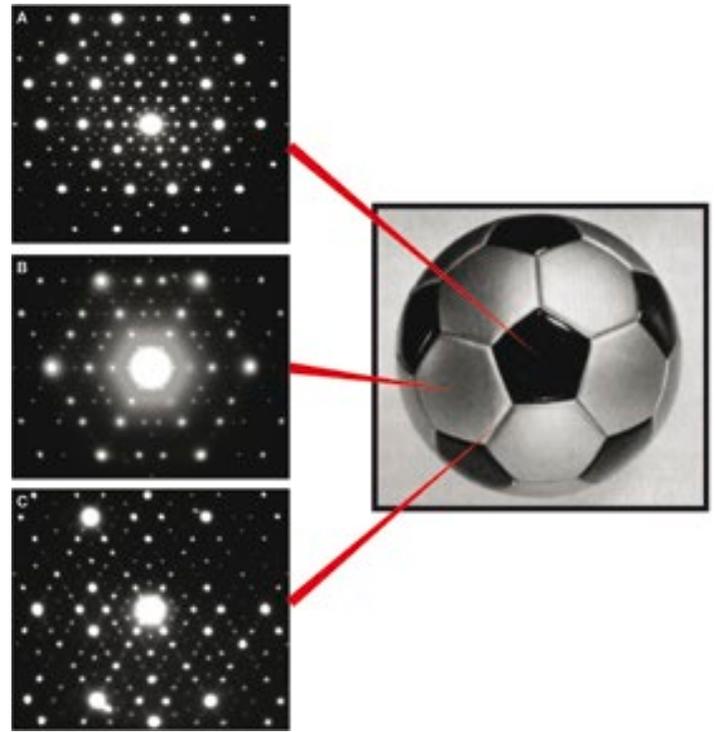


Fig. 2 La simmetria di un solido è determinata bombardando il campione con elettroni lungo direzioni diverse e poi esaminando lo spettro ottenuto. Se gli atomi sono disordinati, lo spettro risultante è costituito da anelli diffusi, ma se gli atomi sono disposti in modo ordinato, come avviene per i cristalli e i quasicristalli, lo spettro di diffrazione è costituito da macchie singole e mostra una simmetria che riflette la simmetria della disposizione atomica lungo la direzione del fascio di elettroni incidenti. Gli spettri ottenuti per il quasicristallo naturale mostrano una simmetria icosaedrica, la simmetria di un pallone da calcio. Puntando il fascio elettronico lungo gli assi indicati sul pallone da calcio, si possono ottenere spettri di diffrazione con simmetria cinque (A), tre (B) e due (C); questo è esattamente quello che ci si aspetta analizzando un quasicristallo icosaedrico lungo gli assi corrispondenti.

Fig. 2 The symmetry of a solid is determined by bombarding it with electrons along different directions and examining the scattering pattern. If the atoms are disordered, the pattern consists of diffuse rings, but if the atoms are highly ordered, as in crystals or quasicrystals, the pattern is an array of spots. The spot pattern has a symmetry that reflects the symmetry of the atomic arrangement along the electron beam direction. The patterns obtained for the new natural quasicrystal show that it has icosahedral symmetry, the symmetry of a soccer ball. By aiming the beam along the indicated axes of a soccer ball, patterns with (A) five-, (B) three-, and (C) two-fold symmetry are observed, just what is expected if is examining an icosahedral quasicrystal down the corresponding axes.



Fig. 3 Un'immagine del campione (contenente il primo quasicristallo naturale) conservato nella Sezione di Mineralogia e Litologia del Museo di Storia Naturale. Camp. n. G46407. (A) All'interno della scatola originale (il campione misura circa 3 mm). (B) Immagine ad alta risoluzione del campione che rivela l'aspetto tipico di una 'roccia', ovvero di un aggregato di diversi minerali.

Fig. 3 A picture of the original rock sample (containing the first natural quasicrystal). Spec. n. G46407. (A) Inside the original box (approximately 3 mm in size). (B) High-resolution image of the sample showing that it is a 'rock', an aggregate of several minerals.

2001). The new mineral described by Bindi *et al.*, an alloy with composition $Al_{63}Cu_{24}Fe_{13}$, has the symmetry of an icosahedron (six five-fold symmetry axes), the most forbidden symmetry for crystals (Fig. 2). It was found in very small and rare grains within a sample labeled «khatyrkite» belonging to the Mineralogical Collections of our Museum (Fig. 3). Khatyrkite is a crystalline alloy of copper and aluminum first reported by Razin *et al.* (1985). The khatyrkite sample was acquired

la storia e stabilire con certezza che il campione fu trovato in un letto di argilla verde-blu lungo il torrente Listventoyi, vicino all'affluente Iomrautvaam del fiume Khatryka.

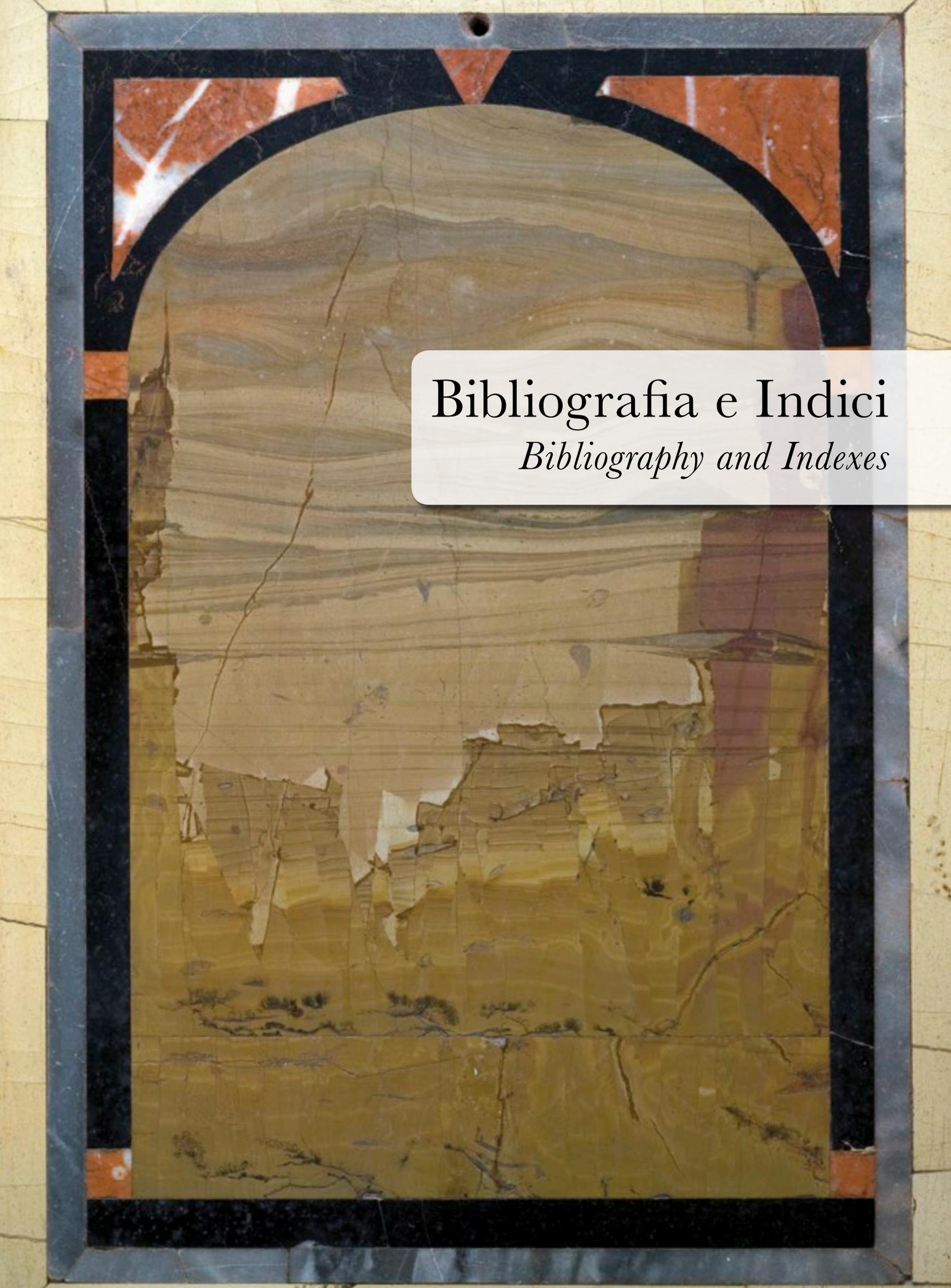
Una caratteristica quantomeno inaspettata è la presenza, nei grani di quasicristallo così come in alcune delle fasi mineralogiche trovate nella roccia, di alluminio non legato all'ossigeno. È ben noto infatti che l'alluminio metallico tende ad ossidarsi con estrema facilità appena entra in contatto con l'ossigeno; lo si riesce ad ottenere infatti solo in ambienti altamente riducenti, come avviene in laboratorio o nei processi industriali. Per questo motivo gli autori hanno dovuto prendere in seria considerazione la possibilità che il campione fosse una scoria o un sottoprodotto accidentale di un processo di origine antropica. Sono state comunque raccolte prove significative che confutano queste possibilità. Esse includono: il fatto che il campione sia stato trovato in una regione remota, disabitata, lontano da qualsiasi tipo di impianti industriali; la presenza di tipici minerali che formano le rocce (forsterite e diopside) in diretto contatto con le leghe metalliche; l'assenza di vetro o di bolle (strutture di degassamento) nel campione; la peculiare zonatura chimica di fosforo e di cromo nei cristalli di forsterite; la concentrazione di nichel nella forsterite ma non nelle leghe metalliche; particolari caratteristiche petrografiche, come l'assenza di tessiture mirmechitiche o scheletriche, e, soprattutto, nanograni di quasicristallo intrappolati all'interno del minerale stishovite (un polimorfo del biossido di silicio che si forma solo a pressioni elevatissime, circa 100,000 atm). Presa singolarmente, ciascuna di queste caratteristiche è, per motivi diversi, in contrasto con una origine antropica; se considerate nell'insieme, tutte queste evidenze costituiscono una prova che la roccia si è formata tramite un processo naturale.

Poiché la formazione dei quasicristalli e delle altre leghe metalliche contenenti alluminio in natura non può essere spiegata da alcun processo geologico convenzionale, determinare come si siano formati risulta un compito estremamente ambizioso e, al contempo, molto importante. La presenza di stishovite nel campione fiorentino indica pressioni di formazioni altissime che possono verificarsi solo in particolari condizioni naturali, come in zone ben al di sotto la superficie terrestre (confine mantello-nucleo), in crateri da impatto o nello spazio, tramite collisioni tra meteoriti/asteroidi. Per distinguere tra queste possibilità, in collaborazione con scienziati di Princeton, dello Smithsonian Institution di Washington DC e del Caltech, sono stati effettuati una serie di esperimenti per misurare il rapporto tra gli isotopi dell'ossigeno. I risultati sono stati inequivocabili: gli isotopi dell'ossigeno sono risultati del tutto simili a quelli osservati in una categoria di meteoriti conosciute come «condriti carbonacee». La cosa interessante è che fino ad oggi le leghe di alluminio metallico non erano mai state osservate in meteoriti; ne consegue che il campione fiorentino potrebbe rappresentare un nuovo tipo di corpo extraterrestre, molto probabilmente risalente a 4,5 miliardi di anni fa, coincidente con la formazione del sistema solare. Ciò che rimane da determinare è come le collisioni di meteoriti/asteroidi abbiano portato alla formazione dei quasicristalli. È in corso un'altra serie di esperimenti per determinare con maggiore precisione le condizioni alle quali questo «nuovo minerale» si sia formato.

by the Florence Museum in 1990 from the mineral dealer Nico Koekkoek and catalogued as coming from the Khatryka region of the Koryak mountains in the Chukotka oblast on the northeastern part of the Kamchatka peninsula, the same location as the original find by Razin *et al.* (1985). At first, there was no direct evidence that the Florence sample actually came from that location. Over the course of the last two years, however, through a remarkable investigation worthy of a detective novel, the history of the sample has been traced back to its original unearthing by V.V. Kryachko in a blue-green clay bed along the Listventoyi stream, off the Iomrautvaam tributary of the Khatryka River.

A puzzling aspect for geologists is the presence of metallic aluminum in the quasicrystal grains as well as some of the other mineral phases found in the rock. Aluminum normally oxidizes unless placed in a highly reducing environment, as is done in the laboratory or in industry. Hence, serious consideration had to be given to the possibility that the sample is slag or an accidental byproduct of some anthropogenic process. Some of the significant evidence against this possibility includes: the remote, uninhabited region where the sample was found being very far from any industries; the presence of typical rock-forming minerals (forsterite and diopside) in direct contact with metal alloys; the absence of glass or bubbles; unusual zoning of phosphorus and chromium in the forsterite grains; the concentration of nickel in the forsterite but not in the metal alloys; the absence of myrmekitic or skeletal texture; and, most importantly, grains of quasicrystal trapped within stishovite (a form of silicon dioxide that only forms at very high pressures of 100000 atm or more). Each of these features is individually inconsistent with an anthropogenic origin for different reasons; collectively, they make an overwhelming case that the rock was formed by some natural process.

Since the quasicrystal and the other metallic aluminium alloys cannot be explained by any conventional geologic processes, determining how they formed is both challenging and important. The discovery of the stishovite grain noted above indicated that the mineral formed at pressures that occur under exotic conditions, either very deep under the surface of the Earth, near the boundary between core and mantle, or in space, through the collisions of meteors and asteroids. To distinguish the two possibilities, the team collaborated with scientists at Princeton, the Smithsonian Institution in Washington DC and Caltech in a series of ion probe experiments that measure the ratio of oxygen isotopes. The results were unmistakable: the oxygen isotopes matched precisely the known abundances in a form of meteorite known as a «carbonaceous chondrite». Metallic aluminium alloys have not been observed in meteorites before, though, so this sample represents a new species, most likely dating back 4.5 billion years coincident with the formation of the solar system. What remains is to determine how the formation and collisions of asteroids produced quasicrystals. The research team will be performing a series of follow-up experiments to determine more precisely the conditions under which the novel mineral formed.



Bibliografia e Indici
Bibliography and Indexes

Bibliografia

Bibliography

- ABBATE E., BORTOLOTTI V., PASSERINI P. (1970) Olistostromes and Olistoliths. In: Sestini G. (ed), Developments of the Northern Apennines Geosyncline. *Sedimentary Geology*, 4: 521-557.
- ABBATE E., BORTOLOTTI V., PASSERINI P., PRINCIPI G., TREVES B. (1994) Oceanisation processes and sedimentary evolution of the Northern Apennine ophiolite suite: a discussion. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 48: 117-136.
- ABBATE E., BORTOLOTTI V., PRINCIPI G. (1980) Apennine ophiolites: a peculiar oceanic crust. *Ophioliti. Spec. Issue on Thetian Ophiolites* (ed. G. Rocci), 1:59-69.
- ABBATE E., BRUNI P. (1987) Modino-Cervarola. Torbiditi oligo-mioceniche ed evoluzione del margine nord appenninico. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 39: 19-33.
- ABBATE E., SAGRI M. (1970) The eugeosynclinal sequences. In: Sestini G. (ed.), Development of the Northern Apennines Geosyncline. *Sedimentary Geology*, 4: 251-340.
- ALOISI P. (1927) Rocce della Somalia raccolte dalla seconda missione Stefanini. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie*, 38: 1-23.
- ALOISI P. (1933) Le rocce. In: *Spedizione Italiana De Filippi nell'Himàlaja occidentale, il Caracorùm e Turchestàn cinese (1913-1914)*, serie II, vol. I. Nicola Zanichelli Editore, Bologna.
- ALOISI P. (1934) Studio di alcune rocce della Migiurtinia. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie*, 44.
- ALOISI P. (1938) Le rocce eruttive e gli scisti cristallini della Somalia italiana. In *Geologia della Somalia*, vol. II, parte I. Nicola Zanichelli Editore, Bologna.
- ARTUSI L. (2005) *Le antiche porte di Firenze*. Semper Ed., Firenze.
- ARUTA G., BRUNI P., BUCCIANTI A., CECCHI M., CIPRIANI N., MONTI L., NEBBIAI M., PAPINI M., PANDELI E., REALE V. (2004) Integrated stratigraphic, petrographic and statistical data as a tool for mapping perisutural siliciclastic turbidite successions. In: Pasquarè G., Venturini C. (eds.), GropPELLI G. (ass. ed.), Mapping Geology in Italy- APAT, Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Geologico d'Italia. SELCA, Firenze: 213-218.
- AVANZINELLI R., LUSTRINO M., MATTEI M., MELLUSO L., CONTICELLI S. (2009). Potassic and ultrapotassic magmatism in the circum-Tyrrhenian region: the role of carbonated pelitic vs. pelitic sediment recycling at destructive plate margin. *Lithos*, 113: 213-227.
- BANCHELLI A., FRATINI F., GERMANI M., MALESANI P., MANGANELLI DEL FA' C. (1997) The sandstones of Florentine historic buildings: individuation of the marker and determination of the supply quarries of the rocks used in some Florentine monuments. *Science and Technology for Cultural Heritage*, 6 (1): 13-22.
- BARBERI F., BUONASORTE G., CIONI R., FIORDILISI A., FORESI L., IACCARINO S., LAURENZI M.A., SBRANA A., VERNIA L., VILLA I.M. (1994) Plio-pleistocene geological evolution of the geothermal area of Tuscany and Latium. *Memorie Descrittive alla Carta Geologica d'Italia*, 49: 77-134.
- BARBERI F., INNOCENTI F. (1965) Le rocce cornubianitico-calcaree dell'anello termometamorfico del Monte Capanne (Isola d'Elba). *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, Serie A*, 72: 306-398.
- BARBOSA A.L. DE M. (1944) Mica em Governador Valadares. *Mineracão e Metalurgia*, 43(VIII): 29-34.
- BARDESCI CIULICH L. (1994) *I marmi di Michelangelo*. In: La difficile eredità. Ed. Aletheia Milano: 100-105.
- BARGELLINI P., (1998) *Com'era Firenze 100 anni fa*. Bonechi Ed., Firenze.
- BARSOITTELLI M., FRATINI F., GIORGETTI G., MANGANELLI DEL FA' C., MOLLI G. (1998) Microfabric and alteration in Carrara Marble: a preliminary study. *Science and Technology for Cultural Heritage*, 7: 115-126.
- BAUSI G.G., CACIOLLI S. (1998) L'IGM sul Karacorùm (1930). Riflessioni sulla «miscellanea Dainelli»

- un inedito della biblioteca dell'Istituto Geografico Militare. *L'Universo*, 78(3): 372-386.
- BECCALUVA L., DAL PIAZ G.V., MACCIOTTA G. (1984) Transitional to normal-MORB affinities in ophiolitic metabasites from the Zermatt-Saas, Combin and Antrona units, Western Alps: Implications for the paleogeographic evolution of the Western Tethyan basin. *Geologie en Mijnbouw*, 63: 165-177.
- BENVENUTI M. (1997) I giacimenti ferriferi dell'Isola d'Elba. Atti I Convegno "I fiori della Terra", Rio Elba, 30 maggio-2 giugno 1996. Elba promotion: 29-48.
- BENVENUTI M., BONI M., MEINERT L. (2004) Skarn deposits in Southern Tuscany and Elba Island (Central Italy). 32th IGC Firenze 2004, Field Trip Guide B18. *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia*, 2(LXIII) B18: 1-24.
- BENVENUTI M., DINI A., D'ORAZIO M., CHIARANTINI L., CORRETTI A., COSTAGLIOLA P. (2012) Tungsten and tin signature of iron ores from Elba Island (Italy): a tool for provenance studies of iron production in the Mediterranean region. *Archaeometry* (in corso di stampa | in print).
- BENVENUTI M., DINI A., D'ORAZIO M., CHIARANTINI L., CORRETTI A., COSTAGLIOLA P. (in prep.) Elba island (Tuscany, Italy): was it an ancient source of copper in addition to iron?
- BERTAGNINI A., FRANZINI M., GRATZIU C., SPAMPINATO M. (1984) Il marmo cotto in natura e nei monumenti. *Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrografia*, 39: 39-46.
- BERTINI G., CASINI M., GIANELLI G., PANDELI E. (2006) Geological structure of a long-living geothermal system, Larderello, Italy. *Terra Nova*, 18: 163-169.
- BEVILACQUA M., ROMBY G. C. (2007) *Atlante del Barocco in Italia. Toscana. Firenze e il Granducato*. De Luca Ed., Roma.
- BIANCHI A. (1959) Commemorazione di Luigi Magistretti. *Rendiconti della Società Mineralogica Italiana*, (XVI): XXX-XL.
- BIANCHINI, P., FRATINI, F., MANGANELLI DEL FÀ, C., PECCHIONI, E., SARTORI, R. (1999) *Sette secoli di manutenzione programmata per la conservazione dei paramenti lapidei della Cattedrale di Santa Maria del Fiore in Firenze*. Scienza e Beni Culturali XV – Ripensare alla Manutenzione: ricerche, materiali, tecniche per la cura del costruito, Bressanone 1999. Arcadia Ricerche Ed., Venezia: 231-242.
- BINDI L., CIPRIANI C. (2004) Mazzettiite, $\text{Ag}_3\text{PbHgSbTe}_5$, a new mineral species from Findley Gulch, Saguache County, Colorado, USA. *Canadian Mineralogist*, 42: 1739-1743.
- BINDI L., CIPRIANI C. (2004) Museumite $\text{Pb}_5\text{AuSbTe}_2\text{S}_{12}$, a new mineral from the gold-telluride deposit of Sacarimb, Metaliferi Mountains, western Romania. *European Journal of Mineralogy*, 16: 835-838.
- BINDI L., EVAIN M., PRADEL A., ALBERT S., RIBES M., MENCHETTI S. (2006) Fast ionic conduction character and ionic phase-transitions in disordered crystals: The complex case of the minerals of the pearceite-polybasite group. *Physics and Chemistry of Minerals*, 33: 677-690.
- BINDI L., EVAIN M., SPRY P.G., TAIT K.T., MENCHETTI S. (2007) Structural role of copper in the minerals of the pearceite-polybasite group: the case of the new minerals cupropearceite and cupropolybasite. *Mineralogical Magazine* 71: 641-650.
- BINDI L., KEUTSCH F.N., BONAZZI P. (2012) Menchettiite, $\text{AgPb}_{2.40}\text{Mn}_{1.60}\text{Sb}_3\text{As}_2\text{S}_{12}$, a new sulfosalt belonging to the lillianite series from the Uchucchacua polymetallic deposit, Lima Department, Peru. *American Mineralogist* 97: (in corso di stampa | in press).
- BINDI L., PRATESI G. (2005) Selenojalpaite, Ag_3CuSe_2 , a new mineral species from the Skrikerum Cu-Ag-Tl selenide deposit, Smaland, southeastern Sweden. *Canadian Mineralogist*, 43: 1373-1377.
- BINDI L., STEINHARDT P.J., YAO N., LU P.J. (2009) Natural Quasicrystals. *Science*, 324: 1306-1309.
- BINDI L., STEINHARDT P.J., YAO N., LU P.J. (2011) Icosahedrite, $\text{Al}_{63}\text{Cu}_{24}\text{Fe}_{13}$, the first natural quasicrystal. *American Mineralogist*, 96: 928-931.
- BINDI, L., EVAIN, M., SPRY, P.G., MENCHETTI, S. (2007) The pearceite-polybasite group of minerals: Crystal chemistry and new nomenclature rules. *American Mineralogist*, 92: 918-925.
- BOCCALETTI M., DECANDIA F.A., GASPERI G., GELMINI R., LAZZAROTTO A., ZANZUCCHI G. (1987) Carta strutturale dell'Appennino Settentrionale – Note illustrative. Tipografia Senese.
- BOMBICCI L. (1875) *Corso di Mineralogia*, vol. II, parte I. Tip. Fava e Garagnani. Bologna.
- BONATTI S. (1938) Studio petrografico delle Alpi Apuane. *Memorie Descrittive alla Carta Geologica d'Italia*, 26.
- BONAZZI P., KEUTSCH F., BINDI L. (2012) Manganocquadratoite, AgMnAsS_3 , a new manganese bearing sulfosalt from the Uchucchacua polymetallic deposit, Lima Department, Peru: Description and crystal structure. *American Mineralogist*, 97: (in corso di stampa | in press).
- BONAZZI P., BINDI L., MEDENBACH O., LAMPRONTI G.I., MENCHETTI S. (2007) Olmiite, $\text{CaMn}[\text{SiO}_3(\text{OH})]$ (OH) the Mn-dominant analogue of poldervaartite, a new mineral species from Kalahari manganese fields (Republic of South Africa). *Mineralogical Magazine* 71, 193-201.
- BONAZZI P., MENCHETTI S., CANESCHI A., MAGNANELLI S. (1992) Bottinoite $\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6[\text{Sb}(\text{OH})_6]_2$, a new mineral from the Bottino mine, Alpi Apuane, Italy. *American Mineralogist*, 77: 1301-1304.
- BONAZZI P., MENCHETTI S., PALENZONA A. (1990) Strontio piemontite, a new member of the epidote group, from Val Graveglia, Liguria, Italy. *European Journal of Mineralogy*, 2: 519-523.
- BONAZZI P., MENCHETTI S., REINECKE T. (1996) Solid solution between piemontite and androsite-(La) a new mineral of the epidote group from Andros Island, Greece. *American Mineralogist*, 81: 735-742.
- BORTOLOTTI, V. (1962) Contributo alla conoscenza della Serie Pietraforte-Alberese. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 81, 225-304.

- BORTOLOTTI V. (1964) Nota Illustrativa della carta della distribuzione geografica della Formazione di Monte Morello. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 83.
- BORTOLOTTI V. (1992) *L'Appennino Tosco-Emiliano – S.G.I. Guide Geologiche Regionali*, vol. IV. BE-MA Editrice, Milano.
- BORTOLOTTI V., FAZZUOLI M., PANDELI E., PRINCIPI G., BABBINI A., CORTI S. (2001) Geology of the central and eastern Elba Island, Italy. *Ofoliti*, 26 (2): 57-150.
- BRUNI P., CIPRIANI N., PANDELI E. (1994) New sedimentological and petrographical data on the Oligo-Miocene turbidite formation of the Tuscan domain. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 48: 251-260.
- BRUSCHI G., CRISCUOLO A., ZANCHETTA G. (2003) Stratigrafia delle discariche di detrito dei bacini marmiferi di Carrara. I ravaneti antichi di Carbonera, Strinato, Gioia e Scalocchiella. *Acta Apuana*, 2, 26-32.
- CALANCHI N., DAL RIO G., PRATI A. (1976) *Miniere e minerali dell'Elba orientale*. Bologna.
- CAMPANI A. (1822), *Guida della città di Firenze ornata di pianta e vedute*. Firenze.
- CANTISANI E., CANOVA R., FRATINI F., MANGANELLI DEL FÀ C., MAZZUOLI R., MOLLI G. (2000) Relationships between microstructures and physical properties of white Apuan marbles: inferences on weathering durability. *Periodico di Mineralogia*, 69 (III): 257-268.
- CANTISANI E., FRATINI F., MALESANI P., MOLLI G. (2005), Mineralogical and Petrophysical Characterisation of White Apuan Marble. *Periodico di Mineralogia*, 74 (II): 117-140.
- CANTISANI E., FRATINI F., MOLLI G., PANDOLFI L. (2003), Sulla provenienza apuana di cippi funerari etruschi. *Acta Apuana*, 2: 19-25.
- CANTISANI E., PECCHIONI E., FRATINI F., GARZONIO C.A., MALESANI P., MOLLI G. (2009) Thermal stress in the Apuan marbles: relationship between microstructure and petrophysical characteristics. *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences* 46: 128-137.
- CARLINI S., MERCANTI L., STRAFFI G. (2001) *I Palazzi - parte prima. Arte e storia degli edifici civili di Firenze*. Alinea Ed., Firenze.
- CARMIGNANI L., CONTI P., FANTOZZI P., MANCINI S., MASSA G., MOLLI G., VASELLI L. (2007) I marmi delle Alpi Apuane. *Geitalia*, 21: 19-31.
- CARMIGNANI L., LAZZAROTTO L., coordinatori (2004) *Carta Geologica Della Toscana 1:250.000*. Regione Toscana Direzione Generale delle Politiche Territoriali e Ambientali – Servizio Geologico.
- CARNOT A. (1879) Note sur un nouveau sulphate de manganese naturel (Mallardite). *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, 2: 117-120.
- CAROBBI G. (1933) Sulla presenza di un nuovo minerale fra i prodotti della attività fumarolica del Vesuvio. *Periodico di Mineralogia*, 4: 410-422.
- CAROBBI G. (1935) «Mercallite» nuovo minerale fra i prodotti della attività fumarolica vesuviana del 1933. *Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei Lincei*, 21: 385-393.
- CAROBBI G. (1972) Un secolo di attività mineralogica a Firenze (1870-1979). *Atti e Memorie dell'Accademia Toscana di Scienze e Lettere "La Colombaria"*, 37: 1-89.
- CAROBBI G., CIPRIANI C. (1952) Ralstonite e bisolfato sodico (matteuccite) fra i prodotti delle fumarole vesuviane. *Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei Lincei*, Serie VIII, 12: 23-29.
- CAROBBI G., RODOLICO F. (1976) I minerali della Toscana. *Studi Acc. La Colombaria*, (XLI).
- CASELLA L., a cura di (1986) *Niccolò Stenone: opere scientifiche*. Nuova Europa, Impruneta.
- CASSEDANNE J.P. (1986) The Urucum Pegmatite, Minas Gerais, Brazil. *Mineralogical Record*, 17: 307-314.
- CASSEDANNE J.P., CASSEDANNE J.O., SAUER D.A. (1980) Famous mineral localities: the Cruzeiro Mine, past and present. *Mineralogical Record*, 11: 363-370.
- CELLAI D., CONTICELLI S., DIELLA V. (1993) Perrierite-chevkinite in igneous ultrapotassic rocks from Central Italy: chemical data and their petrological significance. *Periodico di Mineralogia*, 62: 57-66.
- ČERNÝ P. (1991) Rare-element granitic pegmatites. Part 1: Anatomy and internal evolution of pegmatite deposits. *Geoscience Canada*, 18: 49-67.
- CERUTI G. (1775) *Saggio del Real Gabinetto di Fisica e di Storia Naturale di Firenze*. Zempel, Roma.
- CEVOLANI G. (2001) *Renazzo: una meteorite raccontata la nostra storia*. CNR-Area Ricerca Bologna.
- CHANDRASEKHAR S. (1979) Beauty and the quest of beauty in science. *Physics Today*, 32: 25.
- CHLADNI E.F.F. (1794) *Über den Ursprung der von Pallas Gefundenen und anderei ihr ahnlicher Eisenmasse, und Über Einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen*. Johann Friedrich Hartknoch, Riga.
- CHLADNI E.F.F. (1819) *Über feuer-meteore, und über die mit denselben herabgefallenen massen*. J.G. Heubner, Vienna: 427-434.
- CIAMPI A. (1927) Commemorazione dell'Ing. Adriano Racah. *Bollettino dell'Associazione Mineraria Sarda*, 3(XXIII).
- CIAMPI A. (1929) In memoria dell'Ing. Celso Capacci. *Bollettino dell'Associazione Mineraria Sarda*, 2(XXXIV).
- CIOPI E., DOMINICI S. (2010) La collezione di rocce In: S. Monechi S., L. Rook (edd.), *Il Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze. Volume III. Le collezioni geologiche e paleontologiche*. Firenze University Press, Firenze: 285-295.
- CIPRIANI C. (1957) Un nuovo minerale fra i prodotti boriferi di Larderello. *Atti della Accademia Nazionale dei Lincei, Rendiconti della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*, serie VIII, 22: 519-525.
- CIPRIANI C. (1996) Le meteoriti: cenno storico. *Plinius*, 15: 206-209.
- CIPRIANI C., CORAZZA M. (1998) Le meteoriti del Museo di Mineralogia di Firenze: nota I. *Museologia Scientifica*, 14: 229-246.
- CIPRIANI C., CORAZZA M., OLMI F., PRATESI G. (1999) Le meteoriti del Museo di Mineralogia di Firenze: nota II, le condriti ordinarie. *Museologia Scientifica*, 15: 183-194.

- CIPRIANI C., FANTONI L., POGGI L. (2010) Giuseppe Grattarola: un piemontese a Firenze. *Atti e Memorie dell'Accademia Toscana di Scienze e Lettere "La Colombaria"*, 75: 333-370.
- CIPRIANI C., FANTONI L., POGGI L., SCARPELLINI A. (2011) *Le collezioni mineralogiche del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze dalle origini a oggi*. Accademia Toscana di Scienze e Lettere "La Colombaria", Studi CCXLVII. Leo S. Olschki Editore.
- CIPRIANI C., INNOCENTI C., TROSTI FERRONI R. (1988) Le collezioni del Museo di Mineralogia di Firenze: VI) I Lapislazzuli. *Museologia Scientifica*, V (1-2): 17-30.
- CIPRIANI C., MALESANI P. (1966) Ricerche sulle arenarie: 13) La Pietraforte. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 85 (2): 299-332.
- CIPRIANI C., MELLINI M., PRATESI G., VITI C. (1997) Rodolicoite and Grattarolite, two new phosphate minerals from Santa Barbara Mine, Italy. *European Journal of Mineralogy*, 9: 1101-1106.
- CIPRIANI C., POGGI L. (1994) Le collezioni del Museo di Mineralogia di Firenze: la formazione della collezione elbana. *Atti e Mem. Acc. La Colombaria*, 59: 165-184.
- CIPRIANI C., POGGI L. (1994) Le collezioni del Museo di Mineralogia di Firenze: la formazione della collezione elbana. *Atti e Mem. Acc. La Colombaria*, 59: 165-184.
- CIPRIANI C., SCARPELLINI A. (2007) *Un contributo alla Mineralogia settecentesca: la collezione di Giovanni Targioni Tozzetti*. Studi Acc. La Colombaria, CCXXXIX. Leo S. Olschki, Firenze.
- CIPRIANI C., TANELLI G. (1983) Risorse minerarie ed industria estrattiva in Toscana. *Atti e Mem. Acc. La Colombaria*, 48: 241-283.
- CIPRIANI C., VANNUCCINI P. (1961) Hoeferite e nasinite: due nuovi borati fra i prodotti di Larderello. Parte I. *Accademia Nazionale dei Lincei, Rendiconti, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*, serie VIII, 30: 74-83; Parte II, 30: 225-245.
- CIPRIANI N., FRATINI F., NEBBIAI M., SARTORI R. (2005) L'Arenaria di Monte Senario: caratteristiche composizionali, tecniche e confronto con la Pietra Serena. *Arkos-Scienza e Restauro dell'Architettura*, 9: 37-44.
- CIPRIANI N., MALESANI P., VANNUCCI S. (1974) L'Anapaite della Miniera di Lignite di S. Barbara. *Periodico di Mineralogia*, 43: 663-671.
- CIPRIANI N., MENCHETTI S., ORLANDI P., SABELLI C. (1980) Peretaite, $\text{CaSb}_4\text{O}_4(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, a new mineral from Pereta, Tuscany, Italy. *American Mineralogist* 65: 936-939.
- COCCO G., GARAVELLI C. (1954) Studio di alcuni problemi geochimici relativi al giacimento di ferro di Capo Calamita (Elba). *Rendiconti della Società Mineralogica Italiana*, 10: 269-350.
- COLI M., CONTICELLI S., MORATTI G., PANDELI E., PAPINI P., TOMMASINI S. (2001) Western Elba: The Monte Capanne Monzogranite. *Ofioliti*, 26: 351-356.
- COLI M., PANDELI E. (1992) Introduzione alla geologia delle Alpi Apuane. In: 76^a Riunione estiva S.G.I. "L'Appennino settentrionale" e Convegno S.I.M.P. "Minerogenesi appenninica" - "Guida alla Traversata dell'Appennino settentrionale". Descrizione dell'escursione del II giorno. Centro Duplicazione Offset s.r.l., Firenze: 79-103.
- COMUCCI P. (1928) Contributo allo studio delle rocce effusive della Danalia. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie*, 39: 1-24.
- COMUCCI P. (1929) Sopra alcune rocce vulcaniche della regione di Sanaa (Arabia). *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie*, 40: 1-11.
- COMUCCI P. (1932) Alcune rocce dei dintorni di Addis Abeba (Abissinia). *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Processi Verbalii*, 5(XLI).
- COMUCCI P. (1933) Note petrografiche sulle rocce raccolte dalla spedizione Cerulli nell'Etiopia Occidentale. In: E. Cerulli, *Etiopia Occidentale dallo Scioa alla frontiera del Sudan; note del viaggio, 1927-1928*, vol. II.
- COMUCCI P. (1935a) Scisti di Dasso nel Baltistan. *Rendiconti della R. Accademia Nazionale dei Lincei*, serie VI, 4(XXI): 284-286.
- COMUCCI P. (1935b) Rocce del bacino del Ghiacciaio Siacén. In: *Spedizione Italiana De Filippi nel l'Himàlaja occidentale, il Caracorùm e Turchestàn cinese (1913-1914)*, serie II, vol.11. Nicola Zanichelli Editore, Bologna.
- COMUCCI P. (1938) Le rocce raccolte dalla Spedizione geografica italiana a Karakorùm (1929-VII E.F.). *Reale Accademia Nazionale dei Lincei*, serie VI, 3(VII).
- COMUCCI P. (1948) *Le rocce della regione di Jubdo (Africa Orientale)*. Accademia Nazionale dei Lincei.
- COMUCCI P. (1950) *Le vulcaniti del Lago Tana (Africa Orientale)*. Accademia Nazionale dei Lincei.
- COMUCCI P., MAZZI F. (1957) Le vulcaniti della Danalia. *Atti dell'Accademia nazionale dei Lincei, Memorie*, 2(V): sez. II, 17-95.
- CONTARDI S. (2002) *La Casa di Salomone a Firenze. L'Imperiale e Reale Museo di Fisica e Storia Naturale (1775-1801)*. Leo S. Olschki, Firenze.
- CONTI P., COSTANTINI A., DECANDIA F.A., ELTER F.M., GATTIGLIO M., LAZZAROTTO A. MECCHERI M., PANDELI E., RAU A., SANDRELLI F., TONGIORGI M., DI PISA A.. (1991) Structural frame of the Tuscan Paleozoic. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 110: 523-541.
- CONTICELLI S. (1998) Effects of Crustal Contamination on Ultrapotassic Magmas with Lamproitic Affinity: Mineralogical, Geochemical and Isotope data from the Torre Alfina Lavas and Xenoliths, Central Italy. *Chemical Geology*, 149: 51-81.
- CONTICELLI S., AVANZINELLI R., MARCHIONNI S., TOMMASINI S., MELLUSO L. (2011) Sr-Nd-Pb isotopes from the Radicofani Volcano, Central Italy: constraints on heterogeneities in a veined mantle responsible for the shift from ultrapotassic shoshonite to basaltic andesite magmas in a post-collisional setting. *Mineralogy and Petrology*, 103: 123-148.
- CONTICELLI S., BORTOLOTTI V., PRINCIPI G., LAURENZI M.A., VAGGELLI G., D'ANTONIO M. (2001) Pe-

- tology, mineralogy and geochemistry of a mafic dyke from Monte Castello, Elba Island, Italy. *Ofoliti*, 26: 249-262.
- CONTICELLI S., CARLSON R.W., WIDOM E., SERRI G. (2007) Chemical and isotopic composition (Os, Pb, Nd, and Sr) of Neogene to Quaternary calc-alkalic, shoshonitic, and ultrapotassic mafic rocks from the Italian peninsula: Inferences on the nature of their mantle sources. In: L. Becaluva, G. Bianchini, M. Wilson (eds.), *Cenozoic Volcanism in the Mediterranean Area*, Geological Society of America, Special Paper, 418: 171-202.
- CONTICELLI S., GUARNIERI L., FARINELLI A., MATTEI M., AVANZINELLI R., BIANCHINI G., BOARI E., TOMMASINI S., TIEPOLO M., PRELEVIĆ D., VENTURELLI G. (2009). Trace elements and Sr-Nd-Pb isotopes of K-rich, shoshonitic, and calc-alkaline magmatism of the Western Mediterranean Region: genesis of ultrapotassic to calc-alkaline magmatic associations in a post-collisional geodynamic setting. *Lithos*, 107: 68-92.
- CONTICELLI S., LAURENZI M.A., GIORDANO G., MATTEI M., AVANZINELLI R., MELLUSO L., TOMMASINI S., BOARI E., CIFELLI F., PERINI G. (2010). Leucite-bearing (kamafugitic/leucitic) and -free (lamproitic) ultrapotassic volcanic rocks and associated shoshonites in the Italian Peninsula: constraints on petrogenesis and geodynamics. In: M. Beltrando, A. Peccerillo, M. Mattei, S. Conticelli, C. Dogliani (eds.) *The Geology of Italy: tectonics and life along plate margins*. *Journal of the Virtual Explorer*, 36, paper 21. [<http://virtualexplorer.com.au/article/2009/251/ultrapotassic-and-related-volcanic-rocks-initaly>][doi:10.3809/jvirtex.2009.00251].
- CONTICELLI S., MANETTI P., MENICHELLI S., (1992) Petrology, Chemistry, Mineralogy and Sr-isotopic features of Pliocenic Orendites from South Tuscany: implications on their genesis and evolutions. *European Journal of Mineralogy*, 4: 1359-1375.
- CONTICELLI S., PECCERILLO A. (1990). Petrological significance of High-Pressure ultramafic xenoliths from ultrapotassic rocks of Central Italy. *Lithos*, 24: 305-322.
- CORDIER M. (1827) Rapport fait à l'Académie des Sciences, sur une Pierre météorique tombée près de Ferrare en 1824. *Annales de chimie et de physique*, 34: 132-139.
- CORNEJO C., BARTORELLI A. (ed.) (2010) *Mineral & Precious Stones of Brazil*. Solaris Cultural Publications, São Paulo.
- CORRETTI A. (1997) *La metallurgia del ferro all'Isola d'Elba nel periodo classico e medievale*. Atti I Convegno «I fiori della Terra», Rio Elba, 30 maggio-2 giugno 1996. Elba promotion: 67-82.
- CORRETTI A., BENVENUTI M. (2001) The Beginning of Iron Metallurgy in Tuscany; with special Reference to Etruria Mineraria. In: *The Origins of Iron Metallurgy*, Proceedings of the First International Colloquium on The Archaeology of Africa and the Mediterranean Basin, Geneva 1999. *Mediterranean Archaeology*, 14: 127-145.
- CORRETTI A., BENVENUTI M., CAMBI F., CHIARANTINI L., DINI A., DUCCI S., FIRMATI M., LO SCHIAVO F., PRINCIPE C. (2012) *Un sito di lavorazione del ferro da Monte Strega (Rio nell'Elba, Livorno)*. *Nuovi dati sulle attività dei fabri pisani all'Elba nel Medioevo*. Atti del VI Congresso Nazionale di Archeologia Medievale, L'Aquila, 12-15 settembre 2012. All'Insegna del Giglio, Firenze (in stampa | in press).
- CORRETTI A., FIRMATI M. (2011) Metallurgia antica e medievale all'isola d'Elba: vecchi dati e nuove acquisizioni. In: *Archeometallurgia: dalla conoscenza alla fruizione*. Edipuglia, Bari, 229-241.
- CORSI A. (1882) Due esemplari di tormalina e berillo dell'Isola d'Elba. *Rivista Scientifico-Industriale di Firenze*, 1: 19-23.
- CORTI G., MANETTI P. (2012) *Geologia e paesaggi della rift valley in Etiopia - Una meraviglia naturale generata dai processi di separazione continentale*. CNR Edizioni – Pacini Editore, Pisa.
- COSTAGLIOLA P., CIPRIANI C., MANGANELLI DEL FA C. (1997) Pyrite oxidation; protection using synthetic resins. *European Journal of Mineralogy*, 9: 167-174.
- CROSS W. (1897) Igneous rocks of the Leucite Hills and Pilon Butte, Wyoming. *American Journal of Sciences*, 4: 115-141.
- CRUTZEN P.J. (2005) *Benvenuti nell'Antropocene!*. Mondadori, Milano.
- D'ACHIARDI A. (1873) *Mineralogia della Toscana*. Nistri, Pisa. Rist. Anastatica Forni ed., Bologna, 1976.
- D'ACHIARDI G. (1893) Le tormaline del granito elbano. Parte I. *Atti Società Toscana di Scienze Naturali*, 13: 1-94.
- D'ACHIARDI G. (1896) Le tormaline del granito elbano. Parte II. Caratteri fisici. *Atti Società Toscana di Scienze Naturali*, 15: 1-74.
- D'ACHIARDI G. (1900) Pleocroismo e policroismo delle tormaline elbane. *Atti Società Toscana di Scienze Naturali PV*, 12: 33-37.
- D'ANGELO P. (2001) *Estetica della natura. Bellezza naturale, paesaggio, arte ambientale*. Editori Laterza, Roma-Bari.
- D'ORAZIO M. (2007) Meteorite records in the ancient Greek and Latin literature: between history and myth. In: Piccardi L. and Masse W.B. (eds.), *Myth and Geology*. Geological Society, London, Special Publication, 273, 215-225.
- DAINELLI G. (1908) *In Africa (lettere dall'Eritrea)*. Istituto italiano d'arti grafiche, Bergamo.
- DAINELLI G. (1934) Le esplorazioni della regione fra l'Himalaja occidentale e il Caracorùm. In: *Spedizione Italiana De Filippi nell'Himalaja occidentale, in Caracorùm e Turchestàn cinese (1913-1914)*, serie II, vol.1. Nicola Zanichelli Editore, Bologna.
- DAINELLI G. (1943) Geologia dell'Africa orientale Italiana. *Reale Accademia d'Italia, Centro Studi per l'Africa Orientale Italiana*, 7, vol. I, *Il progresso delle Conoscenze*.
- DAVIES P. (1993) *La mente di Dio*. Mondadori Editore, Milano.
- DE FOURESTIER J. (1999) *Glossary of Mineral Synonyms*. The Canadian Mineralogist Special Publication.

- DE ROSA S. (a cura di) (1986) *Niccolò Stenone nella Firenze e nell'Europa del suo tempo*. Mostra di documenti manoscritti, opere nel terzo centenario della morte 23 settembre- 6 dicembre 1986. Leo S. Olschki, Firenze.
- DE VECCHI, G., ROSSETTI, M., VANNUCCI, S. (1991) La serpentina della Cattedrale di Santa Maria del Fiore a Firenze ed il suo degrado. In: *Scienza e Beni Culturali VII - Le Pietre nell'Architettura: struttura e superfici*, Libreria Progetto Ed., Padova, 247-256.
- DEBENEDETTI A. (1952) Osservazioni geologiche nelle zone minerarie dell'isola d'Elba. *Bollettino del Servizio Geologico d'Italia*, 74: 53-85.
- DELLA VENTURA G., BONAZZI P., OBERTI R., OTTOLINI L. (2002) Ciprianiite and mottanaite-(Ce) two new minerals of the hellandite group from Latium (Italy). *American Mineralogist*, 87: 745-752.
- DEPMEIER W. (2009) Minerals as Advanced Materials. *Crystal Research Technology*, 44: 1122-1130.
- DESIO A. (1987) *Sulle vie della sete, dei ghiacciai e dell'oro*. Istituto Geografico De Agostini, Novara.
- DI BENEDETTO F., BORGHESI M., CANESCHI A., CHASTANET G., CIPRIANI C., GATTESCHI D., PRATESI G., ROMANELLI M., SESSOLI R. (2006a) First evidence of natural superconductivity: covellite. *European Journal of Mineralogy*, 18: 283-287.
- DI BENEDETTO F., COSTAGLIOLA P., BENVENUTI M., ROMANELLI M., TANELLI G. (2006b) Arsenic incorporation in natural calcite lattice: evidence from electron spin echo spectroscopy. *Earth and Planetary Science Letters*, 246: 458-465.
- DI PISA A., FRANCESCHELLI M., LEONI L., MECCHERI M. (1985) Regional variation of the metamorphic temperatures across the Tuscany I Unit and its implication on the Alpine metamorphism (Apuan Alps, North Tuscany). *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen*, 151: 197-211.
- DINI A., CORRETTI A., INNOCENTI F., ROCCHI S., WESTERMAN D.S. (2007) Sooty sweat stains on tourmaline spots? The Argonauts on the Island of Elba (Tuscany) and the spread of Greek trading in the Mediterranean Sea. In: L. Piccardi, W.B.Masse (eds.), *Myth and geology*. Geological Society, London, Special Publications, 273: 227-243.
- DINI A., INNOCENTI F., ROCCHI S., TONARINI S., WESTERMAN D.S. (2002) The magmatic evolution of the late Miocene laccolith-pluton-dyke granitic complex of Elba Island, Italy. *Geological Magazine*, 139: 257-279.
- DINI A., ROCCHI S., WESTERMAN S. (2004): Reaction microtextures of REE-Y-Th-U accessory minerals in the Monte Capanne pluton (Elba Island, Italy): a possible indicator of hybridization processes. *Lithos*, 78: 101-118.
- DIRAC P.A.M. (1963) The Evolution of the Physicist's Picture of Nature. *Scientific America*, 53.
- DUNN P.J., MANDARINO J.A. (1987) Formal definitions of type mineral specimens. *American Mineralogist*, 72: 1269-1270.
- DUTROW B.L., HENRY D.J. (2000) Complexly zoned fibrous tourmaline, Cruzeiro Mine, Minas Gerais, Brazil: A record of evolving magmatic and hydrothermal fluids. *Canadian Mineralogist*, 38: 131-143.
- ELDMANN L. (1937) Sulle arenarie di Monte Ceceri presso Firenze. *Annali Facoltà di Agraria Università degli Studi di Firenze*, 3(I), 153-164.
- ELTER F.M., PANDELI E. (1996) Structural setting of the Paleozoic crystalline basement of the Northern Apennines (Italy). In: O. Oncken, C. Janssen (eds.), *Proceedings of the Eleventh International Conference on Basement Tectonics «Basement Tectonics 11-Europe and other regions» held in Potsdam, Germany, July 1994*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London: 79-90.
- ELTER F.M., PANDELI E. (2002) The HP-LP meta-ophiolitic unit and Verrucano of the Cala Grande area in the Argentario Promontory (Southern Tuscany, Italy): structural-metamorphic evolution and regional considerations. *Ofioliti*, 27: 91-102.
- ELTER F.M., PANDELI E., (1991) Structural features of the metamorphic Palaeozoic. Triassic sequences in deep geothermal drillings in the Monte Amiata area (SE Tuscany, Italy). *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 110: 511-522.
- ELTER F.M., PANDELI E., (1993) Alpine tectono-metamorphic framework of the Tuscan Paleozoic (Southern Tuscany, Italy). *Annales Tectonicae*, 7: 71-84.
- EMBREY P.G., HEY M.H. (1970) Type specimens in mineralogy. *Mineralogical Record*, 1: 102-104.
- ERTL A. (2008) About the nomenclature and the type locality of elbaite. A historical review. *Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft*, 154: 35-44.
- FANELLI M., MANETTI P., DICKSON M.H., ZAN L. (2008) Geothermal Energy. In: *Encyclopaedia of Hydrocarbons*, vol. III, ENI / Istituto dell'Enciclopedia Treccani - Roma: 595-610.
- FANTOZZI F. (1842) *Nuova guida ovvero descrizione storico-artistico-critica della città e contorni di Firenze*. Giuseppe e Fratelli Ducci, Firenze.
- FAZZUOLI M., PANDELI E., SANI F., (1994) Considerations on the sedimentary and structural evolution of the Tuscan Domain since Early Liassic to Toronian. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 48: 31-50.
- FERRARI L., CONTICELLI S., BURLAMACCHI L., MANETTI P. (1996). Volcanological Evolution of the Monte Amiata Volcanic Center, Southern Tuscany, Central Italy: New Geological and Petrochemical data. *Acta Vulcanologica*, 8: 41-56.
- FILETTI MAZZA M., TOMASELLO B. (1999) *Galleria degli Uffizi 1758-1775: la politica museale di Raimondo Cocchi*. Franco Cosimo Panini, Modena.
- FOLCO L. (2008) La caduta della meteorite di Siena nel giugno del 1794 e il contributo del Soldani alla scienza moderna. *Atti Accademia Fisiocritici Siena*, serie XV, (XXVII): 15-22.
- FOLCO L., RASTELLI N. (2010) The meteorite collection of the Museo Nazionale dell'Antartide. *Meteoritics & Planetary Science*, 35: A189-A198.
- FOMMEI C., GIAMELLO M., SABATINI G. (1993) Il "rosso ammonitico" nella facciata del Battistero di Siena - Osservazioni preliminari sul degrado e sul-

- le formazioni superficiali. In: *Il Duomo di Siena - Documenti, Studi e Restauri*. Ed. Soprintendenza per i Beni Ambientali e Architettonici di Siena e Grosseto, 21-32.
- FORESI R. (1865) *Dell'età della pietra all'Isola d'Elba, e di altre cose che le fanno accompagnatura. Lettera di Raffaello Foresi al prof. Igino Cocchi*. Tipogr. del Diritto, Firenze.
- FORESI R. (1867) *Sopra una collezione composta di oggetti antistorici trovati nelle isole dell'arcipelago toscano e inviata alla mostra universale di Parigi. Lettera di Raffaello Foresi al professore L. Simonin*. Firenze.
- FRANCESCHELLI M., GIANELLI G., PANDELI E., PUXEDDU M. (2004) – Variscan and Alpine metamorphic events in the Northern Apennines (Italy): a review. *Periodico di Mineralogia*, 73: 43-56.
- FRANZINI M. (1961) Studio mineralogico e litologico dell'Isola di Capraia. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, serie A*, 71: 326-386.
- FRATINI F., GIOVANNINI P., MANGANELLI, DEL FA C. (1994) La pietra da calce a Firenze: ricerca e caratterizzazione dei materiali per la produzione di «calcina forte» e «calcina dolce». *Scienza e Beni Culturali X – Bilanci e Prospettive*. Bressanone, Libreria Progetto Ed. Padova: 189-199.
- FRATINI F., MANGANELLI DEL FA' C., TIANO P., MATTEOLI U., CAMAITI M. (1987) Indagini conoscitive sullo stato di conservazione dei materiali lapidei presenti sulla facciata di Santa Maria del Fiore, Firenze. In: *Due Granduchi, tre Re e una Facciata*. Ed. Alinea, Firenze: 66-78.
- GAGNEVIN D., DALY J.S., POLI G., MORGAN D. (2005) Microchemical and Sr Isotopic Investigation of Zoned K-feldspar Megacrysts: Insights into the Petrogenesis of a Granitic System and Disequilibrium Crystal Growth. *Journal of Petrology*, 46: 1689-1724.
- GAINES R.V. (1976) Beryl – A Review. *Mineralogical Record*, 7: 211-223.
- GALLO F., GIAMMETTI F., VENTURELLI G., VERNIA L. (1984) The kamafugitic rocks of San Venanzo and Cupaello, Central Italy. *Neues Jahrbuch Mineralogische Monatshefte*, 1984: 198-210.
- GARAVELLI C.L. (1955) Un nuovo minerale fra i prodotti secondari del giacimento di Capo Calamita (Isola d'Elba). *Atti della Accademia Nazionale dei Lincei, Rendiconti della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*, 18: 392-402.
- GARAVELLI C.L. (1957) Bonattite: un nuovo minerale di alterazione del giacimento elbano di Capo Calamita. *Accademia Nazionale dei Lincei, Rendiconti, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali, serie VIII*, 22: 318-327.
- GARAVELLI C.L. (1964) Mohrite, un nuovo minerale della zona borifera toscana. *Atti della Accademia Nazionale dei Lincei, Rendiconti della Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali, serie VIII*, 36: 524-533.
- GASPARON M., ROSENBAUM G., WIJBRANS J., MANETTI P. (2009). The transition from subduction arc to slab tearing: Evidence from Capraia Island, northern Tyrrhenian Sea. *Journal of Geodynamics*, 47: 30-38.
- GRATTAROLA G. (1880) Nuova varietà di berillo elbano. *Rivista Scientifico - Industriale*, XII: 423.
- GRATTAROLA G. (1881) *Guida e pianta del Museo e laboratorio di Mineralogia*, Regio istituto di studi superiori pratici e di perfezionamento, Firenze.
- GRATTAROLA G. (1886) Sui campioni di minerali e rocce raccolti ne' suoi viaggi in Africa dal Cap. Antonio Cecchi. In: A. Cecchi, *Da Zeila alle frontiere del Caffa*. vol. III, Estratto, Tipografia dell'Accademia Nazionale dei Lincei.
- GREGORIO F., LATTANZI P., TANELLI G., VURRO F. (1979) Garavellite, FeSbBiS₄, a new mineral from the Cu-Fe deposits of Valle del Frigido in the Apuane Alps, northern Tuscany, Italy. *Mineralogical Magazine*, 43: 99-102.
- GUASTI C. (1887) *Santa Maria del Fiore. La costruzione della Chiesa e del Campanile secondo i documenti tratti dall'Archivio dell'Opera Secolare e da quello di Stato*. Arnoldo Forni Editore, Firenze.
- GURRIERI F., FABBRI P. (1995) *I Palazzi di Firenze*, Arsenale Editrice, Verona.
- HATERT F., BURKE E.A.J. (2008) The IMA-CNMNC dominant-constituent rule revisited and extended. *Canadian Mineralogist*, 46, 717-728.
- HENRY D.J., NOVÁK M. (chairman) HAWTHORNE F.C., ERTL A., DUTROW B.L., UHER P., PEZZOTTA F. (2011) Nomenclature of the tourmaline-super-group minerals. *American Mineralogist*, 96: 895-913.
- HOWARD E.C. (with BOURNON J.-L. DE & WILLIAMS J.L.) (1802) Experiments and observations on certain stony and metalline substances, which at different times are said to have fallen on the Earth; also on various kinds of native iron. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 92: 168-212.
- INNOCENTI F. (1967) Studio chimico-petrografico delle vulcaniti di Radicofani. *Rendiconti della Società Mineralogica Italiana*, 13: 99-128.
- KLAPISH C. (1962) *Le maitre du marbre, Carrara 1300- 1600*. Tesi di dottorato. Traduzione in italiano a cura della cassa di Risparmio di Carrara.
- KOCH A, SIEGESMUND S. (2004) The combined effect of moisture and temperature on the anomalous expansion behavior of marbles. *Environmental Geology*, 46: 350-363.
- LALLEMANT A. (1978): What's new in Minerals ?: New Tourmaline discovery in Brazil. *Mineralogical Record*, 9: 298-299.
- LATTANZI P., BENVENUTI M., COSTAGLIOLA P., TANELLI G. (1994) An overview on recent research on the metallogeny of Tuscany, with special reference to the Apuane Alps. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 48: 605-617.
- LAUGIER M. (1827) Note sur la Composition chimique de la Pierre météorique de Ferrare. *Annales de chimie et de physique*, 34: 139-142.
- LE CORBUSIER (1962) L'architecture et l'esprit mathématique. In: F. Le Lionnais (a cura di), *Le grands courants de la pensée mathématique*, Librairie Scientifique et Technique A. Blanchard, Paris: 490.

- LEVI DONATI G.R. (1975) La polemica sulla "Pioggetta di sassi" del 1794. *Physis*, 1-2: 96-112.
- LEVINE D., STEINHARDT P.J. (1984) Quasicrystals: A New Class of Ordered Structures. *Physical Review Letters*, 53: 2477-2480.
- LOTTI B. (1886) Descrizione geologica dell'Isola d'Elba. *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia*, vol. 2, 254 pp.
- LU P.J., DEFFEYES K., STEINHARDT P.J., YAO N. (2001) Identifying and Indexing Icosahedral Quasicrystals from Powder Patterns. *Physical Review Letters*, 87: 275-507.
- MALESANI P., PECCHIONI E., CANTISANI E., FRATINI F. (2003) Geolithology and provenance of the materials of the some historical buildings and monuments of Florence (Italy). *Episodes*, 26 (3): 250-255.
- MANASSE E. (1903) Rocce della Colonia Eritrea raccolte a sud di Arafali. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Processi Verbalii*, 20.
- MANASSE E. (1907) I minerali della cava di Solfo di Poggio Orlando presso Lornano in provincia di Siena. *Atti della Società toscana di Scienze naturali, Memorie*, 23.
- MANASSE E. (1909) *Contribuzioni allo studio petrografico della Colonia Eritrea*. Stabilimento Cartografico ditta Carlo Nava. Siena.
- MANASSE E. (1913) Azzurrite di Calabona presso Alghero. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali Memorie*, XXIX: 196-209.
- MANASSE E. (1916a) Rocce della Somalia italiana raccolte dalla missione Stefanini-Paoli (1913). In: *Missione Stefanini-Paoli. Ricerche idrogeologiche, botaniche ed entomologiche fatte nella Somalia Italiana Meridionale*. Istituto Agricolo Coloniale Italiano, Firenze.
- MANASSE E. (1916b) Rocce della Somalia italiana raccolte dalla missione Stefanini-Paoli (1913). *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie*, 31.
- MARTELLI U., a cura di (1903) *Le collezioni di Giorgio Everardo Rumph acquistate dal Granduca Cosimo III de' Medici una volta esistenti nel Museo di Fisica e Storia Naturale di Firenze estratto da un manoscritto del Prof. Giovanni Targioni Tozzetti*. Nicolai, Firenze.
- MARVIN U.B. (1996) Ernst Florens Friedrich Chladni and the origins of modern meteorite research. *Meteoritics & Planetary Science*, 31: 545-588.
- MARVIN U.B. (2007) Ernst Florens Friedrich Chladni (1756 – 1827) and the origins of modern meteorite research. *Meteoritics and Planetary Science*, 42: B3-B68.
- MASSINELLI A.M. (1990) Magnificenze mediche: gli stipi della Tribuna. *Antologia di Belle Arti. Il Neoclassicismo*, n.s. 35-36-37-38: 111-134.
- MATSCHELLAT J. (2000) Arsenic in the geosphere – a review. *Science of the Total Environment*, 249: 297–312.
- MAZZETTI G., OLMI F., SABELLI C., SANTUCCI A. (1997) «La collezione Giancarlo Brizzi» (Museo di Mineralogia e Litologia, sezione del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze). *Rivista Mineralogica Italiana*, 4: 331-344.
- MCCALL G.J.H., BOWDEN A.J., HOWARTH R.J. (2006) *A History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds*. Geological Society, London, Special Publication, 256.
- MENCHETTI S., SABELLI C. (1980) Peretaite, $\text{CaSb}_4\text{O}_4(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: its atomic arrangement and twinning. *American Mineralogist*, 65: 940-946.
- MENCHETTI S., SABELLI C. (1982) Campigliaite $\text{Cu}_4\text{Mn}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, a new mineral from Campiglia Marittima, Tuscany, Italy. I. Occurrence and description. *American Mineralogist*, 67: 385-388.
- MENEZES FILHO L.A.D. (2010) Brazil's main tourmaline deposits. In C. Cornejo A. Bartorelli (eds.), *Mineral & Precious Stones of Brazil*. Solaris Cultural Publications, São Paulo.
- MERLA G. (1963) Missione geologica nell'Etiopia meridionale del Consiglio Nazionale delle Ricerche 1959-1960 – notizie geo-morfologiche e geologiche. *Giornale di Geologia*, 31: 449-509.
- MERLA G., ABBATE E., AZZAROLI A., BRUNI P., CANUTI P., FAZZUOLI M., SAGRI M., TACCONI P. (1979) *A geological Map of Ethiopia and Somalia (1973), 1:2.000.000 and comment, with a map of major landforms*. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma.
- MERLA G., MINUCCI E. (1938) Missione geologica nel Tigray. I. La serie dei terreni. *Reale Accademia d'Italia Centro studi per l'Africa Orientale Italiana*, 3.
- MILLOSEVICH F. (1914) I 5000 Elbani del Museo di Firenze, contributo alla conoscenza della mineralogia dell'isola d'Elba. Tip. Galletti e Cocci, Firenze; Ristampa: Reprint, Milano, (1978).
- MILLOSEVICH F. (1914) *I 5000 elbani del Museo di Firenze*. Regio istituto di studi superiori pratici e di perfezionamento, Firenze.
- MILLS S.J., BINDI L., CADONI M., CIRIOTTI M.E., KAMPF A.R. (2011) Paseroite, IMA 2011-069. CNMNC Newsletter No. 11, December 2011, page 2891; *Mineralogical Magazine* 75, 2887-2893.
- MINUCCI E. (1938) Ricerche Geologiche nella Regione del Tana. In: *Missione di Studio al Lago Tana. Volume Primo. Relazioni Preliminari. Reale Accademia d'Italia – Centro Studi per l'Africa Orientale Italiana*, 2: 19-36.
- MOGGI CECCHI V., PRATESI G. (2002) The on-line catalogues of the Museum of Planetary Sciences of the Province of Prato (Tuscany): a national pilot project. *Museologia Scientifica*, 17 (2): 215-224.
- MOHR P. (1993) The half-century of the publication of "Geologia dell'Africa Orientale" by Giotto Dainelli: an attempate assessment. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 112: 635-646.
- MOLLI, G., HEILBRONNER PANOZZO, R., WITTENSOLDNER, V. (1997) *Microstructural features of naturally deformed Alpi Apuane marbles: an introduction*, Conference on Deformation Mechanism in Nature and Experiments, Basel, abstract 45-46.
- MURDOCK T.G., HUNTER C.E. (1944) *Mica na região de Santa Maria do Suassui, Estado de Minas Gerais*. Avulso no. 53 D.N.P.M.-D.F.P.M. Rio de Janeiro.

- NALINI JR.H.A., BILAL E., CORREIA NEVES J.M. (2000) Syn-collisional peraluminous magmatism in the Rio Doce Region: mineralogy, geochemistry and isotopic data of the Neoproterozoic Urucum Suite (Eastern Minas Gerais State, Brazil). *Revista Brasileira de Geociências*, 30: 120-125.
- NICOLETTI M., PETRUCCIANI C., PIRO M., TRIGILA R. (1981) Nuove datazioni vulsinee per uno schema di evoluzione dell'attività vulcanica: Il quadrante nord-occidentale. *Periodico di Mineralogia*, 50: 141-169.
- OLMI F., SABELLI C. (1994) Brizziite, NaSbO_3 , a new mineral from the Cetine mine (Tuscany, Italy): description and crystal structure. *European Journal of Mineralogy*, 6: 667-672.
- OLMI F., SABELLI C., TROSTI-FERRONI R. (1993) Rosembergite, $\text{AlF}_{0.5}(\text{H}_2\text{O})_{0.5}]4\cdot\text{H}_2\text{O}$, a new mineral from the Cetine Mine (Tuscany, Italy): description and crystal structure. *European Journal of Mineralogy*, 5: 1167-1174.
- OLMI F., SANTUCCI A., TROSTI-FERRONI R. (1995) Sabeliite, a new copper-zinc arsenate-antimonate mineral from Sardinia, Italy. *European Journal of Mineralogy*, 7: 1331-1337.
- ORLANDI P., BELLÈ E. (2002) *I minerali del marmo del bacino del Frigido, Massa*. Stampa Ceccotti, Massa.
- ORLANDI P., FRANZINI M. (1994) *I minerali del Marmo di Carrara*. Cassa di Risparmio di Carrara. Servizio editoriale Amilcare Pizzi S.p.a.
- ORLANDI P., PEZZOTTA F. (1996) *Minerali dell'Isola d'Elba*. Ed. Novecento Grafico, Bergamo.
- ORLANDO A., CONTICELLI S., MANETTI P., VAGGELLI G. (1994) The basement of the Northern Vulsinian district as inferred from the study of crustal xenoliths from the Torre Alfina lavas, Viterbo, Central Italy. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 48: 681-688.
- ORTI L., MORELLI M., PANDELI E., PRINCIPI G. (2002) New geological data from Gorgona Island (Northern Tyrrhenian Sea). *Ofioliti*, 27: 133-144.
- OTTONI A.B., NORONHA F. (1942) Jazida de mica do "Cruzeiro", Minas Gerais. *Mineracão e Metalurgia*, 34(VI): 169-170.
- PAGANO R., GUASTONI A., PEZZOTTA F. (2008) Olmiite and Poldervaartite from the Kalahari Manganese Field Northern Cape Province Republic of South Africa. *The Mineralogical Record*, 39: 373-381.
- PANDELI E. (2002) Sedimentary-tectonic evolution of the Tuscan area (Northern Apennines, Italy) from Late «Autunian» to Carnian. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, volume speciale 1: 251-262.
- PANDELI E., DECANDIA F.A., TONGIORGI M. (2004) The Paleozoic basement through the 500 ma history of the Northern Apennines. In: L. Guerrieri, I. Rischia, L.Serva (eds.) *Excursion Guidebook of the 32nd International Geological Congress*, vol. 1 (from B01 to B30) B05 Pre-Congress Field Trip Guide. Apat, Roma: 36 pp.
- PANDELI E., GIANELLI G., PUXEDDU M., ELTER F.M. (1994) The Paleozoic basement of the Northern Apennines: stratigraphy, tectono-metamorphic evolution and Alpine hydrothermal processes. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 48: 627-654.
- PARLATORE F. (1992) *Mie memorie*. Sellerio, Palermo.
- PECCERILLO A., CONTICELLI S., MANETTI P. (1987) Petrological characteristics and the genesis of the recent magmatism of South Tuscany and North Latium. *Periodico di Mineralogia*, 56: 157-173.
- PECCERILLO A., MANETTI P. (1985) The potassium alkaline volcanism of central Southern Italy: a review of the data relevant to petrogenesis and geodynamic significance. *Transaction of the Geological Society of South Africa*, 88: 379-394.
- PECCHIONI E., SQUARCIALUPI M.C. (2002) *Firenze 1966-2000: la ricerca scientifica per i Beni Culturali*. Ed. Centro A-Zeta, Firenze.
- PELLOUX A. (1934) Adolfo Ciampi. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 53: CIX-CXII.
- PENROSE R. (1974) The Role of Aesthetics in Pure and Applied Mathematical Research. *Bulletin of the Institute of Mathematics and its Applications*, 10: 266-271.
- PEZZOTTA F. (a cura di) (2005) *The Italian Island of Elba. A Mineralogical Jewel in the Tuscan Archipelago*. Extra Lapis English No. 8, Lapis International LLC.
- PEZZOTTA F., LAURS B.M. (2011) Tourmaline: the kaleidoscopic gemstone. *Elements*, 7: 333-338.
- PEZZOTTA F., ORLANDI P. (1996) *Minerali dell'Isola d'Elba*. Novecento Grafico, Bergamo.
- PIZZARELLO S., WILLIAMS L.B., LEHMAN J., HOLLAND G.P., YARGER J.L. (2011) Abundant ammonia in primitive asteroids and the case for a possible exobiology. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 108 (34): 13995-13998.
- POLI G. (1992) Geochemistry of Tuscan Archipelago Granitoids, Central Italy: The Role of Hybridisation processes in their genesis. *Journal of Geology*, 100: 41-56.
- POLI G. (2004) Genesis and evolution of Miocene-Quaternary intermediate-acid rocks from the Tuscan Magmatic Province. *Periodico di Mineralogia*, 74: 187-214.
- PRATESI G., CIPRIANI C., GIULI G., BIRCH, W.D. (2003) Santabarbarite a new amorphous phosphate mineral. *European Journal of Mineralogy* 15: 185-182.
- PRATESI G., MOGGI CECCHI V., CARPINO S. (2005) Il Museo di Scienze Planetarie della Provincia di Prato. *Atti Museo Civico Storia Naturale Trieste*.
- PRATESI G., PEZZOTTA F. (2008) *Cristalli. L'ordine dal caos*. Firenze, Giunti Ed..
- PROFETI C. (2000) *I palazzi di Firenze*, Giunti Editore, Firenze.
- PULLÈ G., CAPACCI C.W. (1874) Un viaggio nell'Arcipelago Toscano. *La Nazione*, n. 49, 50, 51, 52, Le Monnier, Firenze.
- RACCOZZI S.N. (2000) Sul ritrovamento di oggetti Maori della «Collezione Cook» nel Museo di Mineralogia di Firenze. *Archivio per l'Antropologia e l'Etnologia*, (CXXX): 201-206.
- RAPP G. (2009) *Archeo-mineralogy*. Springer Verlag, Berlino.

- RAZIN L.V., RUDASHEVSKII N.S., VYAL'SOV L.N. (1985) New natural intermetallic compounds of aluminum, copper and zinc – khatyrkite CuAl_2 , cupalite CuAl and zinc aluminides – from hyperbasites of dunite-harzburgite formation. *Zapinski Vsesoyuznogo Mineralogicheskogo Obshchestva* 114: 90-100.
- REPETTI E. (1835) *Dizionario geografico fisico storico della toscana*. Tofani A., Firenze.
- RICCI LUCCHI F. (1970) *Sedimentologia. Atlante fotografico delle strutture primarie dei Sedimenti*. Zanichelli Editore, Bologna.
- ROCCHI S., WESTERMAN D.S., DINI A., FARINA F. (2010) Intrusive sheets and sheeted intrusions at Elba Island (Italy). *Geosphere*, 6: 225-236.
- RODOLICO F. (1932) Due rocce eruttive raccolte a Montignoso presso Iano (Toscana). *Estratto dai Processi Verbali della Società Toscana di Scienze Naturali*, vol. XLI, n.4: 3-11.
- RODOLICO F. (1934a) Ricerche sulle rocce eruttive recenti della Toscana. II. – Le rocce di Orciatico e Montecatini Val di Cecina. *Memorie della Società Toscana di Scienze Naturali*, 44: 61-86.
- RODOLICO F. (1934b) Inclusi scistoso-cristallini nella trachite del Monte Amiata. *Periodico di Mineralogia*, 5: 1-23.
- RODOLICO F. (1935a) Ricerche sulle rocce eruttive recenti della Toscana. III – Le rocce del Monte Amiata. *Memorie della Società Toscana di Scienze Naturali*, 45: 89-142.
- RODOLICO F. (1935b) Ricerche sulle rocce eruttive recenti della Toscana. IV – Le rocce di Radicofani. *Memorie della Società Toscana di Scienze Naturali*, 45: 143-160.
- RODOLICO F. (1938a) Ricerche sulle rocce eruttive recenti della Toscana. V – Le rocce dell'Isola di Capraia. *Memorie della Società Toscana di Scienze Naturali*, 48: 163-200.
- RODOLICO F. (1938b) Ricerche sulle rocce eruttive recenti della Toscana. VI – Le rocce di Roccastrada. *Memorie della Società Toscana di Scienze Naturali*, 48: 203-218.
- RODOLICO F. (1938c) Ricerche sulle rocce eruttive recenti della Toscana. VII – Sguardo d'insieme. *Memorie della Società Toscana di Scienze Naturali*, 48: 281-288.
- RODOLICO F. (1953) *Le pietre delle città d'Italia*. Le Monnier, Firenze.
- ROGARI S. (1986) L'Istituto di Studi Superiori Pratici e di Perfezionamento e la Scuola di Scienze Sociali (1859-1924). In: *Storia dell'Ateneo fiorentino. Contributi di Studio*. F.&F. Parretti Grafiche, Firenze.
- ROSTER G. (1876) Note mineralogiche sull'isola d'Elba. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 7: 1-58.
- RUGGERI G., LATTANZI P. (1992) Fluid inclusion studies on Mt. Capanne pegmatites, Isola d'Elba, Tuscany, Italy. *European Journal of Mineralogy*, 4: 1085-1096.
- SABELLI C., ORLANDI P., VEZZALINI G. (1992) Coquandite, $\text{Sb}_6\text{O}_8(\text{SO}_4)\text{H}_2\text{O}$, a new mineral from Pereta, Tuscany, Italy, and two other localities. *American Mineralogist*, 56: 599-603.
- SABELLI C., VEZZALINI G. (1987) Cetineite a new antimony oxide-sulfide from Cetine mine, Tuscany, Italy. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte*: 419-425.
- SALVIANTI C., LATINI M. (1988) *La pietra color del cielo*. Minello Sani Ed., Firenze.
- SARTORI R. (1998) I «marmi rossi» delle colonne della Grotta Grande in Boboli. In: *Atti del Convegno Internazionale di Studi Artifici d'Acqua e Giardini: la cultura delle Grotte e dei Ninfei in Italia ed in Europa, a cura del Ministero Beni Culturali ed Ambientali, Firenze Palazzo Pitti*. Centro Di Edizione, Firenze: 294-296.
- SARTORI R. (2002) *Pietre e «Marmi» di Firenze*. Alinea Ed. Firenze.
- SHECHTMAN D., BLECH I., GRATIAS D., CAHN J.W. (1984) Metallic Phase with Long-ranged Orientational Order and No Translational Symmetry. *Physical Review Letters*, 53: 1951-1954.
- SIMMONS W.M. B., WEBBER K.L. (2008) Pegmatite genesis: state of art. *European Journal of Mineralogy*, 20: 421-438.
- SIRABELLA P. (1995) *Il ruolo della bellezza nella scoperta scientifica*. Atti del convegno «Arte e Scienza», MUSIS - Università di Roma «La Sapienza».
- SNURA F. (1975) *L'espansione urbana di Firenze nel Dugento*, La Nuova Italia Firenze.
- STALDER H.A. (2002) Catalogue of Type Mineral Specimens (CTMS) <<http://www.agiweb.org/smmp/IMA-CM/ctms.htm>>.
- STEFANINI G. (1933) Le condizioni geologiche dell'Etiopia occidentale. In: E. Cerulli, *Etiopia occidentale*, vol. II, con Carta Geologica, Roma: 203-225.
- STEFANINI G. (1934) Il complesso eruttivo di Orciatico e Montecatini, provincia di Pisa. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, Serie A*, 44: 224-300.
- STEFANINI G. (1936) *Saggio di una carta geologica dell'Eritrea, della Somalia e dell'Etiopia (A.O.I.) alla scala 1.2.000.000*. II edizione. Fascicolo 1° – Note Illustrative; Fascicolo 2 – Carte. Istituto Geografico Militare, Firenze.
- STOPPANI A. (2009) *Il Bel Paese*. L. Clerici (a cura di). Aragno, Torino.
- STRUEVER G. (1871) Studi sulla mineralogia italiana – Pirite del Piemonte e dell'Elba. *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, 26: 1-51.
- STRUNZ, H. (1956) Carobbiit, ein neues Mineral. *Rendiconti della Società Mineralogica Italiana*, 12: 212-213.
- TANELLI G. (1983) Mineralizzazione metallifera e minerogenesi della Toscana. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 25: 91-110.
- TANELLI G. (1995) Il Parco dei minerali dell'isola d'Elba. In: *Atti Conv. Intern. «Parchi culturali in Toscana», Portoferraio, 3-4 Marzo 1995*: 1-16 <elbalink.it/parco_natura/minerali/relazione_01.php>.
- TANELLI G. (1996) *Conoscere i minerali*. TEA, Milano.
- TANELLI G. (2007) Screpolature Geo-Ecologiche. In: *La Terra di Rio*. Comune, Rio Elba: 295-348.

- TANELLI G. (2009) *Georisorse e Ambiente*. Aracne, Roma.
- TANELLI G. (2010) Giorgio Roster: ecologo, fotografo, botanico e mineralista. *Lo Scoglio, Portoferraio*, 88: 6-12.
- TANELLI G., BENVENUTI M. (1998) *Guida ai minerali dell'Isola d'Elba e del Campigliese*. Il Libraio, Portoferraio.
- TANELLI G., BENVENUTI M. (1999) Minerals and mines from Elba Island (Italy): conservation of an outstanding heritage and its use as an educational tool towards the growth of a «geologic culture». In: *Memorie Descrittive del Servizio Geologico d'Italia*, vol. LIV, Atti IInd 2nd Int. Symp. PRO-GEO, Rome, 20-22 May 1996: 465-470.
- TANELLI G., BENVENUTI M., COSTAGLIOLA P., DINI A., MAINERI C., MASCARO I., LATTANZI P. RUGGIERI G. (2001) The iron mineral deposits of Elba Island: state of the art. *Ofoliti*, 26 (2a): 239-248.
- TANELLI G., LATTANZI P. (1986) Metallogeny and mineral exploration in Tuscany: state of the art. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 3: 299-304.
- TARGIONI TOZZETTI G. (1768), *Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*, vol. I. Ristampa anastatica 1971, Forni Ed., Bologna.
- TARGIONI TOZZETTI O. (1825) *Minerali particolari dell'Isola dell'Elba ritrovati e raccolti dal Signor Giovanni Ammannati*. Tofani A., Firenze.
- TREVISAN L. (1950) L'Elba orientale e la sua tettonica di scivolamento per gravità. *Memorie dell'Istituto Geologico dell'Università di Padova*, 16: 5-39.
- TROSTI FERRONI R. (1986) Le collezioni del Museo di Mineralogia di Firenze: le Giade. *Museologia Scientifica*, 3-4(III): 225-235.
- VANNUCCI S., SARTORI R., FAZZUOLI M. (1997) I «marmi rossi» dell'architettura policroma fiorentina. *Kermes Arte, Conservazione e Restauro*, n. 30, Nardini Ed. Firenze.
- VASARI G. (1568) , *Le vite dei più eccellenti pittori, scultori, archi tettori*. Firenze.
- VILLANI G. (1322) *Nuova Cronica*. Edizione critica a cura di Giovanni Porta, 3 voll., Fondazione Pietro Bembo, Ugo Guanda Editore in Parma, 1991.
- VITALI S., VIVOLI C., a cura di (1999) *Fra Toscana e Boemia. Le carte di Ferdinando III e di Leopoldo II nell'Archivio di Stato di Praga*. Roma, Ministero per i Beni Culturali e Ambientali.
- WAGNER C., VELDE D. (1986) The mineralogy of K-richterite bearing lamproite. *American Mineralogist*, 71: 17-37.
- WASHINGTON H.S. (1906) The Roman Comagmatic Region. *Carnegie Institution of Washington*, 36: 1-220.
- WAYLAND R.G. (1944) *Mica in War*. American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, Tech. Pub. 1749.
- WICKS F.J., WHITTAKER E.J.W. (1977) Serpentine textures and serpentization. *Canadian Mineralogist*, 15: 459-488.
- WILLIAMS P. A., HATERT F., PASERO M., MILLS V. (2011) Perboeite CNMNC Newsletter 11 - New minerals and nomenclature modifications approved in 2011. *Mineralogical Magazine*, 75: 2887-2893.
- YAKUBOVICH U.V., PEKOV I.V., STEELE I.M., MASSA W., CHUKANOV N.V. (2009) Alkali metal in beryl and their role in the formation of derivative structural motifs: Comparative crystal chemistry of vorobyevite and pezzottaite. *Crystallography Reports*, 3(LIV): 399-412.
- ZAMBONINI F., CAROBBI G. (1924) Sulla presenza, tra i prodotti dell'attuale attività del Vesuvio, del composto $Mn_2K_2(SO_4)_3$. *Rendiconti della Regia Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli*, 30: 123-126.
- ZAMBONINI F., CAROBBI G. (1925) Sulla presenza, tra i prodotti della attuale attività del Vesuvio, del tetraclorocupriato potassico diidrato $K_2CuCl_4 \cdot 2H_2O$. *Annali del Reale Osservatorio Vesuviano*, Serie III, 2: 7-9.
- ZAMBONINI F., CAROBBI G. (1926) Sulla presenza del fluosilicato sodico e di quello potassico tra i prodotti dell'attuale attività del Vesuvio. *Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei Lincei*, Serie VI, 4: 171-175.
- ZAMBONINI F., DE FIORE O., CAROBBI G. (1924) Su un solfobismutito di piombo di Vulcano (Eolie). *Annali del Reale Osservatorio Vesuviano*, Serie III, 1: 1-6; 31-36.
- ZANZI L. (2003) *Dolomieu un avventuriero nella storia della Natura*. Inca Book SpA, Milano.

Indice dei nomi

Index of Names

- Acheson Edward Goodrich 278 | 278
Agnelli Paolo 141 | 141
Agricola Giorgio 230, 272 | 230, 272
Aimone di Savoia, Duca di Spoleto | Aimone of Savoy, Duke of Spoleto 50 | 50
Alberti Leon Battista 247, 261 | 249, 261
Aloisi Piero 22-23, 37, 41-42, 47, 49-51, 90-91, 93, 149, 202, 289 | 22-23, 37, 41-42, 47, 49-51, 90, 93, 149, 202, 289
Amici Giovanni Battista 11, 108 | 11, 108
Ammannati Bartolomeo 74-75, 80, 261, 299 | 74-75, 80, 261, 299
Antinori Orazio 11, 17, 38 | 10-11, 17, 38
Antinori Vincenzo 11, 17, 38 | 10-11, 17, 38
Arnolfo Di Cambio 246 | 247
Artini Ettore 50, 96 | 50, 96
- Bardi Girolamo de' 9, 11 | 9-10
Beccari Odoardo 18 | 19
Bechi Emilio 18, 78 | 19, 78
Beleuf 9 | 9
Berzelius Jöns Jacob 89, 278 | 89, 278
Bianchi Angelo 56, 96, 290 | 56, 96, 290
Bianchi Giuseppe 56, 96, 290 | 56, 96, 290
Bindi Luca 83, 106, 111, 144, 269, 279, 281, 284-285, 290, 296 | 83, 106, 111, 144, 269, 279, 281-282, 284-285, 290, 296
Biot Jean-Baptiste 129 | 128
Biringuccio Vannoccio 230, 272 | 230, 272
Blasi Paolo 108 | 108
Bombicci Luigi 149, 178, 290 | 149, 178, 290
Bournon Jacques-Louis de 130, 295 | 130, 295
Braca Giovanni, Capitano 43 | 43
Bracciani Luigi 42 | 42
Breislack Scipione 10 | 10
Brizzi Giancarlo 28, 106, 108, 296 | 28-29, 106, 108, 296
Brizzi Giorgio 108 | 108
Brunelleschi Filippo 247, 251-252, 259 | 249-252, 259
Brunelli Clara 141 | 141
Buonarroti Michelangelo 259 | 259
- Calciati Cesare 42 | 42
Calzabigi Giuseppe 34 | 34
Capacci Antonio 90 | 90
Capacci Celso 22, 89-91 | 22, 89-91
Capacci Francesco 90 | 90
Capellini Giovanni 149 | 149
Caplan Allan 25, 96-97 | 25, 97
Cardicchi Giuseppe 185 | 185
Carlo III di Borbone, Re di Spagna | Carlo III of Borbone, King of Spain 64 | 64
Carobbi Guido 23, 27, 30, 37, 42, 68, 71, 84, 86, 96-97, 144, 148-149, 155, 207, 211, 221, 230, 291, 299 | 23, 26, 30, 37, 42, 68, 71, 84, 86, 96-97, 144, 148-149, 155, 207, 211, 221, 230, 291, 299
Caserini Lino 113 | 113
Cecchi Antonio 38, 127, 289, 295-297 | 38, 128, 289, 295-297
Cerulli Vincenzo 43, 45, 292, 298 | 43, 45, 292, 298
Chelazzi Guido 30 | 30
Chevalier Pedro 64 | 64
Chiarini Giovanni 38 | 38
Chigi Zandonai 18 | 19
Chladni Ernst Florens Friedrich 129, 133, 291, 296 | 128-129, 133, 291, 296
Ciampi Adolfo 22-23, 25, 84-85, 89, 91, 93-95, 98, 280, 291, 297 | 22-23, 25, 84-85, 89, 91, 93-95, 98, 101, 280, 291, 297
Ciampi Guido 93 | 93
Ciampi Paolina 93 | 93
Cipriani Curzio 26-27, 30, 35, 74, 79-80, 88, 101, 105-106, 127, 129, 133, 137, 144, 148, 207, 229-230, 254, 258, 289-294, 297 | 26, 30, 35, 74, 79-80, 88, 101, 105-106, 127-129, 133, 136-137, 144, 148, 207, 229-230, 254, 258, 289-294, 297
Cocchi Igino 11, 17-18, 55, 71, 76, 78-79, 230, 294-295 | 11, 17-19, 55, 71, 75, 78-79, 230, 294-295
Comucci Probo 42-43, 45-46, 51, 292 | 41-43, 45-46, 50-51, 292
Cook James 62, 297 | 62-63, 297
Copernico | Copernicus Niccolò 133 | 133
Corazzini, Ingegnere 43 | 43

- Cordier Pierre Louis Antoine 135, 293 | 135, 293
 Corni Guido 42 | 42
 Cortinovis Marcello 34 | 34
 Cosimo I de' Medici, Granduca di Toscana | Grand Duke ofTuscany 62 | 62-63
 Cosimo III de' Medici, Granduca di Toscana | Grand Duke ofTuscany 4, 62, 296 | 4, 62-63, 296
 Covelli Nicola 10 | 10
 Crutzen Paul Jozef 271-272, 293 | 271-272, 293
- D'Achiardi Giovanni 42, 68, 78, 149, 176, 178, 230, 293 | 42, 68, 78, 149, 176, 178, 230, 293
 D'Ancona Cesare 39, 42-43, 46, 50-51, 289, 293, 296 | 39, 42-43, 46, 50-51, 289, 293, 296
 Dainelli Giotto 18 | 18
 De Bellevue Florian 69 | 69
 De Fabris Emilio 249 | 249
 De Filippi Filippo 37, 39, 50, 289, 292-293 | 37, 39, 50-51, 289, 292-293
 De Regny Vinassa 41 | 41
 De Stefani Carlo 18, 43 | 19, 43
 Del Tasso Domenico 56, 57 | 56, 57
 Della Robbia Andrea 252 | 252
 Della Robbia Luca 259 | 259
 Della Rovere Vittoria 43-45, 50-51, 294 | 43-45, 50-51, 294
 Desio Ardito 18, 43 | 19, 43
 Diodoro Siculo | Diodorus Siculus, 230, 241 | 230, 241
 Dirac Paul 184, 294 | 185, 294
 Dolomieu Deodat 7, 69-70, 230, 299 | 7, 69, 230, 299
 Donatello 34, 259 | 34, 259
- Ercolani Filiberto 141 | 141
- Fabbroni Giovanni 6, 8, 56 | 6, 8, 56
 Ferber Giorgio 31, 34 | 31, 34
 Ferdinando I d'Asburgo, Imperatore del Sacro Romano Impero | Ferdinando I of Habsburg, Emperor ofThe Holy Roman Empire 55, 57, 60, 62 | 15, 55, 57, 60, 62
 Ferdinando II de' Medici, Granduca di Toscana | Grand Duke ofTuscany 4 | 4
 Ferdinando III d'Asburgo-Lorena, Granduca di Toscana | Ferdinando III of Habsburg-Lorraine, Grand Duke ofTuscany 9, 11, 299 | 9-10, 299
 Feynman Richard Phillips 273 | 273
 Flisi Fabrizio 141 | 141
 Fontana Felice 3, 5-6, 8, 12 | 3, 5-6, 8, 13
 Foresi Raffaello 19-21, 67, 69-71, 75-80, 85, 91, 176, 230, 289, 295 | 19-21, 67, 69-70, 75-80, 85, 91, 176, 230, 289, 295
 Francesco I, Gran Duca di Toscana | Grand Duke of Tuscany 60 | 55, 60
- Galilei Galileo 133 | 133
 Galitzin, Principe di Russia | Prince of Russia 62 | 62-63
 Garavelli Carlo 144, 148, 150, 239, 292, 295 | 144, 148, 150, 238, 292, 295
 Garbasso Antonio 202 | 202
 Gasparini Jacopo 43 | 43
 Gaudi Anton 184 | 184
 Gian Gastone de' Medici, Granduca di Toscana | Grand Duke ofTuscany 4 | 4
- Giazotto Adalberto 28, 106-107 | 28, 106-107
 Giglioli Enrico Hillyer 18 | 19
 Ginori Carlo 34 | 34
 Giuli Gabriele 141, 297 | 141, 297
 Gori Felice 8 | 8
 Gori Ignazio 8 | 8
 Gortani Michele 149 | 149
 Gottardi Glauco 230 | 230
 Grattarola Giuseppe 18-21, 37-38, 71, 78-80, 84, 187-188, 292, 295 | 18-21, 37-38, 70-71, 78-80, 84, 186, 188, 292, 295
 Grisanti Pietro 18 | 19
 Groth Paul 21 | 21
 Guasti Cesare 261, 295 | 261, 295
 Guettard Jean-Étienne 34 | 34
- Haiiy René Just 8-10, 15, 230 | 8-10, 15, 230
 Hervey Frederick 130 | 131
 Hintze Carl 21 | 21
 Howard Edward Charles 129-130, 295 | 128, 130, 295
 Huygens Christian 133 | 133
- Innocenti Omero 26, 219, 226, 252, 289, 292, 294-295 | 26, 219, 226, 252, 289, 292, 294-295
- Jeanneret Gris Charles-Edouard, detto | alias Le Corbusier 184, 295 | 184, 295
 José Bonifacio De Andrada e Silva 169 | 169
- Kant Immanuel 184 | 185
 Keplero Giovanni | Kepler Iohannes 133 | 133
 Koekkoek Nico 28, 106, 114, 285 | 28, 106, 115, 286
 Kostov Ivan 274 | 273
 Kryachko Valery V. 285 | 286
- Lacroix Alfred 21 | 21
 Laugier André 135, 295 | 135, 295
 Lelièvre Claude Hugues 69 | 69
 Lenzi Francesco 134 | 134
 Leone X de' Medici, Papa | Leo X de' Medici, Pope 259 | 259
 Leopoldo II d'Asburgo-Lorena, Granduca di Toscana | Leopoldo II of Habsburg-Lorraine, Grand Duke ofTuscany 11, 299 | 10, 299
 Lo Giudice Alessandro 141 | 141
 Lorenzo de' Medici, detto | alias Il Magnifico 58-59 | 58-59
 Lotti Bernardino 67, 72, 77, 149, 296 | 67, 72, 78, 149, 296
 Luigi Amedeo di Savoia Aosta, Duca degli Abruzzi | Luigi Amedeo of Savoy Aosta, Duke ofThe Abruzzi 50 | 49
- Magistretti Luigi 23, 96-97, 290 | 23, 96-97, 290
 Malesani Piergiorgio 30, 258, 289, 291-292, 296 | 30, 258, 289, 291-292, 296
 Malladra Alessandro 149 | 149-150
 Manasse Ernesto 22, 39-42, 46-47, 50-51, 87, 207, 296 | 22, 39-42, 47, 50-51, 86-87, 207, 296
 Mannocci Daniele 137 | 137
 Maria Luisa di Borbone, Regina d'Etruria | Maria Luisa of Borbone, Queen of Etruria 8, 64 | 8, 64
 Marinelli Olinto 39, 43, 50-51, 230 | 39, 43, 50-51, 230
 Matteucci Carlo 17 | 17

- Mazzetti Giuseppe 108, 185, 296 | 108, 185, 296
 Merla Giovanni 42, 46-47, 296 | 42, 46-47, 296
 Micheli Ottaviano 11 | 11
 Micheli Pier Antonio 11, 31 | 11, 31
 Michelucci Giovanni 257 | 256
 Migliorini Carlo 46 | 46
 Millosevich Federico 21, 42, 67, 69-71, 75, 80, 91, 229, 296 | 21, 42, 67, 69-71, 75, 80-81, 91, 229, 296
 Minucci Enzo 46-47, 296 | 46-47, 296
 Miseroni Gasparo 62 | 62
 Modeer Adolf 8 | 8
 Moissan Ferdinand Frederick Henri 278 | 278
 Monticelli Teodoro 10 | 10
- Napoleone | Napoleon 9, 69, 77, 243 | 8-9, 69, 76-77, 243
 Neves José 163, 297 | 163, 297
 Newton Isaac 133 | 133
 Niccolò di Russia | Nicholas of Russia 19 | 19
- Olmi Filippo 108, 144, 149, 291, 296-297 | 108, 144, 149, 291, 296-297
 Onnes Heike Kamerlingh 279 | 279
- Pagano Adriana 151 | 151
 Pagano Renato 149, 151, 297 | 149, 151, 297
 Pallas Peter 6, 128-129, 291 | 6, 128-129, 291
 Panichi Ugo 96 | 96
 Paoli Guido 40, 46, 51, 296 | 40, 47, 51, 296
 Pareto Lorenzo 19 | 19
 Parlatore Filippo 11, 17-18, 297 | 11, 17, 19, 297
 Pasini Ludovico 11 | 11
 Pauling Linus 150 | 150
 Pelli Bencivenni Giuseppe 5 | 5
 Pelloux Alberto 91, 150, 297 | 91, 150, 297
 Penrose Roger 284-285, 297 | 284-285, 297
 Perrier Carlo 149 | 150
 Pezzotta Federico 68, 161, 163, 176, 179, 295, 297 | 68, 161, 163, 176, 179, 295, 297
 Piccolomini Emanuela 28, 83, 108, 111-112 | 29, 83, 108, 111-112
 Pietro Leopoldo d'Asburgo-Lorena, Granduca di Toscana | Pietro Leopoldo of Habsburg-Lorraine, Grand Duke of Tuscany 3, 6, 8, 64 | 3, 6, 8, 64
 Pini Ermenegildo 7 | 7
 Pisani Giuseppe 18, 75, 78, 80, 221, 223 | 19, 75, 78, 80, 221, 223
 Plinio Il Vecchio | Pliny the Elder 242 | 242
 Poggi Giuseppe 249 | 249
 Poggi Luisa 3, 17, 55, 67, 79-80, 83, 85, 97, 129, 162, 175-176, 185-186, 191, 215, 229, 249, 257, 292 | 3, 17, 55, 67, 79-80, 83, 85, 97, 129, 162, 174-176, 185-186, 191, 214, 229, 249, 255, 292
 Poincaré Jules-Henri 184 | 184
 Ponis Alberto 27, 98, 101-106, 137, 157, 170, 175, 186, 190 | 28, 98, 101-105, 107, 136, 157, 170, 174, 186, 190
 Pratesi Giovanni XIII, 6, 28, 30, 83, 101, 104, 108, 111-112, 127-128, 132, 134, 144, 149, 157, 163, 181, 235, 290-292, 294, 296-297 | XIII, 6, 28-30, 83, 101, 104, 108, 111-112, 127-128, 132, 134, 144, 148, 157, 163, 181, 235, 290-292, 294, 296-297
 Prato Ennio 113, 127, 137, 141, 211, 250, 265, 267, 296-297 | 113, 128, 137, 141, 211, 251, 264, 267, 296-297
- Publio Cornelio Scipione | Publius Cornelius Scipio 241 | 241
 Pullè Giulio 71, 78, 91, 297 | 70, 78, 91, 297
- Racah Adriano 22, 25, 84-87, 98, 291 | 22, 25, 84-87, 98, 291
 Raddi Giuseppe 10-11 | 10
 Rammelsberg Karl Friedrich 21 | 21
 Ranzani Primicerio Camillo, Monsignore | Monsignor 10, 135 | 10, 135
 Repetti Emanuele 67, 298 | 67, 298
 Ricasoli Bettino 11, 31 | 11, 31
 Ridolfi Cosimo 17 | 17
 Rodolico Francesco 31, 68, 71, 201-203, 207, 211, 217-219, 221, 227, 291, 298 | 31, 68, 71, 201-202, 207, 211, 217-219, 221, 227, 291, 298
 Rodolico Niccolò 202 | 202
 Romé de l'Isle Jean Baptiste 32, 230 | 32
 Roster Giorgio 20-21, 69-71, 75, 78-80, 85, 230, 298-299 | 20-21, 69-71, 75, 78-80, 85, 230, 298-299
 Rumphio Everardo | Rumphius Eberhard Georg 4 | 4
 Rutilio Namaziano | Rutilius Namatianus 242 | 242
- Sabelli Cesare 108, 144, 292, 296-298 | 108, 144, 292, 296-298
 Santi Giorgio 131 | 131
 Scacchi Arcangelo 21, 71 | 21, 71
 Scali Maria Antonietta in Capacci 91 | 90
 Schettino Vincenzo 30 | 30
 Sella Quintino 21, 79 | 21, 79
 Serpieri Arrigo 93 | 93
 Sloane Francesco Giuseppe 11 | 10
 Soldani Ambrogio 7, 130-133, 294 | 7, 130-133, 294
 Spallanzani Lazzaro 132 | 132
 Spezia Giorgio 21 | 21
 Stefanini Giuseppe 40, 46-49, 149, 218, 289, 296, 298 | 40, 46-48, 150, 218, 289, 296, 298
 Stenone Niccolò | Steno Nicolas 4-5, 68, 80, 230, 272, 291, 294 | 4, 68, 80, 230, 272
 Stoppani Antonio 37, 271, 298 | 37, 271, 298
 Strabone | Strabo 230, 242 | 230, 242
 Strozzi, Marchese 18, 255 | 19, 255
 Strunz Hugo 23, 144, 148, 298 | 23, 144, 148, 155, 298
 Strüver Johann 21 | 21
 Studer Bernhard 67-68 | 67-68
- Targioni Francesco 7 | 8
 Targioni Giovanni Luigi 8 | 8
 Targioni Tozzetti Antonio 32, 75 | 32, 75
 Targioni Tozzetti Fanny 32, 75 | 32, 75
 Targioni Tozzetti Giovanni 3, 5, 6, 11, 31-35, 252, 266, 292, 296, 299 | 3, 5, 6, 11, 31-35, 252, 266, 292, 296, 299
 Targioni Tozzetti Ottaviano 31, 74, 75, 299 | 31, 74, 75, 299
 Thomson Guglielmo 132 | 132
 Traugott Delius Christoff 6 | 6
 Trigona Emanuele, Marchese 93 | 93
 Tschermak Erik Von 21 | 21
- Van Speckelsen Piero 141 | 141
 Vanni Stefano 5 | 5

Varrone | Varro 242 | 242

Vasari Giorgio 62, 251, 263, 265, 299 | 62, 251,
263-264, 299

Vegni Angelo 84 | 84

Villani Giovanni 246, 265, 299 | 246, 264, 299

Vittorio Emanuele III, Re d'Italia | King of Italy 29-
30 | 29-30

Von Born Ignaz 7 | 7

Wallerius Gottschalk Johann 32 | 32

Zambonini Ferruccio 144, 149, 155, 299 | 144,
149-150, 155, 299

Zeitschel Walter 137 | 137

Indice dei luoghi

Index of Places

- Addis Abeba | Addis Ababa 38, 292 | 38, 49
Alfianello 133-134 | 133-134
Alid Vulcano, Dancalia | Alid Volcano, Danakil 40-41 | 40
Alpi Apuane | Apuan Alps 42, 84, 108, 144, 149-150, 154, 221, 223-224, 227, 250, 258, 290-292, 296 | 42, 84, 108, 149-150, 154, 221, 223-224, 227, 251, 258, 294
Andros Isola, Cicladi, Grecia | Andros Island, Cicladi, Greece 144, 290 | 144, 290
Arafali, Regione di | Arafali Region 41, 296 | 41, 296
Asela 47 | 47
Asmara Altopiano | Asmara Highlands 39 | 39
Augusta, Australia 120 | 120
Australia 83, 87, 96, 120, 154 | 83, 86, 96, 120, 154
- Bahia, Brasile | Brazil 98 | 98
Baltistan, dasso del | Baltisan, dassu in 51, 292 | 50-51, 292
Baltoro, ghiacciaio | Baltoro, glacier 50-51 | 50-51
Baratti 241 | 240
Bayan Obo, Mongolia 276 | 276
Berna | Berne 129 | 128
Boccanaglia, Carrara 259 | 259
Boccheggiano 34, 215, 221 | 34, 215, 221
Boccheggiano-Campiano 215 | 215
Bottino Miniera, Alpi Apuane, Lucca | Bottino Mine, Apuan Alps (LU) 84, 144, 150, 154, 290 | 84, 144, 150, 154, 290
Brasile | Brazil 11, 25, 28, 97-98, 101, 108, 159, 161-163, 166, 169-170, 173-175 | 10, 25, 97-98, 101, 108, 159, 161-163, 166, 169-170, 173-174, 291, 293-297
Bushveld, Sud Africa | South Africa 45 | 45
Butte, Montana, USA 279, 293 | 280, 293
- Calabona, Alghero, Sassari 23, 86-87, 93-95, 279-280, 296 | 23, 86, 93-95, 280, 296
Campiano 215 | 215
Campiglia Marittima 144, 215, 218, 296 | 144, 202, 215, 218, 235, 296
Canavese, Cuneo 19 | 19
- Canyon Diablo, Arizona, USA 278 | 278
Capo Calamita, Isola d'Elba | Elba Island 69, 144, 226, 232, 235, 239, 292, 295 | 69, 144, 232, 235, 237-239, 292, 295
Caporciano 34 | 34
Carmignano 251 | 251
Carriere de Bekily, Tolear, Madagascar 123 | 123
Cascassè 40 | 40
Casole d'Elsa (SI) 211 | 211
Castellina Marittima 207 | 207
Castelnuovo dei Sabbioni, Figline Valdarno 207 | 207
Cava Canalini, Val Pulita, Torano, Alpi Apuane (MS) 224 | 224
Cavriglia, Arezzo 108, 150, 206 | 108, 150, 206
Cetine di Cotorniano | Cetine Mine of Cotorniano, Tuscany 108, 144, 154, 297-298 | 108, 144, 154, 297-298
Cheren | Keren 39, 41 | 39
Cile | Chile 89 | 89
Cina | China 116, 118, 123, 154, 193, 276 | 116, 118, 123, 154, 193, 276
Colline Metallifere, distretto, Toscana | Colline Metallifere District, Tuscany 215, 282 | 214, 282
Colonnata, Carrara 224, 250, 259 | 224, 251, 259
Copenhagen 129 | 128
Corsica 208, 218, 222 | 208, 218, 222
Cruzeiro, Minas Gerais, Brasile 162-163, 166, 291, 294, 297 | 162-163, 166, 291, 294, 297
Cumberland, Inghilterra | England 118 | 118
- Deboroà 40 | 40
Debre Zeyt 49 | 49
Denton mine, Hardin County, Illinois, Usa 118 | 118
Doce Valley, Galileia, Brasile 162, 167 | 162, 166
Dodecanneso, Grecia | Dodecanese, Greece 43 | 43
Domusnovas 143-144, 154 | 143-144, 154
Dresda | Dresden 129 | 128
- Ehrenfriederdorf 89 | 89
Elmwood, Tennessee, USA 107 | 107

- Ensisheim, Francia | France 129 | 128
 Eritrea 38-43, 48, 51, 89, 293, 296, 298 | 38-43, 48, 51, 89, 293, 296, 298
 Erta Ale Vulcano, Dancalia | Erta Ale Volcano, Danakil 44 | 44
 Etiopia | Ethiopia 38-39, 41, 43, 46, 48, 51, 292-293, 296, 298 | 38-39, 41-43, 46, 48, 51, 296
- Facciatoia, Isola d'Elba | Elba Island 176 | 176
 Fianarantsoa, Madagascar 193 | 193
 Fiesole 249-252 | 249-252
 Firenze | Florence XI, XIII, XIV, 11-13, 15, 17, 19, 21-23, 25, 29, 31-32, 34-35, 37-40, 42-43, 46-48, 50, 60, 62, 70-72, 74-76, 79-80, 87, 89-91, 96-98, 101, 103, 105, 108, 129, 137, 148-149, 154-155, 157, 167, 179, 202, 205-206, 209-213, 215, 224, 229-230, 232, 234, 245-247, 249-251, 253, 255, 257-259, 261-263, 267, 279, 281-282, 284-285, 289-299 | XI, XIII, XIV, 11-13, 15, 17, 20, 22, 29, 31-32, 34-35, 37-40, 42-43, 46-48, 50, 60, 62, 70-72, 74, 76, 79-80, 87, 89-91, 96-98, 101, 103, 105, 108, 129, 148, 154-155, 157, 167, 178, 202, 205-206, 209-214, 224, 229, 232, 234, 245-247, 249-251, 253, 255, 257-259, 261-263, 266-267, 279, 281-282, 286, 296
 Follonica 215, 241, 243 | 215, 240-242
 Fonte del Prete, Isola d'Elba | Elba Island 176 | 176
 Fort Drum Crystal Mine (Rucks Pit), Okeechobee County, Florida, USA 277 | 277
 Fossa degli Angioli, Alpi Apuane | Apuan Alps 108 | 108
 Fossato-Trassinaia 253 | 253
 Francia | France 7, 55, 104, 129, 135, 154 | 7, 68, 104, 128, 135, 154, 269
- Galluzzo, Firenze | Florence 267 | 266
 Garfagnana, Toscana 259, 264 | 259, 264
 Gavorrano 95, 214-216 | 95, 214-216
 Gerfalco 264 | 264
 Germania | Germany 89-90, 127, 137, 154, 202 | 89-90, 127, 137, 154, 202, 294
 Gibeon 137 | 137
 Ginevra, Isola d'Elba | Elba Island 232, 236, 238-239 | 232, 236-238
 Girgenti (Agrigento) 133 | 133
 Gondwana 161 | 161
 Gonfolina, Valdarno 251, 253 | 251, 253
 Grassina, Firenze | Florence 267 | 266
 Groenlandia | Greenland 89 | 89
 Grotta d'Oggi, Isola d'Elba | Elba Island 70-71, 75, 157, 176, 178 | 70-71, 75, 157, 176, 178
 Guerrero, Messico | Mexico 103 | 103
 Guizhou, Cina | China 123 | 123
- Handelà 40 | 40
 Hunan, Cina | China 116, 193 | 116, 193
 Hundholmen, Tysfjord, Norvegia | Norway 144 | 144
- Iglesias, Cagliari 22, 107 | 22, 107
 Illinois, USA 101, 118 | 101, 118
 Impruneta, Firenze | Florence 212-213, 250, 253, 291 | 212-213, 251, 253, 291
 Inghilterra | England 89, 118 | 89, 118, 155
 Injibara 45 | 45
- Isola d'Elba | Elba Island 7, 19, 42, 67-69, 78, 80, 91, 144, 154, 157, 162, 175-176, 179, 201, 213-216, 221-223, 225-227, 234-235, 275, 289-290, 293, 295-299 | 7, 19, 42, 67-68, 74, 78, 81, 91, 161-162, 175, 177-179, 201, 213-215, 221-223, 226-227, 229, 234-236, 238-239, 275, 290-291, 293-294, 298-299
 Isola del Giglio | Giglio Island 214, 221-222, 227 | 214, 221-222, 227
 Isola della Gorgona | Gorgona Island 222, 225-226, 297 | 222, 225-226, 297
 Isola di Capraia | Capraia Island 202, 214, 217-218, 227, 295, 298 | 202, 214, 217-218, 227, 295, 298
 Isola di Montecristo | Montecristo Island 76, 213, 227 | 76, 213, 227
 Isola di Paros | Paros Island 259 | 259
 Isola d'Ischia | Ischia Island 241 | 240
 Italia | Italy 17, 19, 22, 25, 27-28, 39, 49, 90-91, 93, 101, 108, 111, 114, 127, 143-146, 148-150, 152-155, 181, 201, 214, 217, 227, 241-242, 249, 279, 289-290, 293-294, 296, 298-299 | 17, 22, 25, 27, 29, 39, 49, 90-91, 101, 108, 111, 115, 127, 143, 145-146, 148-150, 152-155, 181, 201, 214, 227, 240, 242, 249, 280, 282, 289-299
 Itatiaia miniera, Governador Valadares, Minas Gerais, Brasile | Itatiaia mine, Governador Valadares, Minas Gerais, Brazil 170, 173 | 170, 173
- Jubdo, Eritrea 43, 45, 51, 292 | 43, 45, 51, 292
- Kakanda mine, Shaba Region, Zaire 28 | 28
 Kalahari, Kuruman, Sud Africa | South Africa 144, 290, 297 | 144, 290, 297
 Karacorun | Karakorum 42, 50-51, 289 | 39, 42, 50-51
 Khatyrka, Chukotka, Russia 144, 285 | 144, 286
 Khatyrka, Kamchatka, Russia 144, 285 | 144, 286
 Khibiny, Penisola di Kola, Russia | Khibiny, Kola Peninsula, Russia 276 | 276
 Krasnoyarsk 6 | 6
 Kremnitz, Rep. Slovacca | Slovakia 85 | 85
- Larderello 144, 154, 214, 222, 225, 290-292 | 144, 154, 214, 222, 225, 290-292
 Lasa, Val Venosta | Venosta Valley 262 | 262
 La Speranza, Isola d'Elba | Elba Island 71, 176 | 71, 176
 Lastra a Signa, Firenze | Florence 253, 267 | 253, 266
 Lavra da Formiga, Conselheiro Pena, Brasile | Brazil 174 | 173
 Lekemti, Etiopia | Ethiopia 44-45 | 44-45
 Libia | Libya 45 | 43
 Lincoln County, North Carolina, USA 90 | 90
 Listventovyi, Torrente (Russia) | Listventovyi, Stream (Russia) 286 | 286
 Loliondo, Tanzania 121 | 121
 Londra | London 6, 17-18 | 6, 17-18, 155, 283, 293-296
 Lornano, Siena 207, 296 | 207, 296
 Los Lamentos, Chihuahua, Mexico 112 | 112
- Madagascar 29, 116, 123, 161, 193 | 29, 116, 123, 161, 193
 Magazzini, Isola d'Elba | Elba Island 241 | 240

- Mai Enda Maruglo 40 | 40
 Mai Fallacà 41 | 41
 Marocco | Morocco 28, 108, 111-112, 120, 154 | 29, 108, 111-112, 120, 154
 Massaua | Massawa 41 | 41
 Masso Foresi, Isola d'Elba | Elba Island 176 | 176
 Messico | Mexico 28, 103, 111-112, 137, 275, 281 | 29, 103, 111-112, 136, 275, 281
 Mibladen, Marocco | Morocco 112 | 112
 Migiurtina | Majeerteen 47 | 47
 Minas Gerais, Brasile | Brazil 25, 159, 162-163, 166-167, 169-170, 173-175, 291, 294, 296-297 | 25, 159, 162, 166, 170, 173-175, 291, 294, 296-297
 Mirny, Yakutsk, Yakutia, Russia 121 | 121
 Miseglia, Carrara 250, 259 | 251, 259
 Monsummano, Pistoia 250, 263-265 | 251, 263-264
 Monte Amiata | Amiata Mount 95, 202, 210, 215-217, 219-222, 227, 294, 298 | 95, 202, 210, 214-217, 219-222, 227, 294, 298
 Monte Argentario 221, 226 | 221-222, 225
 Monte Capanne 42, 67, 73, 175-176, 213-216, 226, 229, 235, 289, 292, 294 | 42, 67, 73, 175, 177, 213-214, 216, 226, 229, 235, 289, 292, 294
 Montecatini Val di Cecina 11, 34, 202, 213, 217-218, 226, 259, 298 | 11, 34, 202, 213, 217-218, 226, 259, 298
 Monte Ceceri-Maiano 253 | 253
 Monte Ferrato, Prato 211, 250, 253, 265-266 | 211, 251, 253, 264-266
 Monte Malbe, Perugia 264 | 264
 Monte Milone 133 | 133
 Monte Morello 209-210, 250, 253, 267, 291 | 209-210, 251, 253, 266, 291
 Monteponi, Cagliari 23, 87, 94 | 23, 86, 94
 Monteripaldi 253, 257 | 253, 256-257
 Monte Senario 252-254, 292 | 252-254, 292
 Monte Strega, Isola d'Elba | Elba Island 241, 243, 293 | 240, 243, 293
 Monti della Calvana 209-210, 250, 267 | 209-210, 251, 266
 Monti d'oltre Serchio, Pisa 264 | 264
 Montieri 34, 150, 264 | 34, 150, 264
 Mozambico | Mozambique 161 | 161
- Nagano, Giappone | Japan 129 | 128
 Naica, Chihuahua, Messico | Mexico 275 | 275
 Namibia 154, 161 | 154, 161
 N'chwaning II mine, Sud Africa | South Africa 151 | 151
 Niccioleta 215 | 215
 Nikolaevskiy mine, Dalnegorsk, Siberia, Russia 118 | 118
 Nuova Zelanda | New Zealand 62, 154 | 63, 154
 Nurra, Sardegna 86, 91 | 86, 91
- Orciatice, Pisa 202, 217-218, 226, 298 | 202, 217-218, 226, 298
 Ortano, Isola d'Elba 73, 213, 236, 238 | 73, 213, 236-237
 Otterlake, Ontario, Canada 277 | 277
 Owyhe, Idaho 144 | 144
- Panasqueira, Portogallo | Portugal 104, 116 | 104, 116
 Parigi | Paris 6, 9-10, 76-77, 90, 295 | 6, 9-10, 76-77, 90, 155, 295
- Penisola Araba | Arabian Peninsula 43 | 43
 Penisola di Buri | Buri Peninsula 41 | 41
 Perda Niedda, Sardegna 91 | 91
 Pereta, Grosseto 144-145, 154, 292, 298 | 144-145, 154, 292, 298
 Perù 108, 144 | 108, 144
 Piemonte | Piedmont 91, 298 | 91, 208
 Pisa 3, 39, 42-43, 46, 48, 72, 80, 91, 106, 154, 213, 217, 234, 241, 243, 261, 264, 292-294, 298 | 3, 39, 42-43, 46, 48, 72, 74, 81, 91, 107, 154, 213, 217, 226, 234, 240, 242-243, 261, 264, 292-294, 298
 Poggio a Caiano 34 | 34
 Pomonte, Isola d'Elba | Elba Island 67 | 68
 Ponte di Monte Buoni 34 | 34
 Populonia, Livorno 241-242 | 240-242
 Portoferraio 19, 76-77, 298-299 | 19, 76-77, 298-299
 Punta Nera, Isola d'Elba | Elba Island 67, 239 | 68, 238
 Puyva, Urali, Russia | Puyva, Urals, Russia 111 | 111
- Radicofani 202, 217, 219, 227, 292, 295, 298 | 202, 217, 219, 227, 292, 295, 298
 Radicondoli 215 | 215
 Rapolano Terme 207 | 205
 Renazzo 133-137, 291 | 133-136, 291
 Repubblica Ceca | Czech Republic 89 | 89
 Reynolds County, Montana, USA 111 | 111
 Ribolla 91, 205 | 91, 205
 Rio Albano, Isola d'Elba | Elba Island 236-239 | 236-237, 239
 Rio Marina, Isola d'Elba | Elba Island 75, 80, 223, 229-230, 234, 236-239 | 75, 81, 223, 229-230, 234, 236-239
 Roccastrada 202, 207, 217, 298 | 202, 207, 217, 298
 Roccatederighi 217 | 217
 Rosignano Marittimo, Livorno 211, 213 | 211, 213
- Sacarimb, Già Nagyag, Romania 144, 290 | 144, 290
 Saguache County, Colorado, USA 144, 290 | 144, 290
 Saline di Volterra 207 | 207
 Sant'Andrea, Isola d'Elba 176, 215 | 176, 214
 San Benito County, California, USA 116 | 116
 San Diego County, California, USA 161 | 161
 San Francesco, Isola d'Elba | Elba Island 176, 252 | 176, 252
 San Giusto a Monterantoli, Cintoia, Firenze | Florence 250, 263 | 263
 San Pedro Corralitos, Chihuahua, Mexico 112 | 112
 San Piero, Isola d'Elba | Elba Island 176 | 176
 Santa Barbara, Cavriglia, Arezzo 108, 144, 154, 206, 292 | 108, 144, 154, 206, 292
 Santa Brigida 253-254 | 254
 Santa Felicita-Boboli 253, 257 | 253, 255
 Santa Filomena di Rio, Isola d'Elba | Elba Island 69, 73 | 69, 74
 Santa Rosa Miniera, Brasile | Brazil 170, 173-174 | 170, 173-174
 San Vincenzo, Livorno 214, 217 | 214, 217
 Sarbai, Kazakistan 144 | 144
 Sardegna | Sardinia 87, 91, 102, 107, 143-144, 154, 223, 240, 280 | 28, 86, 91, 102, 107, 143, 223, 239, 297

- Sassetta, Livorno 264 | 264
 Sassi Neri, Isola d'Elba | Elba Island 236, 238 | 236-237
 Savignano sul Panaro, Modena 270 | 270
 Scandicci, Firenze | Florence 267 | 266
 Schemnitz 6 | 6
 Schiàkogon, Valle della | Shaksgam Valley 51 | 50
 Scichèt 40-41 | 40-41
 Scioà | Shewa 38 | 38
 Semien, Etiopia | Ethiopia 46 | 46
 Serifos Isola, Grecia | Serifos Island, Greece 111 | 111
 Seroà (Cheren) 41 | 41
 Settignano, Firenze | Florence 251 | 250-251
 S. Giovanni, Isola d'Elba | Elba Island 241 | 240
 Siacen, Ghiacciaio del | Siachen Glacier 51 | 51
 Siberia 11, 72, 98, 116, 118, 129 | 10, 72, 98, 116, 118, 129
 Sicilia | Sicily 7, 154 | 7
 Siena 3, 7, 40, 93, 129-132, 144, 207, 215, 224, 294-296 | 3, 7, 40, 93, 129-133, 144, 207, 214, 224, 294-296
 Sikhote-Alin, Russia 137 | 137
 S. Ilario, Isola d'Elba | Elba Island 67 | 67, 79
 Siracusa | Syracuse 241 | 240
 Sisine Fiume, Russia | Sisine River, Russia 5-6 | 5-6
 Skrikerum, Smaland, Svezia 144, 290 | 144, 290
 Slovacchia | Slovakia 7, 154 | 7, 85, 154
 Soffiano, Firenze | Florence 267 | 266
 Somalia 38, 40, 46-49, 51, 289, 296, 298 | 38-40, 46-49, 51, 289, 296, 298
 S. Piero, Isola d'Elba | Elba Island 67, 70-71, 78, 177 | 67, 70-71, 78-79, 177
 Stagnone, Isola d'Elba | Stagnone, Elba Island 239 | 237
 Stati Uniti | Unites States 28, 90, 97, 101, 107-108, 111, 116, 118, 144, 154, 277, 279 | 29, 90, 97, 101, 107-108, 111, 116, 118, 144, 154, 277, 280
 Strada in Chianti, Firenze | Florence 108 | 108
 Sud Africa | South Africa 45, 137, 144, 154 | 45, 89, 137, 290, 297
 Sudan 43, 292 | 43, 292
 Sudbury, Canada 276 | 276
 Svezia | Sweden 8, 144, 154, 169 | 8, 154, 169, 290
 Tavarnuzze, Firenze | Florence 251, 253 | 251, 253
 Terranera, Isola d'Elba | Elba Island 236, 238-239 | 236-237, 239
 Tibet 39 | 39
 Tigrai | Tigray 46, 296 | 46
 Torano, Carrara 224, 250, 259 | 224, 251, 259
 Torre Alfina, Viterbo 216, 219, 226, 292, 297 | 216, 219, 226, 292, 297
 Torre di Rio, Isola d'Elba | Elba Island 69, 239 | 69, 238
 Toscana | Tuscany 3, 9, 31, 33-35, 67, 75, 85, 87, 91, 105, 131, 144-145, 149-150, 153-154, 201-205, 207, 209-211, 213-218, 221-222, 226-227, 235, 241, 250, 252, 254, 257-258, 262-264, 282, 289-293, 295-296, 298-299 | 3, 9, 28, 31, 35, 67, 74, 86, 91, 131, 145, 149-150, 153-155, 201-205, 207, 209-211, 213-218, 221-222, 226-227, 235, 240, 245, 252, 254, 257-258, 264, 282, 289-290, 292-299
 Touissit, Marocco | Morocco 120 | 120
 Transilvania | Transylvania 7, 85, 89 | 7, 85, 89
 Travale, Pisa 144, 150, 153-154, 215, 222, 225 | 144, 150, 153-154, 215, 222, 225
 Uchucchacua, Lima, Perù 144, 290 | 144, 290
 Ucraina | Ukraine 116 | 116
 Urali Monti | Urals Mounts 11, 19, 71, 111, 116 | 10, 71, 111, 116
 Urucum Corrego de, Minas Gerais, Brasile | Brazil 167, 169 | 166, 169
 Utö Island, Svezia | Sweden 169 | 169
 Valdarno Superiore | upperValdarno 205, 207 | 205, 207
 Val di Pecora, Grosseto, Grosseto 282 | 282
 Val Graveglia | Graveglia Valley 144, 146, 154, 290 | 146
 Valle d'Aosta 87 | 86
 Valle Del Frigido, Alpi Apuane, Massa | Frigido Valley, Apuan Alps, Massa 144, 149, 295, 297 | 144, 149, 295, 297
 Valle del Temperino, San Vincenzo, Livorno 218 | 218
 Valle d'Ortano, Isola d'Elba | Elba Island 213 | 213
 Val Sarentina, Bolzano 22 | 22
 Verona 129, 295 | 128, 295
 Vesuvio, Napoli | Vesuvius, Naples 33, 131-132, 144, 148-149, 152, 154-155, 242, 291, 299 | 33, 131-132, 148-149, 152, 155, 242
 Vetralla, Viterbo 144, 148, 154 | 144, 148, 154
 Vienna 7-8, 129, 291 | 7-8, 128, 291
 Villa Collemantina, Garfagnana, Lucca 264 | 264
 Vincigliata, Fiesole, Firenze | Florence 251 | 250
 Volterra 34, 207, 218 | 34, 207, 218
 Vulcano, Isole Eolie 131, 144, 154, 299 | 144, 154, 299
 Yakutia, Russia 116, 121 | 116, 121
 Yemen 43 | 43
 Zaire 28, 107 | 28, 107
 Zambia 116 | 116

Indice delle collezioni e dei reperti

Index of Collections and Exhibits

- Acciaio 271-272
Acquamarina, var. berillo 28, 91, 103, 123-124, 157, 159, 169, 175
Actinolite 81, 222
Adularia 236-238
Affumicato, var. quarzo 55-56, 60, 101
Afghanite 124
Agata, var. quarzo 55-56, 60, 89, 101, 191, 195
Alabandite 89
Alabastro 150, 207
Alberese 209, 227, 250, 253, 267, 290
Albite 67, 70-71, 81, 159, 161, 163, 166-167, 175, 179, 222, 261
Alessandrite, var. crisoberillo
Alfianello, meteorite 133-134
Almandino 81
Alunogeno 81
Amblygonite 161
Ambra 123
Ametista, var. quarzo 28, 62, 101, 103-104, 183, 190
Analcime 81
Anapaite 207, 292
Anatasio 81
Andalusite 81, 226
Andesite 219, 292
Andradite 81, 124, 236, 239
Androdamas 36 34
Anfibolo 218-220, 225
Anglesite 87, 124, 236
Anortite 81
Anortoclasio 40
Antigorite 81, 211, 225, 266
Antracite 81, 150
Apatite 81, 104, 124, 277
Apatite-(CaOH) 277
Aragonite 81, 102, 123, 207, 236, 276
Aranciato, var. quarzo 60
Ardesia 150
Argento XIII, 55-56, 62, 89, 124, 280-281
Argillite 206
Argyrodamas 12 33
Arsenopirite 81
Actinolite 81, 222
Adularia 236-238
Afghanite 125
Agate, var. quartz 55, 56, 58, 62, 89, 101, 191, 195,
Alabandite 89
Alabastro 150
Alberese 209, 227, 251, 253, 266-267, 290
Albite 67, 70-71, 81, 159-160, 163, 166-167, 174-175, 179, 222, 261
Alexandrite, var. chrysoberyl 116, 123, 125
Alfianello, meteorite 133-134
Almandine 81
Alunogen 81
Amber 123
Amblygonite 160-161
Amethyst, var. quartz 28, 63, 101, 103, 107, 183, 190
Amphibole 218-220, 225
Analcime 81
Anapaite 207, 292
Anatase 81
Andalusite 81, 226
Andesite 219, 292
Andradite 81, 125, 236, 238
Androdamas 36 34
Anglesite 87, 125, 236
Anorthite 81
Anortoclasio 40
Antigorite 81, 211, 225, 266
Antracite 150
Apatite 81, 104, 125, 277
Apatite-(CaOH) 277
Aquamarine, var. beryl 28, 91, 103, 123, 125, 157, 159, 169, 174
Aragonite 81, 102, 123, 207, 236, 276
Ardesia 150
Argyrodamas 12 33
Arsenopyrite 81, 236
Atacamite 81
Axinite 111, 125
Azurite 81, 86-87, 95
Bardiglio, var. marble 224, 259
Baryte 81, 107, 125, 225

- Atacamite 81
 Axinite 111, 124
 Azzurrite 81, 86-87, 95, 296

Bardiglio, var. marmo 224, 259
 Barite 107, 124, 224
 Baritina (barite) 81, 207
 Basalto 40-41, 270
 Basalto doleritico 40
 Basalto olivinicco 40-41
 Belemnite 124
 Benitoite 124
 Berillo 68, 70-71, 76, 81, 116, 123-124, 157, 159,
 161-162, 167, 169-170, 175-176, 179, 293, 295
 Bertrandite 81
Bianco Ordinario, var. marmo 261
Bianco P, var. marmo 261
Bianco Statuario, var. marmo 224, 227
 Biotite 41, 81, 166, 214-218, 220, 226, 254
 Biringuccite 144
 Bismoclite 81
 Bismuthinite 81, 236-237
 Bismuth 81
 Bonattite 70, 81, 144, 238, 295
 Boracite 279
 Bornite 81, 236
 Bottinoite 144, 150, 154, 290
 Brazilianite 157
 Braunite 81
 Brizziite 108, 144, 297
Broccatello, var. marmo 224
 Brochantite 81
 Bronzo 78, 240, 249, 270, 272
 Brucite 81, 211
 Bustamite 81

Calacata, var. marmo 224
 Calcantite 81
 Calcare 204, 209, 227, 250, 261-263, 267,
 269-270
 Calcare marnoso 209, 250, 262-263, 267
Calcedonio, var. quarzo 56, 60, 62, 64, 211
 Calcescisto 207, 221, 225, 226
 Calcite 4, 81, 91, 101, 107, 123, 146, 154, 207,
 211, 236, 250, 255, 258, 261-263, 267, 276-
 277, 282-283, 294
 Calcopirite 81, 149, 213, 215, 224, 236
 Campigliaite 108, 144, 296
 Camptonite 40
 Cannizzarite 144
 Canyon Diablo, meteorite 278
 Caolinite 81, 254
 Carobbiite 144, 148, 155
 Carpholite 222, 225
 Cassiterite 81, 89, 161, 235, 239
 Causta 256 33
 Cavansite 124
 Celestina 207
 Ceramica 34, 215, 246, 249, 270
 Ceramica 60 34
 Cerussite 81, 87, 123, 236
 Cervantite 81, 145
 Cetineite 108, 144, 298
 Chabasite 81
 Chaux Carbonatée 9
 Chersantite 40
 Baritin (Baryte) 207
 Basalt 33, 40-41, 270
 Belemnite 125
 Benitoite 125
 Bertrandite 81
 Beryl 68, 70-71, 76, 81, 98, 116, 123, 125, 157, 159-
 160, 162, 167, 169-170, 174, 176, 179, 295, 299
Bianco Statuario, var. marble 224, 227
 Biotite 41, 81, 166, 214-218, 220, 226, 254
 Biringuccite 144
 Bismoclite 81
 Bismuthinite 81, 236-237
 Bismuth 81
 Bonattite 70, 81, 144, 238, 295
 Boracite 279
 Bornite 81, 236
 Bottinoite 144, 150, 154, 290
 Braunite 81
 Brazilianite 157
 Brizzi Collection 108
 Brizziite 108, 144, 297
Broccatello, var. marble 224
 Brochantite 81
 Bronze 79, 239, 270, 272
 Brucite 81, 211
 Bustamite 81

 Caesium ramanite 70
Calacata, var. marble 224
 Chalcanthite 81
 Calcic scapolite 226
 Calcite 4, 81, 91, 101, 107, 123, 146, 154, 205, 207,
 209, 211, 236, 251, 254-255, 258, 261-264, 266,
 276-277, 282-283, 294
 Chalcopirite 81, 149, 213, 215, 225, 236
 Calc-schist 207, 222, 224, 225, 226
 Campigliaite 108, 144, 296
 Camptonite 40
 Cannizzarite 144
 Canyon Diablo, meteorite 278
 Capacci Collection 89-90
 Caplan Collection 97
 Carbonaceous chondrite 135-136, 286
Carnelian, var. quartz 56
 Carobbiite 144, 148, 155
 Carpholite 222, 225
 Cassiterite 81, 89, 161, 235, 238-239
 Causta 256 33
 Cavansite 125,
 Celestine 207
 Central Collection of Italian Minerals and Rocks 11
 Ceramica 60 34
 Cerussite 81, 87, 123, 236
 Cervantite 81, 145
 Cetineite 108, 144, 298
 Chabasite 81
Chalcedony, var. quartz 56, 58, 60, 62, 64, 211
 Chaux carbonate 9
 Chlorargyrite 89
 Chlorite 81, 211, 222, 254
 Chromium Spinel 265
 Chrysoberyl 116, 123, 125
 Chrysocolla 81, 148
 Chupaderos, meteorite 26, 136
 Ciampi Collection 22-23, 91, 93-95, 101, 280
 Cinnabar 123, 125, 221

- Chupaderos, meteorite 27, 136, 137
Cianite 222, 224
Cinabro 123-124
Cipollino Variiegato, var. marmo 224
Ciprianiite 144, 148, 294
Citrino, var. quarzo 15, 55, 56
Clinocloro 41, 81
Clinopiroseno 211, 213, 216, 218-221
Clinzoisite 81
Clorargirite 89
Clorite 81, 211, 222, 254
Collezione Brizzi 108
Collezione Capacci 89-90
Collezione Caplan 96
Collezione Ciampi 22-23, 91, 93-95, 98, 280
Collezione Cook 62, 297
Collezione Delius 6
Collezione della Specola Vaticana 127
Collezione di Minerali e Rocce Italiane 11
Collezione di Pietre Lavorate 23, 55-56, 64, 191
Collezione Elbana 67, 70, 74, 80-81, 85, 91, 93, 157, 175, 177-178, 215, 230, 232, 292
Collezione Foresi 20
Collezione Generale 84, 93
Collezione Giazotto 106-107
Collezione Koekkoek 111, 115
Collezione Magistero 87, 89
Collezione Magistretti 96
Collezione Medicea 84, 211-212
Collezione Metalli Preziosi, Gemme e Pietre Lavorate 84
Collezione Olotipi 143-155
Collezione Piccolomini-Pratesi 83, 108, 111-112
Collezione Ponis 27, 98, 101-106, 157, 170, 175, 186, 190
Collezione Racah 85-87
Collezione Regionale Italiana 84
Collezione Roster 20
Collezione Rumphio 4
Collezione Settecentesca 206
Collezione Targioni Tozzetti 25, 29, 35
Columbite 161
Condriti carbonacee 286
Connellite 81
Cookeite 71, 81
Copiapite 81
Coquandite 144, 298
Cordierite 81, 217, 219, 226
Corindone 96, 137, 226
Corniola, var. quarzo 56
Cornubianite 222, 226, 227
Covellina 87, 93, 279-280
Crisoberillo 116, 123-124
Crisocolla 81, 148
Crisotilo 81, 211, 250, 265-266
Crossite 225
Cuprite 81, 87, 96, 124, 236
Cupropearceite 144, 281-282, 290
Cupropolibasite 281-282
Cuprum 67 34
Cuprum 89 33-34
- Dachiardite 70, 81
Dacite 218
Danburite 116, 124
Datolite 211
- Cipollino Variiegato*, var. marble 224
Ciprianiite 144, 148, 294
Citrine, var. quartz 15, 55, 56, 58
Clinoclore 41
Clinopyroxene 211, 213, 216, 218-221
Clinzoisite 81
Collection of Holotypes 143-155
Collection of Precious Metals, Gemstones and Hardstones Carvings 84
Collection of The Vatican Observatory 127
Columbite 160
Connellite 81
Cook Collection 63
Cookeite 70, 81
Copiapite 81
Copper XIII, 34, 57, 59, 81, 86-87, 90-91, 94, 125, 148, 212-213, 215, 238-240, 270, 280-282, 285, 290, 297-298
Coquandite 144, 298
Cordierite 81, 217, 219, 226
Cornubianite 222, 226, 227
Corundum 96, 136, 226
Covellite 25, 87, 93, 279-280, 294
Crysotile 251
Crossite 225
Cuprite 81, 87, 96, 125, 236
Cupropearceite 144, 281-282, 290
Cupropolybasite 281-282, 290
Cuprum 67 34
Cuprum 89 33-34
- Dachiardite 70, 81
Dacite 218
Danburite 116, 125
Datolite 211
Delius Collection 6
Demantoid, var. andradite 125
Diallagio, var. clinopyroxene 213
Diamond 59, 88, 116, 121, 125, 136, 275, 278
Diopside 15, 81, 219, 236, 286
Diopside 81
Diorite 41, 270
Doleritic basalt 40-41
Dolomite 70, 81, 123, 225, 237
Dufrenite 81
Durango, meteorite 274
- Ebony 15, 56-57
Eighteenth-Century Collection 206
Elbaite 69-71, 81, 125, 162-163, 166, 170, 173-174, 294
Elban Collection 67, 70, 74, 80-81, 85, 91, 93, 214, 230, 232
Emerald, var. beryl 125
Ensisheim, meteorite 128
Epidote 81, 125, 145, 147, 222, 236, 290
Epsomite 81
Erythrite 81
Etite (Goethite) 4
Euxenite 81
- Ferro-Actinolite 236
Feldspar 81, 159, 166, 174, 177-178, 214, 216-218, 226, 254, 295
Fe-Pargasite 236
Ferberite 238
Ferrocolumbite 81

- Demantoide*, var. andradite 124
Diallagio, var. clinopiroseno 213
 Diamante 88, 116, 121, 124, 137, 275-276, 278
Diaspro, var. quarzo 55-56, 58-60, 62, 150
 Diopside 15, 81, 236, 286
 Dioplasio 81
 Diorite 41, 270
 Dolomite 70, 81, 123, 224
 Dufrenite 81
 Durango, meteorite 274
- Ebano 15, 56-57
 Elbaite 69-71, 81, 124, 162-163, 166, 170, 173-174, 294
Eliodoro, var. berillo 116, 124, 157
 Ematite 5, 68-69, 81, 91, 124, 215, 224, 229-230, 232, 234, 236-239, 241, 243
 Ensisheim, meteorite 129
 Epidoto 81, 124, 146, 148, 222, 236
 Epsomite 81
 Eritrite 81
 Etite (Goethite) 5
 Euxenite 81
- Farmacolite 15
 Farmacosiderite 81
 Feldspato 81, 159, 167, 177-178, 214, 216-218, 226
 Ferberite 239
 Ferro-actinolite 236
 Ferrocolumbite 81
 Ferrosaidrite 81
 Ferro meteorico 137
 Ferro nativo 5-6, 89
 Ferropargasite 81
 Ferrucite 144
 Fillade 224
 Flogopite 218-219, 221
 Fluorapatite 81
 Fluorite 22, 81, 94, 101, 116, 118, 123-124, 161, 193, 224
 Fluorocannilloite 124
 Forsterite 81, 286
 Fosgenite 87, 94
 Franzinite 108
- Gabbro 213, 270
 Galena 81, 91, 96, 111, 224, 236, 238, 269
 Garavellite 144, 148-149, 295
 Gesso 81, 108, 116, 120, 206-207, 236, 275
Giada, var. giadeite o nefrite 56, 58, 62, 64, 270
 Giadeite 124
 Gibeon, meteorite 137
 Girgenti, meteorite 133
 Glaucofane 225
 Goethite 5, 81, 236-237, 243
 Grafite 137
 Granato 76, 81, 167, 223, 225-226, 239
 Granito 71, 75, 78, 179, 216, 293
 Granitoide 167
 Grattarolaite 144
 Greigite 81
 Grossularia 81, 236
- Halloysite 81
 Halotrichite 81
 Hammadah Al Hamra 320, meteorite 141
- Ferrohexahydrite 81
 Ferrucite 144
 Flint XIII, 269-270, 272, 283
 Fluorapatite 81
 Fluorite 22, 81, 94, 101, 116, 118, 123, 125, 161, 193, 225
 Fluorocannilloite 125
 Foresi Collection 20, 67, 69, 75
 Forsterite 81, 286
 Franzinite 108
- Gabbro 213, 270
 Galena 81, 91, 96, 111, 225, 236-237, 269
 Garavellite 144, 148-149, 295
 Garnet 75, 81, 166, 223, 225-226, 238
 General Collection 84, 93
 Giazotto Collection 106-107
 Gibeon, meteorite 137
 Girgenti, meteorite 133
 Glaucophane 225
 Goethite 4, 81, 236, 243
 Gold XIII, 6, 19, 43, 45, 56, 58, 64, 85-86, 89, 125, 240, 290
 Granite 67, 71, 75, 78, 176, 179, 214-216, 293
 Granitoid 166, 214
 Graphite 136, 223
 Grattarolaite 144
Green Marble, var. marble 264
Greek Marble Imezio, var. marble 262
 Greigite 81
 Grossular 81, 236
 Gypsum 81, 108, 116, 120, 206-207, 236, 275
- Halloysite 81
 Halotrichite 81
 Hammadah Al Hamra 320, meteorite 141
 Hardstone Carving Collection 191
 Hastingsite 81
 Hedenbergite 81, 236, 238
Heliodor, var. beryl 116, 125, 157
 Hematite 4, 68, 91, 125, 215, 225, 229-230, 232, 234, 236-240, 243
 Heulandite 81
Hiddenite, var. spodumene 170
 Hornblende 223, 226, 236
 Huebnerite 81, 125
 Humboldtite 15
Hyaline, var. quartz 15, 56, 58-59, 108
 Hypersthene 81
- Icosahedrite 144, 147, 290
 Idromagnesite 81
 Illite 254
 Ilmenite 81, 219
 Ilvaite 68-70, 75, 81, 236, 238
 Impactite 137
 Iron (meteorite) 137, 139
- Jade, var. jadeite or nephrite 56, 58, 62-64, 270
 Jadeite 125
 Jarosite 81
Jasper, var. quartz 55-56, 58-60, 62
 Johannsenite 81
- Kamacite 132, 274
 Kaolinite 81, 254
 Kersantite 40
 Kesterite 279

- Hastingsite 81
Hedenbergite 81, 236, 239
Heulandite 81
Hiddenite, var. spodumene 170
Huebnerite 81, 124
Humboldtite 15
- Ialino*, var. quarzo 15, 56, 58-59, 108
Icosahedrite 144, 148, 290
Idromagnesite 81
Illite 254
Ilmenite 81, 219
Ilvaite 68-70, 76, 81, 236, 239
Impattite 137
Iperstene 81
- Jarosite 81
Johannsenite 81
- Kamacite 132, 274
Kesterite 279
K-Feldspato 214, 216-218
Khatyrkite 285, 298
Kimberlite 116
Kleibelsbergite 145
Kroehnkite 81
Kunzite, var. spodumene 170
- Labradorite 58, 81, 116, 123
Lamproite 299
Lapislazzuli 55-56, 60, 64
Latite 219
Lava lamproitica 216, 219, 227
Lava trachitica 216
Lawsonite 225
Lepidocrocite 81
Lepidolite 68, 81, 161-163, 167
Libyan Desert Glass 124
Liddicoatite, var. tormalina 123-124, 193
Lignite 90, 150, 205-207, 292
Limonite 69, 75, 81, 232, 236-237
Lizardite 250, 265-266
Loellingite 81
- Magnesite 81, 211
Magnetite 81, 150, 215, 219-220, 224, 226, 229, 232, 235-236, 238-239, 243, 265-266
Maiolica 34, 204
Malachite 28, 64, 81, 86-87, 96, 107
Malladrite 144, 149, 152
Manganiandrosite-(La) 144
Manganite 81
Manganocolumbite 81
Manganolangbeinite 144
Mangoquadratite 144, 290
Manganotantalite 81
Marcassite 207
Marmo 32, 108, 224, 246, 249-251, 258-259, 261-262, 264-265, 290, 297
Marmo giallo di Siena, var. marmo 224
Marmo greco Imezio, var. marmo 262
Marmo rosso, var. marmo 262, 264-265
Matteuccite 144, 291
Mazzettiite 144, 290
Melanterite 81
Menchettiite 144, 290
Mercallite 144, 291
- K-Feldspar 214, 216-218, 295
Khatyrkite 285, 298
Kimberlite 116
Kleibelsbergite 145
Koekkoek Collection 106, 111, 115
Kroehnkite 81
Kunzite, var. spodumene 170
Kyanite 222, 224
- Labradorite 58, 81, 116, 123
Lamproite 227, 299
Lamproitic lava 216
Lapis Lazuli 55-56, 60, 62, 64
Latite 219
Lawsonite 225
Lepidocrocite 81
Lepidolite 68, 81, 160, 162-163, 166
Libyan Desert Glass 125
Liddicoatite, var. tourmaline 123, 125, 193
Lignite 90, 150, 205-207, 292
Limestone 209, 227, 251, 262-263, 266, 269-270
Limonite 68-69, 75, 81, 232, 236, 239
Lizardite 251, 265-266
Loellingite 81
- Magistero Collection 87, 89
Magistretti Collection 96
Magnesite 81, 211
Magnetite 81, 150, 215, 219-220, 225-226, 229, 232, 235-239, 243, 265
Maiolica 34, 204
Malachite 28, 64, 81, 86-87, 96, 107
Malladrite 144, 149, 152
Manganiandrosite-(La) 144
Manganite 81
Manganocolumbite 81
Manganolangbeinite 144
Mangoquadratite 144, 290
Manganotantalite 81
Marble 32, 108, 224, 247, 249, 251, 258-259, 261-264, 289, 291
Marcassite 207
Marly limestone 209, 251, 262-263, 266
Marmo giallo di Siena, var. marble 224
Matteuccite 144, 291
Mazzettiite 144, 290
Medici Collection 85, 191, 211
Melanterite 81
Menchettiite 144, 290
Mercallite 144, 291
Mg-Ilmenite 219
Mica 34, 88, 159, 162-163, 170, 177, 218-219, 223, 289, 296-297, 299
Micaschist 41, 225
Microcline 159
Microlite 81
Milarite 125
Mimetite 112
Minette 217
Minguzzite 70, 81, 144, 238
Mitscherlichite 144
Mizzonite 81
Mohrite 144, 150, 153, 295
Moissanite 136, 278
Molybdenite 81
Monazite 161

- Mg-Ilmenite 219
 Mica 159, 170, 218, 289, 296-297, 299
 Micascisto 41
 Microclino 159
 Microlite 81
 Milarite 124
 Mimetite 112
 Minette 226
 Minguzzite 70, 81, 144, 239
 Mitscherlichite 144
 Mizzonite 81
 Mohrite 144, 150, 153, 295
 Moissanite 137, 278
 Molibdenite 81
 Monazite 161
 Monte Milone, meteorite 133
 Mordenite 81
Morganite, var. berillo 124, 157, 167, 169
 Muscovite 81, 161-163, 167, 222, 254, 261
 Museumite 144, 148, 290
- Nagano, meteorite 129
 Nasinite 144, 292
 Natrojarosite 81
Nephrite, var. giada 62
 Neptunite 116, 124
Nero di Colonnata, var. marmo 224
Nuvolato, var. marmo 224, 259, 261
- Oficalcite 206
 Ofioliti 207-208, 210-211, 213, 221, 225, 289,
 291-294, 297, 299
 Oligoclasio 81
 Olivina 40, 88, 129, 134, 211, 213, 218-220, 226,
 265, 274
 Olmiite 144, 149, 151, 290, 297
Onice, var. quarzo 62
 Onoratoite 108
Opale, var. quarzo 6, 81, 124, 148, 211, 279
 Orneblenda 81, 223, 226, 236
 Oro XIII, 6, 19, 43, 45, 56, 58, 64, 85, 87, 89,
 124, 240, 294
 Orpimento 116, 124
 Ortoclasio 67-68, 70-71, 81, 116, 148, 157, 176,
 214-216, 227, 275
 Ortopirosseno 211, 218-220
 Ossidiana 269
- Pallasite 129
 Pallas, meteorite 6, 128-129, 291
 Paseroite 144, 296
 Pearceite 280-281, 290
 Pegmatite 70, 158, 161, 167, 173, 291, 298
 Perbøeite-(Ce) 144
 Peretaite 108, 144-145, 147, 292, 296
 Peridotite 211, 265
 Perovskite 278
 Perrierite 219, 291
 Petalite 76, 81, 161
 Pezzottaite 124, 299
 Pickeringite 81
Piemontite-Sr, var. epidoto 144, 146-147
Piemontite, var. epidoto 144, 146-147, 290
 Pietra Bigia 252
 Pietra del Fossato, Pietra Serena 251
 Pietra di Cardoso 225
- Monte Milone, meteorite 133
 Mordenite 81
Morganite, var. beryl 125, 157, 167, 169
 Muscovite 81, 160-163, 166, 222, 254, 261
 Museumite 144, 148, 290
- Nagano, meteorite 128
 Nasinite 144, 292
 Native iron 5-6, 89, 295
 Natrojarosite 81
Nephrite, (jade) var. of Ferro-actinolite-Tremolite
 Series 62
 Neptunite 116, 125
Nero di Colonnata, var. marble 224
Nuvolato, var. marble 224, 259, 261
- Obsidian 269
 Oligoclase 81
 Olivine 40-41, 88, 129, 134, 211, 213, 218-220, 226,
 264-265, 274
 Olivine basalt 40
 Olmiite 144, 149, 151, 290, 297
 Onoratoite 108
Onyx, var. quartz 63
Opal, var. quartz 6, 81, 125, 148, 211, 279
 Ophicalcite 206
 Ophiolite 206, 208-209, 265, 289
Orange, var. quartz 60, 62
Ordinary white, var. marble 261
 Orpiment 116, 125
 Orthoclase 67-68, 70-71, 81, 116, 147, 175, 179,
 214-216, 227, 275
 Orthopyroxene 211, 218-220
- Pallasite 129
 Pallas Meteorite 6, 128-129
 Paseroite 144, 296
 Pearceite 281-282, 290
 Pegmatite 67, 70, 73, 98, 158, 160-163, 166, 170,
 173-176, 214, 235, 291, 298
 Perbøeite-(Ce) 144
 Peretaite 108, 144-146, 292, 296
 Peridotite 211, 219, 227, 264
 Perovskite 279
 Perrierite 219, 291
 Petalite 76, 81, 161
 Pezzottaite 125, 299
 Pharmacolite 15
 Pharmacosiderite 81
 Phlogopite 219-220
 Phosgenite 87, 94
 Phyllite 223-225
 Piccolomini-Pratesi Collection 29, 83, 108, 111-112
 Pickeringite 81
Piemontite-Sr, var. epidote (*stronziopiemontite*) 144, 146
Piemontite, var. epidote 144-146, 290
 Pietra Bigia 252
 Pietra del Fossato, Pietra Serena 251
 Pietra di Cardoso 225
 Pietra di Santa Brigida 254
 Pietraforte 34, 208-210, 227, 246-247, 249, 251,
 253, 255-258, 266-267, 290, 292
 Pietra Paesina 206, 209
 Pietra Sanguigna 150
 Pietra Serena 34, 204, 249-255, 258, 266-267, 292
 Pyrolusite 81

- Pietra di Santa Brigida 254
Pietraforte 208-210, 227, 246, 249-250, 253, 255-258, 267, 290, 292
Pietra Paesina 206, 209
Pietra Sanguigna 150
Pietra Serena 34, 205, 249-255, 258, 267, 292
Pirite 68, 72, 81, 91, 124, 207, 215, 224, 229, 232, 234, 236-239, 243, 262, 265, 269, 282, 298
Pirocloro 161
Pirolusite 81
Piromorfite 104
Pirosseno 69, 81, 134, 213, 226
Pirrotina 81, 91, 236
Pisanite 239
Plagioclasio 213-221, 236
Platino 19, 45, 89, 116, 124, 276
Plumbogummite 81
Polibasite 280-281
Pollucite 68, 70, 81, 161
Prasio, var. quarzo 68, 111
Prehnite 81
Psammite 23 34
Psilomelano 81
- Quarzo 5, 15, 55-56, 58-60, 62, 67-71, 73, 75, 81, 88, 91, 98, 101, 103, 108, 111, 123-124, 146, 148, 150, 154, 157, 159, 161, 163, 166, 170, 176, 178-179, 183, 190, 195, 211, 214-217, 219-220, 223-224, 236-237, 254, 258, 261, 263, 267, 274-275
Quasicristallo 106, 284-286
- Ramanite a cesio 70
Ramanite a rubidio 70
Rame XIII, 34, 57, 59, 81, 86-87, 90-91, 94, 124, 212-213, 215, 239-240, 270, 280-282, 285
Realgar 124
Renazzo, meteorite 134, 136
Riebeckite 225
Riolite 40-41
Riomarinaite 70
Rodocrosite 81, 98, 124, 181
Rodolicoite 144, 207, 292
Rodolite 123
Rodonite 81
Rosenbergite 144
Rossmanite 177
Rosterite, var. berillo 71
Rubellite, var. tormalina 101, 173-174
Rubicline 70
Rutilo 81, 90, 98
- Sabelliite 143-144, 297
Salgemma 81, 94, 207, 274
Sanidino 40-41, 81, 216, 218-221
Santabarbaraite 144, 149-150, 297
Sardonica, var. quarzo 62
Sborgite 144
Scapolite calcica 226
Scheelite 81, 116, 123-124, 239
Schorlo, var. tormalina 81
Selagite 202, 218
Selce XIII, 269, 271-272, 283
Selenopalpaite 144, 290
Selenopolybasite 144
Sepiolite 81
- Pisanite 238
Plagioclase 211, 213-221, 236
Platinum 19, 45, 89, 116, 125, 276
Plumbogummite 81
Pollucite 68, 70, 76, 81, 161
Polybasite 281-282, 290
Ponis Collection 28, 98, 101-105, 107, 157, 170, 174, 186, 190
Pottery 270, 272
Prase 68, 111
Prato Green, var. marble (serpentinite) 211
Prehnite 81
Psammite 23 34
Psilomelane 81
Pyrite 68, 72, 81, 91, 125, 207, 215, 225, 229, 232, 234, 236-239, 243, 261, 265, 269, 282, 293
Pyrochlore 161
Pyromorphite 104
Pyroxene 69, 81, 134, 167, 211, 213, 226
Pyrrhotite 81, 91, 236
- Quartz 4, 15, 55-56, 58-60, 62, 67-71, 73, 75, 81, 88, 91, 98, 101, 103, 108, 111, 123, 125, 146-147, 154, 157, 159-161, 163, 166, 170, 176, 178-179, 183, 190, 195, 211, 214-217, 219-220, 223, 225, 236-237, 254, 258, 261, 263, 266, 274-275
Quasicrystal 106, 284-286, 290
- Racah Collection 84-87
Realgar 125
Red Marble, var. marble 262, 263, 264
Regional Italian Collection 84
Renazzo, meteorite 134-136
Rhodochrosite 81, 98, 125, 181
Rhodolite 123
Rhodonite 81
Rhyolite 40-41
Riebeckite 225
Riomarinaite 70
Rock Salt 94, 207, 274
Rodolicoite 144, 207, 292
Rosenbergite 144
Rossmanite 177
Roster Collection 20, 69, 71
Rosterite, var. beryl 70-71
Rubellite, var. tourmaline 101, 173-174
Rubicline 70
Rubidium Ramanite 70
Rumphius Collection 4
Rutile 81, 90, 98
- Sabelliite 143-144, 297
Sanidine 40-41, 81, 216, 218-221
Santabarbaraite 144, 148, 150, 297
Sapphire, var. corundum 96
Sardonyx, var. quartz 63
Sborgite 144
Scheelite 81, 116, 123, 125, 238
Schorl, var. tourmaline 81
Selagite 202, 218
Selenopalpaite 144, 290
Selenopolybasite 144
Sepiolite 81
Sericite 222
Serpentine 34, 81, 209, 211, 264-265, 269-270, 299
Serpentinite 211-212, 251, 253, 261, 264-266

- Sericite 222
 Serpentinite 211-212, 250, 253, 261, 264-266
 Serpentino 34, 81, 209, 211, 265, 269-270
 Sfalerite 81, 84, 91, 224, 236, 238, 269
 Sferocobaltite 28, 81
 Shoshonite 292
 Siderite 81, 149, 154, 236
 Siena, meteorite 130, 132
 Sikhote-Alin, meteorite 137, 139
 Sillimanite 226
 Silvina 94
Smeraldo, var. berillo 124
 Smithsonian 22, 87
Specularite, var. ematite 229-230
 Spessartina 76, 81, 116, 121, 124, 236
 Spinello 81, 88, 211, 265
 Spinello cromifero 265
 Spodumene 157, 161, 167, 169-170
 Staurolite 167
 Steatite 269
 Stibiconite 145
 Stibina 81, 85, 145, 224
 Stilbite 71, 81
 Stishovite 286
 Strueverite 81
 Strunzite 81
- Talco 34, 81, 108, 211, 226
 Tantalite 161
Tanzanite, var. zoisite 116, 124
 Tarbuttite 116, 124
 Tectite 127
 Tennantite 124
 Terracotta 252
 Tetraedrite 149, 224
 Tiburtinus 14 34
 Ti-Magnetite 219-220
 Titanite 81, 123
 Topazio 25, 81, 95, 97-98, 157, 160-162, 175
 Torba 150
 Torbernite 124
 Torite 219
 Tormalina 29, 70-71, 79, 81, 101, 123-124, 157, 161-163, 167, 173-174, 177-179, 193, 236, 275, 293
 Trachidacite 219, 220
 Trachite 150, 298
 Travertino 34, 207, 282-283
 Tremolite 81, 222, 226, 236
Trifane, var. spodumene 170
 Troilite 274
 Tufo 35, 150
 Turchese 59
- Ulexite 124
 Uraninite 161
 Uranopolycrase 70
- Valentinite 145
 Vanadinite 112
Venato, var. marmo 261
 Verde di Prato, var. serpentinite) 211, 265
Verdelite, var. elbaite 163, 173
 Vesuvianite 81
 Vivianite 149, 207
- Wolframite 116, 124
- Shale 204, 206
 Shoshonite 292
 Siderite 81, 149, 154, 236
 Siena, meteorite 7, 130, 132
 Sikhote-Alin, meteorite 137
 Sillimanite 226
 Silver XIII, 55-56, 62, 89, 125, 281
 Silvite 94
 Smithsonian 22, 87
Smoky, var. quartz 55, 58, 60, 101, 190
Specularite, var. hematite 229-230
 Spessartine 75, 81, 116, 121, 125, 236
 Sphalerite 81, 84, 88, 91, 225, 236-237, 269
 Sphero-cobaltite 28
 Spinel 81, 211, 265
 Spodumene 157, 160-161, 167, 169-170
 Staurolite 166
 Steatite 269
 Steel 22, 270, 272
 Stibiconite 145
 Stibnite 81, 85, 145, 225
 Stilbite 70, 81
 Stishovite 286
 Strueverite 81
 Strunzite 81
 Sulphur 73, 81, 91, 102, 148, 207, 215, 236, 274, 280-281
- Talc 34, 81, 108, 211, 226
 Tantalite 160
Tanzanite, var. zoisite 116, 125
 Tarbuttite 116, 125
 Targioni Tozzetti Collection 25, 29, 35
 Tektite 127
 Tennantite 125
 Terracotta 186, 189, 252
 Tetrahedrite 149, 225
 Thorite 219
 Tiburtinus 14 34
 Ti-Magnetite 219-220
 Titanite 81, 123
 Topaz 25, 81, 95, 97-98, 157, 160, 162, 174
 Torba 150
 Torbernite 125
 Tourmaline 29, 68, 70-71, 75, 79, 81, 98, 101, 123, 125, 157, 161-163, 166-167, 173, 176-179, 193, 229, 236, 275, 294-297
 Trachitic Lava 216
 Trachydacite 220
 Trachyte 202, 219
 Travertine 34, 205, 282
 Tremolite 81, 222, 226, 236
Triphane, var. spodumene 170
 Troilite 274
 Tuff 35
 Turquoise 59
- Ulexite 125
 Uraninite 161
 Uranopolycrase 70
- Valentinite 145
 Vanadinite 112
Veined, var. marble 261
Verdelite, var. elbaite 163, 173
 Vesuvianite 81, 226
 Vivianite 148, 207

- Wollastonite 15, 81, 226
Wulfenite 112, 124
Wurtzite 224
- Zaffiro*, var. corindone 96
Zebrato, var. marmo 261
Zeolite 68, 278
Zircone 70, 81, 161, 179, 279
Zoisite 81, 116, 124
Zolfo 81, 91, 102, 148, 207, 215, 236, 274, 280-281
Zorite 279
- White P, var. marble 261
Wolframite 116, 125
Wollastonite 15, 81, 226
Wulfenite 112, 125
Wurtzite 224-225
- Zebrato*, var. marble 261
Zeolite 68, 278
Zircon 70, 81, 161, 179, 279
Zoisite 81, 116, 125
Zorite 279

Cataloghi e collezioni

Titoli pubblicati

1. P. Dolara, G. Fiorini (a cura di), *La collezione storica di farmaci dell'Università di Firenze*
2. L. Borrelli, F. Gherardi, G. Fiorito, *A Catalogue of Body Patterning in Cephalopoda*
3. M. Gasperini, *Arch Cube*
4. C. Nepi, E. Gusmeroli (a cura di), *Gli erbari aretini da Andrea Cesalpino ai giorni nostri*
5. G. Barsanti, G. Chelazzi (a cura di), *Il Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze. Le collezioni della Specola: zoologia e cere anatomiche – The Museum of Natural History of the University of Florence. The Collections of La Specola: Zoology and Anatomical Waxes*
6. M. Raffaelli (a cura di), *Il Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze. Le collezioni botaniche – The Museum of Natural History of the University of Florence. The Botanical Collections*
7. A. M. Jasink, L. Bombardieri (a cura di), *Le collezioni egee del Museo Archeologico Nazionale di Firenze*
8. Simonetta Monechi, Lorenzo Rook (a cura di), *Il Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze. Le collezioni geologiche e paleontologiche – The Museum of Natural History of the University of Florence. The Geological and Paleontological Collections*
9. Giovanni Pratesi (a cura di), *Il Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze. Le collezioni mineralogiche e litologiche – The Museum of Natural History of the University of Florence. The Mineralogical and Lithological Collections*

